

Phạm Huy Chính

Kỹ Thuật

**THI CÔNG
DƯỚI NƯỚC**



**NHÀ XUẤT BẢN
GIAO THÔNG VẬN TẢI**

PHẠM HUY CHÍNH

KỸ THUẬT THI CÔNG DƯỚI NƯỚC

**NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI
HÀ NỘI - 2007**

Chịu trách nhiệm xuất bản

LÊ TỬ GIANG

Biên tập

THÂN NGỌC ANH

Trình bày

DƯ THỊ HUẾ

Vẽ bìa

VƯƠNG THẾ HÙNG

In 1.000 cuốn, khổ 19 x 27cm, tại Công ty in Giao thông - Nhà xuất bản Giao thông vận tải.

QĐXB số: 163-2007/CXB/33-312-05/GTVT cấp ngày 2/3/2007.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 4 năm 2007.

LỜI NÓI ĐẦU

Cuốn "*Kỹ thuật thi công dưới nước*" trình bày các biện pháp thi công, những tính toán cơ bản và phương pháp tổ chức thi công các hạng mục công việc ở dưới nước, mà nội dung của nó được bao gồm trong các chương sau:

- Chương I: Công tác lặn.
- Chương II: Hàn và cắt kim loại dưới nước.
- Chương III: Nổ mìn dưới nước.
- Chương IV: Thi công lớp đệm bằng đá ở dưới nước.
- Chương V: Công tác đất dưới nước.
- Chương VI: Đặt đường ống dưới nước.
- Chương VII: Đặt đường cáp dưới nước.
- Chương VIII: Phương pháp thực hiện một số dạng công tác kỹ thuật ở dưới nước.
- Chương IX: Những công việc dưới nước khi xây dựng và khai thác công trình thủy lợi.
- Chương X: Những công việc dưới nước khi khôi phục và xây dựng trụ cầu.

Do trình độ và kinh nghiệm có hạn nên trong quá trình biên soạn, khó tránh khỏi thiếu sót.

Rất mong được bạn đọc góp ý kiến xây dựng.

TÁC GIẢ

Chương I

CÔNG TÁC LẶN

1.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Những công tác ở dưới nước được áp dụng rộng rãi khi xây dựng và khai thác những công trình giao thông thủy lợi, cũng như khi lắp đặt những đường ống dẫn, cáp ngầm v.v... ở dưới nước. Phần lớn những công việc này được thực hiện bởi thợ lặn. Họ tiến hành điều tra ở dưới nước khu vực sẽ xây dựng công trình, khảo sát những hư hỏng các bộ phận ở dưới nước của kết cấu công trình, trực tiếp tham gia thi công xây dựng hoặc sửa chữa chúng. Công việc cụ thể của thợ lặn ở dưới nước thường là: đo kích thước kết cấu, hàn cắt kim loại, nổ mìn (đào đất, cắt phá các kết cấu kim loại và bê tông cốt thép...), treo buộc các kết cấu và vật nặng để thanh thải lòng sông v.v...

Để thực hiện những công việc trên được an toàn và có kết quả tốt, cần phải đảm bảo những điều kiện cơ bản sau đây:

1. Thợ lặn và y, bác sĩ sinh lý lặn phải qua huấn luyện chuyên môn, thành thạo nghiệp vụ và được cấp chứng chỉ hành nghề mới được phép tiến hành lặn sâu; đồng thời hàng năm phải qua kiểm tra để cấp lại giấy phép.
2. Thợ lặn phải có sức khỏe tốt, tuổi không dưới 18 và không quá 50. Trước khi xuống nước phải qua kiểm tra sức khỏe một cách nghiêm ngặt.
3. Các trang thiết bị lặn và phương tiện phục vụ lặn phải đầy đủ và có đăng kiểm, đồng thời phải thường xuyên kiểm tra, sửa chữa những hỏng hóc kịp thời. Trang bị phòng hộ cá nhân cũng phải được trang cấp đầy đủ;
4. Phương tiện cấp cứu phải sẵn sàng. Tổ chức cấp cứu phải có phương án và được thao diễn trước mỗi đợt lặn;
5. Mỗi đợt lặn, đội (tổ) lặn phải phối hợp chặt chẽ với đơn vị thi công, đảm bảo công việc tiến hành tuyệt đối an toàn về con người cũng như về máy móc, thiết bị;
6. Việc tổ chức đời sống ăn, ở, nghỉ ngơi cho thợ lặn và các y, bác sĩ lặn phải được quan tâm chu đáo nhằm duy trì sức khỏe và kéo dài thời gian phục vụ của họ.

1.2. TRANG THIẾT BỊ LẶN

Các trang thiết bị phục vụ công tác lặn thường được bố trí trên phương tiện nổi (phao, thuyền, hoặc sà lan).

Dưới đây, giới thiệu bố trí trang thiết bị lặn trên sà lan 400T phục vụ thi công cầu Thăng Long (xem hình 1-1).

Sà lan có kích thước:

- Dài 40m; Rộng 9,2m; Cao 2,4m.

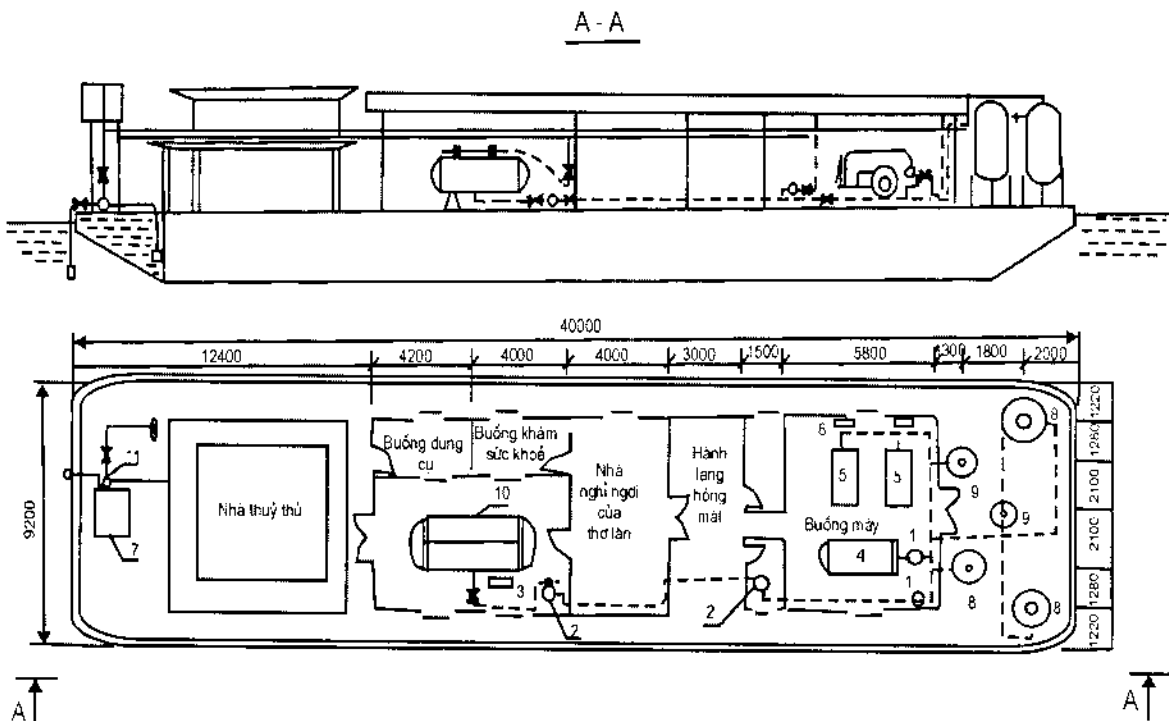
Mớn nước (độ chìm) khi đã chất đủ trang thiết bị lặn:

$t_{hq} = 0,91 \text{ m}$; $t_{mũi} = 0,84 \text{ m}$; $t_{đuôi} = 0,98 \text{ m}$;

Bố trí trên mặt bằng sà lan, gồm:

1. Buồng tăng, giảm áp

Diện tích $S = 36\text{m}^2$, trong đó đặt các thiết bị:



Hình 1-1. Sà lan lặn

1. Bình tách dầu nước; 2. Bình lọc không khí; 3. Đồng hồ áp lực; 4. Máy hơi ép;
 ($Q = 3\text{m}^3/\text{ph}$; $p = 8\text{kg}/\text{cm}^2$); 5. Máy hơi ép ($Q = 1\text{m}^3/\text{ph}$, $p = 40\text{kg}/\text{cm}^2$); 6. Bộ khởi động;
 7. Két nước; 8. Bình chứa khí nén ($V = 6\text{m}^3$); 9. Bình chứa khí nén ($V = 3\text{m}^3$);
 10. Buồng tăng giảm áp; 11. Máy bơm nước

- Két tăng giảm áp lực;
- Bàn của bác sỹ điều khiển áp lực;
- Bình lọc không khí phục vụ thợ lặn trong buồng tăng giảm áp;

2. Buồng để các trang bị của thợ lặn

Diện tích $S = 10\text{m}^2$, trong đó có:

- Dây chì, yếm chì;
- Quần áo lặn;
- Ống hơi và dây thông tin.

3. Buồng kiểm tra sức khỏe

Diện tích $S = 10\text{m}^2$, trang thiết bị có:

- 1 bàn làm việc;
- 1 tủ thuốc;
- 1 giường khám bệnh;
- 1 cân kiểm tra sức khỏe.

4. Buồng nghỉ ngơi của thợ lặn

Diện tích $S = 28\text{m}^2$, trong đó có:

- 2 giường y tế (đầu nâng hạ được);
- 1 bàn làm việc;
- 4 ghế tựa.

5. Buồng hóng mát

Diện tích $S = 19,6\text{m}^2$. Buồng này thực chất là hành lang hóng mát của thợ lặn và thợ vận hành máy.

Đặc điểm của buồng này là hai bên mạn sà lan thông nhau để lưu thông gió, đồng thời là vị trí để kéo dây hơi, dây thông tin cho thợ lặn xuống nước tùy theo điều kiện cấp mạn của sà lan tại vị trí thi công yêu cầu.

6. Buồng tắm

Diện tích $S = 6\text{m}^2$, trong đó bố trí 2 vòi hương sen để thợ lặn tắm rửa sau khi luyện tập.

7. Buồng đặt máy lọc không khí

Diện tích 4m^2 . Trang thiết bị gồm:

- Bình lọc không khí;
- Hệ thống van hơi;

- Đồng hồ theo dõi áp lực của không khí đã lọc sạch để cung cấp cho thợ lặn. Ngoài ra, trong buồng này còn có hệ thống ống mềm bằng cao su $\phi 25\text{mm}$ được tăng cường bằng dây thép quấn thành những vòng sát nhau, nối từ bình lọc không khí tới ống thứ thông (ống thứ thông này di chuyển theo vị trí của thợ lặn sẽ xuống nước).

8. Buồng đặt máy hơi ép

Diện tích $S = 44\text{m}^2$. Trong đó, đặt:

- 2 máy hơi ép, có lưu lượng $Q = 1\text{m}^3/\text{phút}$, áp lực $p = 40\text{kG/cm}^2$;
- 2 máy hơi ép, có lưu lượng $Q = 3\text{m}^3/\text{phút}$, áp lực $p = 8\text{kG/cm}^2$;

- Bình tách dầu, nước;
- 2 van giảm áp, từ 25 kG/cm² xuống 10kG/cm².

MỘT SỐ THIẾT BỊ ĐẶC BIỆT

1. Kết tăng áp

Kết tăng áp có đường kính $\phi = 1,8\text{m}$; dài 4,7m; áp lực $p = 10\text{kG/cm}^2$.

Kết được chia làm 2 ngăn, ngăn lớn dài 3,2m, xung quanh có 4 cửa sổ (mỗi bên 2 cửa) để quan sát trong ngoài. Ngăn nhỏ, mỗi bên có 1 cửa sổ, cũng với mục đích trên. Tất cả các cửa sổ đều có dạng tròn. Giữa 2 ngăn có cửa thông luôn luôn đóng khít. Trên vách còn bố trí hệ thống van để điều chỉnh áp suất. Ngăn nhỏ dùng cho thợ lặn thay ca, hoặc chuyển thức ăn; đồ dùng cho người đang ở trong ngăn lớn khi chịu áp lực ép.

Kết tăng, giảm áp được dùng để:

- Đào tạo thợ lặn, chịu áp lực khi lặn sâu;
- Luyện tập cho thợ lặn theo định kỳ;
- Điều trị bệnh cho thợ lặn từ dưới nước lên, nếu tình trạng sức khỏe không bình thường.

Thông tin liên lạc giữa trong và ngoài kết tăng giảm áp được thực hiện thông qua máy điện thoại, hoặc bằng tín hiệu gõ vào thành kết.

2. Bình lọc không khí

Bình lọc không khí có đường kính $\phi = 400\text{mm}$, dung tích $V = 0,1\text{m}^3$, áp lực $p = 10\text{kG/cm}^2$. Bên trong bình đặt 5 lớp lọc theo thứ tự từ dưới lên như sau:

- Gạc bông;
- Than gỗ;
- Gạc bông;
- Than cốc;
- Than gỗ.

Gạc bông có thể thay bằng xơ mướp hoặc nỉ. Giữa các lớp lọc được ngăn bởi các tấm lưới có lỗ $\phi 3\text{mm}$. Cự ly ngang, dọc giữa các lỗ là 10mm.

Không khí thổi từ dưới đáy bình lên, các tạp chất được giữ lại ở các lớp lọc, còn không khí sạch thoát ra theo ống dẫn ở trên miệng bình. Thông thường các lớp lọc này sử dụng được khoảng 200 giờ thì phải thay.

3. Bình tách dầu nước

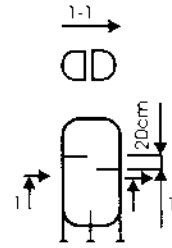
Bình tách dầu nước có đường kính $\phi = 260\text{mm}$, dung tích $V = 0,02\text{m}^3$, áp lực $p = 10\text{kG/cm}^2$.

Trong bình đặt 2 lá thép hình bán nguyệt như trong hình 2-1. Khi không khí thổi từ dưới lên, đập vào các lá thép, dầu và nước bị giữ lại. Ở đáy bình có đặt 1 van $\phi 25$ để xả những cặn bã đã giữ lại ra ngoài.

4. Quần áo lặn

Hiện nay trang bị phổ biến nhất của thợ lặn là quần áo thông gió (hình 1-3) nó cho phép thợ lặn, làm việc ở độ sâu 80m. Không khí nén được đưa theo ống mềm vào trong mũ của thợ lặn, và sự thông gió của áo lặn được thực hiện nhờ thao tác ép theo chu kỳ của van, đưa không khí từ mũ vào trong nước.

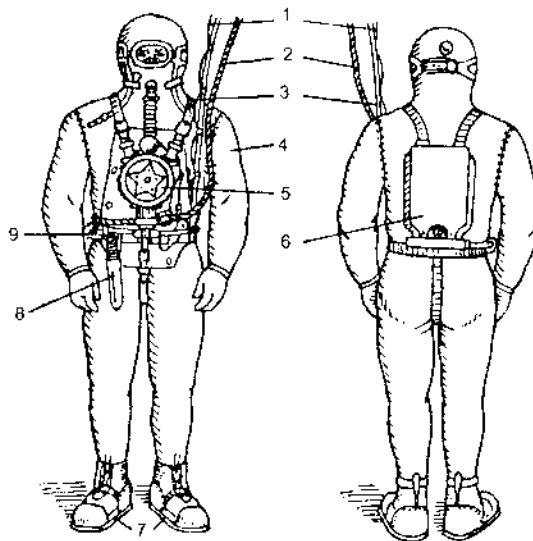
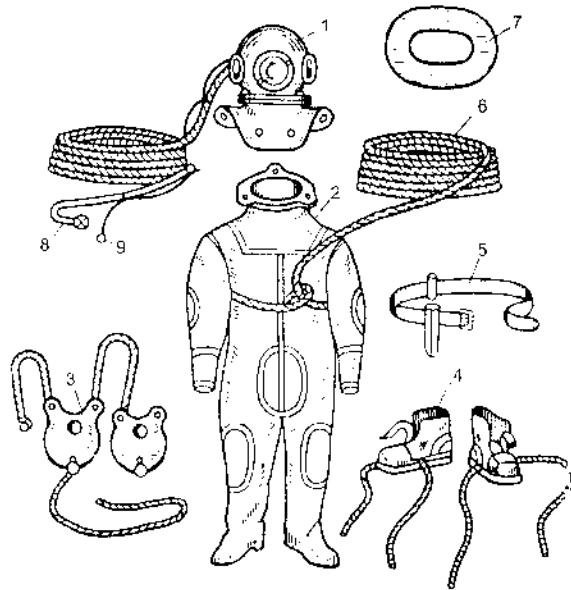
Áo lặn nhẹ (hình 1-4) được dùng cho thợ lặn khi tiến hành kiểm tra các công trình dưới nước, và dùng để đưa thợ lặn xuống nước trong buồng bảo hiểm, nhưng ở độ sâu $\leq 40m$.



Hình 1-2

Hình 1-3. Áo lặn kiểu thông gió

- 1- Mũ; 1- Áo lặn;
- 3- Đồ tải; 4- Giày;
- 5- Đai; 6- Dây tín hiệu;
- 7- Cái đệm;
- 8- Dây mềm;
- 9- Cáp điện thoại.



Hình 1-4. Trang bị lặn xuống nước.

- 1- Cáp điện thoại;
- 2- Dây tín hiệu;
- 3- Dây mềm;
- 4- Bộ quần áo lặn;
- 5- Máy thở tự động;
- 6- Thiết bị cấp cứu;
- 7- Giày; 8- Dao lặn;
- 9- Đai.

Những máy móc, thiết bị và đường ống bố trí trên sà lan lặn (hình 1-1), xem trong bảng 1-1 và bảng 1-2.

Bảng 1-1. Máy móc, thiết bị trên sà lan lặn

Thứ tự	Tên	Qui cách	Đơn vị tính	Số lượng
1.	Máy hơi ép thấp áp	$Q = 3\text{m}^3/\text{ph}; p = 8\text{atm}$	cái	1
2.	Máy hơi ép cao áp	$Q = 1\text{m}^3/\text{ph}; p = 40\text{atm}$	"	2
3.	Bộ khởi động máy cao áp	-	bộ	2
4.	Bộ khởi động máy thấp áp	-	"	1
5.	Két gió	$V = 6\text{m}^3; p = 8\text{atm}$	cái	3
6.	Két gió	$V = 3\text{m}^3; p = 40\text{atm}$	"	1
7.	Két tăng áp	$\phi = 1,8\text{m} \times 4,7\text{m}; p = 10\text{atm}$	"	1
8.	Máy bơm nước	$Q = 28,8\text{m}^3/\text{ph}$	"	1
9.	Két nước	$1,5 \times 1,5 \times 2\text{m}; V = 4,5\text{m}^3$	"	1
10.	Bình tách dầu nước	$\phi = 260\text{mm}; p = 10\text{atm}$	"	3
11.	Bình lọc không khí	$\phi = 400\text{mm}; p = 10\text{atm}$	"	2
12.	Đồng hồ áp lực	$p = 0 - 16\text{atm}$	"	3
13.	Máy điện thoại	-	"	1

Bảng 1-2. Thống kê đường ống trên sà lan lặn

Thứ tự	Tên	Qui cách	Đơn vị tính	Số lượng
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1.	Ống cao su	$\phi 50$	m	8
2.	Ống thép tráng kẽm	$\phi 50$	"	20
3.	Ống thép tráng kẽm	$\phi 40$	"	55
4.	Ống thép tráng kẽm	$\phi 25$	"	30
5.	Ống thép liền	$\phi 50$	"	10
6.	Ống thép liền	$\phi 25$	"	90
7.	Ống đồng	$\phi 15$	"	15
8.	Van ngắt	$\phi 80; p = 40\text{atm}$	cái	3
9.	Van ngắt	$\phi 50; p = 16\text{atm}$	cái	4
10.	Van ngắt	$\phi 40; p = 16\text{atm}$	"	3
11.	Van ngắt	$\phi 32; p = 16\text{atm}$	"	18
12.	Van ngắt	$\phi 25; p = 16\text{atm}$	"	10
13.		$\phi 15; p = 16\text{atm}$	"	3
14.	Van một chiều	$\phi 40$	"	1
15.	Van một chiều	$\phi 30$	"	3
16.	Van giảm áp	$\phi 40; p = 10\text{atm}$	"	2

1.3- CƠ SỞ VẬT LÝ CỦA VIỆC ĐƯA THỢ LẶN XUỐNG NƯỚC

Những đặc điểm vật lý và sinh học, buộc những người làm việc dưới nước chịu áp lực phải biết những nguyên tắc trợ giúp, cứu nạn khi cần thiết và những nguyên tắc để phòng bệnh nghề nghiệp.

Khi xuống nước, ngoài chịu áp lực của không khí, thợ lặn còn chịu áp lực phụ thêm của nước ở xung quanh (cứ xuống sâu thêm từng đợt 10m, thì áp lực lại tăng 1atm). Do vậy, khi xuống đến độ sâu 10m, thợ lặn sẽ phải chịu áp lực bằng 1atm không khí, cộng với áp lực nước bằng 1atm, nghĩa là áp lực tuyệt đối tác dụng vào thợ lặn sẽ bằng 2atm, hay 1atm của áp lực dư.

Trong không khí, chứa:

Nitơ 78,13%;

Ôxy 20,9%;

Axit cacbonic 0,03 - 0,05 %;

Khí hiếm < 1%.

Nitơ là khí trơ, trong điều kiện bình thường, nó không tham gia vào các phản ứng hóa học. Trong điều kiện khí quyển, nitơ của không khí cũng không có ảnh hưởng đáng kể nào đối với con người, mặc dù nitơ được đưa vào tổ chức mô của con người gần 1l ở trạng thái dung dịch. Nhưng dưới áp lực cao tác dụng vào cơ thể, thì nitơ của không khí sẽ gây nên những kích thích ban đầu, sau đó là trạng thái buồn ngủ. Vì thế khi làm việc ở chỗ nước sâu (> 45m), đứng ra hỗn hợp riêng của không khí nén, gồm heli và ôxy không được chứa nitơ.

Cũng cần chú ý, khi giảm áp suất nhanh, sẽ gây chảy máu cho thợ lặn, khi đó nitơ trong cơ thể quá bão hòa, những bọt khí của nó có thể làm tắc những mạch máu nhỏ và gây ra bệnh giảm áp. Để ngăn ngừa tình trạng này, thì việc đưa thợ lặn lên khỏi mặt nước phải tiến hành thật cẩn thận, phù hợp với những qui định của "Qui trình lặn hình".

Thành phần có hàm lượng lớn thứ hai trong không khí là ôxy. Nó là khí không màu, không mùi, không nóng, nhưng duy trì sự cháy tốt. Người ta di chuyển khó khăn khi thiếu, hoặc dư thừa ôxy. Khi không đủ ôxy, thì sẽ sinh bệnh, gọi là bệnh "đói ôxy", còn hít vào ôxy sạch dưới áp lực lớn hơn 1,8atm thì sẽ gây nên trúng độc, xuất hiện dưới dạng kinh giật.

Khí cacbonic (CO_2) là hợp chất của cacbon và ôxy. Mỗi người một phút tiết ra khoảng 200-300mgr CO_2 . Khi hoạt động vật lý mạnh, thì lượng tiết CO_2 đạt 1-2 l/ph. Hàm lượng CO_2 trong hỗn hợp khí hít vào không được vượt quá 1- 1,5%.

Tỉ trọng của nước lớn hơn tỉ trọng của không khí 775 lần, vì thế công việc của thợ lặn ở dưới nước đòi hỏi chi phí năng lượng lớn đáng kể so với làm việc trong môi trường không khí. Ngoài ra, áp lực cao cũng ảnh hưởng đến cơ thể con người. Rõ ràng là chất lỏng không có tính chịu nén, mà cơ thể con người chứa 80-90% nước, nên nó chịu nén kém. Nhưng trong cơ thể người có những lỗ rỗng được lấp đầy bằng không khí. Đó là khoang ngực, hệ thống tiêu hóa (dạ dày - ruột) và tuyến dẫn không khí. Tất cả chúng, trong điều kiện tiêu chuẩn, đều được

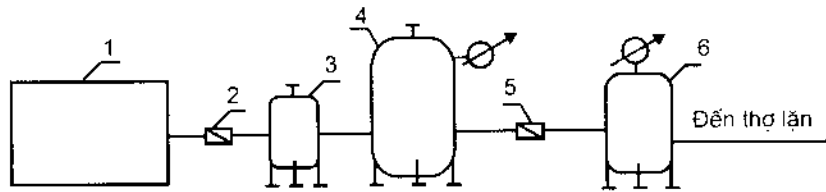
liên thông với môi trường bên ngoài, vì thế khi áp lực tăng cao, nó cũng tăng và đi vào phần rỗng của cơ thể.

Khi phá hủy khả năng vượt ngưỡng của các kênh liên thông phần rỗng của cơ thể con người với môi trường bên ngoài, thì những khó khăn trong việc thông qua của không khí bổ sung để làm cân bằng áp lực có thể dẫn đến cảm giác yếu đau.

1-4. SƠ ĐỒ VẬN HÀNH THIẾT BỊ PHỤC VỤ CÔNG TÁC LẶN

1.4.1. Khi lặn sâu

Sơ đồ vận hành thiết bị phục vụ công tác lặn sâu chỉ rõ trên hình 1-5.



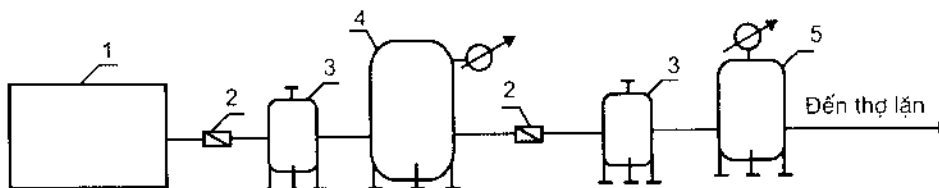
Hình 1-5.

1- 2 máy hơi ép ($Q = 1\text{m}^3/\text{ph}$; $p = 40\text{kG}/\text{cm}^2$); 2- Van 1 chiều; 3- Bình tách dầu - nước;
4- Bình chứa khí nén ($V = 3\text{m}^3$); 5- Van giảm áp ($40\text{ kG}/\text{cm}^2$; $10\text{kG}/\text{cm}^2$);
6- Bình lọc không khí.

Chạy 2 máy hơi ép 1, hơi ép đi qua van một chiều 2, rồi qua bình tách dầu nước 3, vào bình chứa khí nén 4, sau đó qua van giảm áp 5 và qua bình lọc 6, cuối cùng, theo ống dẫn được đưa đến cho thợ lặn.

1.4.2. Khi lặn nông (chiều sâu lặn $\leq 20\text{m}$)

Sơ đồ vận hành thiết bị phục vụ công tác lặn nông chỉ rõ trên hình 1-6.



Hình 1-6.

1- Máy hơi ép ($Q = 3\text{m}^3/\text{ph}$; $p = 8\text{kG}/\text{cm}^2$); 2- Van một chiều; 3- Bình tách dầu - nước;
4- Bình chứa khí nén (3 bình x 6m^3 , $p = 8\text{kG}/\text{cm}^2$); 5- Bình lọc không khí.

Từ máy hơi ép 1, khí nén qua van một chiều 2 và bình tách dầu - nước 3, được nạp vào bình chứa khí nén 4, sau đó một lần nữa qua van một chiều 2 và bình tách dầu-nước 3, rồi qua bình lọc không khí 5, cuối cùng theo ống dẫn đến với thợ lặn.

1-5. TỔ CHỨC CÔNG TÁC LẶN

Công tác lặn được tiến hành chỉ khi thành phần quân số của trạm lặn đầy đủ. Nó phụ thuộc vào dạng công tác và tính chất phức tạp của công tác lặn. Trong điều kiện tiêu chuẩn (nhiệt độ không khí lớn hơn 0°C , tầm nhìn dưới ở khoảng cách lớn hơn 5m, vận tốc nước chảy $\leq 0,5\text{m/s}$, sóng ở bề mặt không lớn hơn cấp 2, chỗ làm việc- đất sạch) thì thành phần quân số của trạm lặn như sau: thợ lặn - 3 người (xuống nước - trực điện thoại lặn -1, trực đầu dây tín hiệu -1), thủy thủ - 3 người (giữ dây lặn -1; điều khiển máy bơm-2), thợ phụ 3 ~ 5 người (phụ thuộc vào chiều sâu lặn).

Chỉ huy trạm lặn là trạm trưởng, trạm trưởng phải biết đánh giá mức độ phức tạp của công việc lặn, kiểm tra các chỉ số của thợ lặn, tổ chức công tác theo mặt bằng thi công chi tiết, và tiến hành những công việc chuẩn bị cần thiết cho thợ lặn xuống nước. Ngoài ra, trước khi đưa thợ lặn xuống nước, trạm trưởng còn phải kiểm tra các bộ phận công trình, và xác định độ ổn định của nó.

Khi điều tra những hư hỏng của các công trình giao thông, thủy lợi, thợ lặn cần phải tuân theo những biện pháp cần thiết đã được qui định trong thiết kế tổ chức thi công hay trong qui trình công nghệ một cách tỉ mỉ và thận trọng. Ở khu đoạn thợ lặn đang làm việc, thì tất cả những công việc không liên quan đến khu đoạn đó cần phải ngừng.

Công tác lặn ở chỗ dòng nước chảy mạnh phải được thực hiện bởi những thợ lặn khỏe mạnh và có kinh nghiệm.

Cần đặc biệt chú ý đến trang bị kỹ thuật và trang bị lặn, thông tin liên lạc bằng điện thoại giữa 2 đầu dây, cũng như phải bố trí chuẩn xác mặt bằng xuống nước. Phải đưa thợ lặn xuống nước theo đường dẫn (bằng thang).

Nước có nhiệt dung lớn hơn 4 lần và tính dẫn nhiệt lớp gấp 10 lần so với không khí. Điều đó làm tăng sự tỏa nhiệt đáng kể khi thợ lặn xuống nước. Để giảm lạnh, thợ lặn có thể mặc áo len, đi găng tay, tất chân.

Áp lực nước tác dụng vào thợ lặn khác nhau theo chiều cao. Ở phần dưới của cơ thể được truyền áp lực lớn hơn so với phần trên $0,2\text{atm}$.

Dưới đây, giới thiệu qui mô tổ chức đội lặn và các kíp lặn đã áp dụng ở cầu Thăng Long để tham khảo.

1. Qui mô đội lặn

Bình thường một đội lặn gồm khoảng 20 người. Trong đó:

- Đội trưởng phụ trách chung	1
- Quản lý thiết bị, máy móc, trang bị lặn	1
- Kiểm tra an toàn	1
- Quản lý sinh hoạt	1
- Công nhận (thợ lặn, thợ máy v.v...)	16

Ngoài ra, có 3 bác sĩ sinh lý lặn (phải có đủ sức khỏe như thợ lặn), 1 y sĩ quản lý chế độ ăn uống của thợ lặn.

2. Chế độ ăn uống của thợ lặn

Khi lặn sâu (45 ~ 60m) yêu cầu phải đảm bảo đủ 3000 calo/ngày cho một thợ lặn. Chủ yếu nên dùng thực phẩm có hàm lượng các chất đạm, đường cao, nhiều sinh tố, ít mỡ (chỉ nên dùng mỡ thực vật).

Thành phần dinh dưỡng phân bố như sau:

- Anbumin	$\leq 140g$
- Mỡ	$< 90g$
- Glucô	400g
- Canxi	700g
- Lân	100 - 800 mg
- Sắt	10mg
- Vitamin A	5000 đơn vị
- Vitamin B1	50 đơn vị
- Vitamin B2	5000 đơn vị
- Vitamin C	1000 mg
- Vitamin PP	20mg
- Vitamin B9	2mg.

3. Tổ chức một kíp lặn

a) Trang bị

- Thang dùng cho thợ lặn xuống nước $\geq 60m$. Thang làm bằng thép dũa $\phi 16mm$ ($q = 0,187kg/m$; lực kéo đứt 145 kG), có các thanh gỗ làm bậc. Cách chia bậc như sau: đoạn từ 1 - 24m, chia 3m/1 bậc, đoạn còn lại 5m/bậc.

- Sàn công tác có diện tích khoảng 10m^2 bằng ván lát kín, có cáp treo để cầu được dễ dàng.
- Dây hơi $\phi 25\text{mm}$, $l \geq 100\text{m}$, trên đó có đánh dấu $0,5\text{m}$ một;
- Dây hiệu (dây tín hiệu), $l \geq 100\text{m}$;
- Dây thông tin, đi song song với dây hơi, $l \geq 100\text{m}$;
- Bộ đồ lặn, gồm:
 - + Mũ lặn bằng đồng;
 - + Quần áo lặn;
 - + Yếm chì;
 - + Giấy chì.

b) Nhân lực

- Bác sĩ điều khiển lặn ở sàn công tác	1
- Bác sĩ trực ban ở buồng cấp cứu	1
- Thợ lặn (1 thợ bậc cao, chỉ huy kíp lặn, 1 thợ lặn xuống nước, 1 thợ lặn dự phòng)	3
- Điều khiển hơi ở bình lọc không khí	1
- Kiểm tra đường ống hơi	1
- Mặc quần áo cho thợ lặn, điều khiển dây hơi, dây hiệu	$\frac{3}{10}$

Ngoài ra, tùy thuộc vào tính chất công việc và điều kiện thi công cụ thể, có thể còn phải có thợ lái cầu, thợ máy, thợ điện, cán bộ kỹ thuật thi công và công nhân xây lắp,

1-6. CHUẨN BỊ CHO THỢ LẶN XUỐNG NƯỚC

Khi xuống nước ở độ sâu từ 12 đến 20m, thì việc cấp không khí thường được thực hiện bằng 2 máy bơm 3 xilanh, còn khi lặn sâu hơn 20m, thì chỉ cần dùng máy nén khí kiểu mô-tơ. Chỗ xuống nước của thợ lặn (tàu, thuyền, sà lan, sàn đậu sát bờ v.v...) cần phải được trang cấp đầy đủ những trang thiết bị và vật tư yêu cầu; phải có những biển báo và tín hiệu cảnh giới. Các phương tiện nổi (tàu, thuyền, sà lan), từ đó thợ lặn xuống nước phải trang bị neo để cố định nó trong thời gian thợ lặn làm việc. Thang dùng cho thợ lặn lên xuống nước cũng phải được cố định chắc chắn, và tay vịn của nó phải cao trên mặt sàn xuống nước khoảng 60 - 70cm.

Trước khi thợ lặn xuống nước phải tiến hành kiểm tra độ kín của tất cả các bộ phận nổi của trang bị lặn, đồng thời cũng tiến hành kiểm tra như vậy vào lúc nước ngập mũ lặn. Sau đó,

cho thợ lặn xuống nước từ từ, đều đặn, không đột biến, với tốc độ $\leq 10\text{m/phút}$, cứ xuống sâu được 5-10 phút lại tạm nghỉ, và chỉ tiếp tục sau khi nhận được tín hiệu từ thợ lặn.

Áp lực của không khí ở trong áo lặn được qui định lớn hơn áp lực của môi trường bên ngoài 0,2 - 0,3atm; lượng không khí nén cung cấp phải $\geq 45\text{l/phút}$ và khi làm việc nặng là 80-90l/ph. Lượng dự trữ không khí (ở trong bình chứa khí) được cung cấp bởi máy nén khí kiểu mô tơ phải đảm bảo đủ cho mỗi thợ lặn sử dụng ≥ 2 giờ.

Việc xuống nước của thợ lặn được phép khi sóng không lớn hơn cấp 3. Trường hợp cấp cứu thợ lặn có thể xuống nước khi có sóng đến cấp 5.

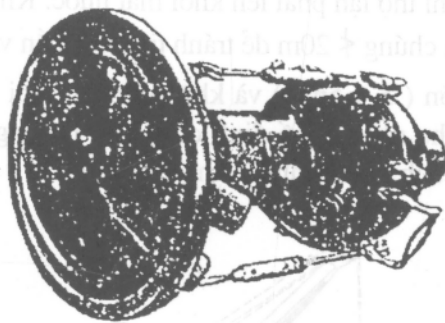
Độ an toàn của công tác lặn còn phụ thuộc vào việc truyền tín hiệu nhanh và chính xác.

Ý nghĩa của các tín hiệu khi xuống nước nêu trong bảng 1-3.

Bảng 1-3. Tín hiệu lặn

Tín hiệu	Ý nghĩa của tín hiệu	
	Tới thợ lặn	Từ thợ lặn
Giật (kéo) 1 lần	Cảm thấy thế nào?	Tôi đã đến đất. Tốt.
Giật 2 lần	Áo thông gió ra sao ?	Cấp không khí nhiều hơn
Giật 3 lần	Hãy đi lên !	Kéo tôi lên
Rung 1 lần	Đứng lại ! Không đi tiếp	Xin dừng lại
	Đứng lại ! Ngừng lặn	Tạm dừng lặn xuống
	Đi lên !	Cho tôi lên
Rung 2 lần	Hãy tiếp tục lặn xuống ! Xuống thẳng	Lặn tiếp xuống sâu
Rung 3 lần	Dừng lại tại chỗ ! Chúng tôi cho thợ lặn thứ hai xuống	Cho thợ lặn thứ hai xuống, tôi không thể lặn tiếp, không có thợ lặn thứ hai
Giật và rung	Hãy đi sang phải !	
Giật 2 lần và rung	Hãy đi sang trái !	
Giật 4 lần	Hãy đi sang trái !	Ít không khí
Co kéo liên tục > 4 lần	-	Cấp cứu ! Tôi sắp ngất
Giật và kéo	-	Hãy chuyển dụng cụ
Giật 2 lần và kéo	-	Thôi, kết thúc lặn

Ngày nay, theo dõi và kiểm tra việc thực hiện những công việc ở dưới nước thuận lợi rất nhiều nhờ sử dụng máy truyền hình dưới nước "Crap-2" (hình 1-7). Nó cho khả năng quan sát, phát hiện và nhìn thấy thợ lặn cũng như chỗ làm việc của họ ở dưới nước. Đặc tính kỹ thuật của máy "Crap-2" nêu trong bảng 1-4.



Hình 1-7. Máy truyền hình "Crap-2"

Bảng 1-4. Đặc tính kỹ thuật của máy "Crap-2"

Các chỉ tiêu	Đơn vị tính	Trị số
Độ sâu hạ máy lớn nhất	m	30
Phạm vi nhìn rõ trong mặt phẳng của cửa lấy ánh sáng	m	0,4 x 0,6
Công suất yêu cầu	Wat	300
Điện áp	V	200
Tần số	Hz	50
Trọng lượng tổng cộng của máy	kg	250

Do ảnh hưởng của áp lực cao tác dụng vào cơ thể con người, mà thời gian làm việc của thợ lặn ở dưới nước bị hạn chế. Thời gian dài nhất của thợ lặn ở dưới nước (từ lúc kết thúc xuống nước đến lúc bắt đầu lên), trừ thời gian giảm áp, nêu trong bảng 1-5.

Bảng 1-5. Thời gian dài nhất của thợ lặn ở dưới nước

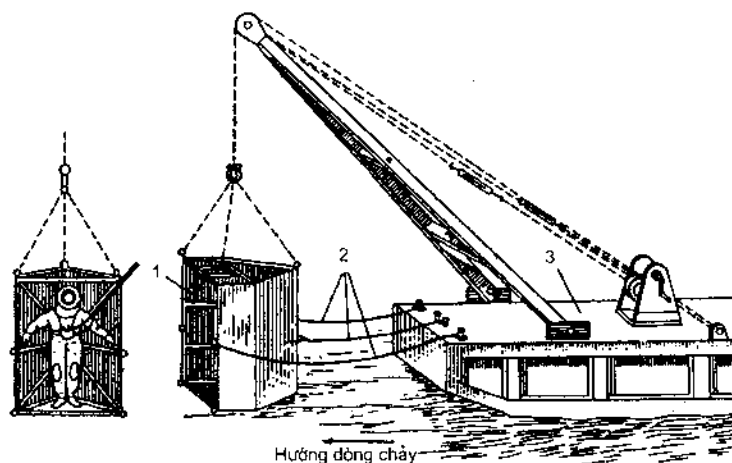
Độ sâu lặn, m	≤13	22	29	36,5	44	62
Thời gian ở dưới nước kể từ lúc xuống nước đến lúc bắt đầu lên, ph	> 180	180	150	120	90	60
Tổng thời gian lên, ph	≤16	42	78	98	108	124

Để tránh va chạm, thợ lặn không được đến gần chỗ hạ các vật nặng (dụng cụ, thiết bị, vật liệu v.v...) trước khi chúng được đặt hoàn toàn xuống đất.

Việc nâng, hạ và di chuyển các vật nặng ở dưới nước do thợ lái cầu thực hiện dưới sự chỉ huy (bằng tín hiệu) của thợ lặn. Các vật nặng này cần phải treo buộc chắc chắn và cẩn thận để tránh rơi. Trước lúc xiết chặt dây buộc, thợ lặn phải kiểm tra kỹ vị trí của dây hơi và dây tín hiệu, rồi dời xa vật treo buộc ở khoảng cách $\geq 20m$, sau đó mới phát tín hiệu cho thợ lái cầu nhắc lên. Khi nâng hoặc hạ những vật nặng (tải trọng lớn) và những kết cấu công kênh, cũng như khi nâng những vật

như khoang hàng, lồng cũi... thì thợ lặn phải lên khỏi mặt nước. Khi làm việc cùng với súng phun nước, thì thợ lặn phải ở cách xa chúng $\geq 20\text{m}$ để tránh tia nước bắn vào.

Khi vận tốc dòng chảy lớn ($> 1,5\text{m/s}$) và không có thiết bị bảo vệ, thì thợ lặn có thể chỉ thực hiện những công việc nhẹ nhàng (cố định dây, xiết bulông v.v...). Với công việc nặng hơn, thì cần có kết cấu ngăn cách, ví dụ thùng lặn (hình 1-8).

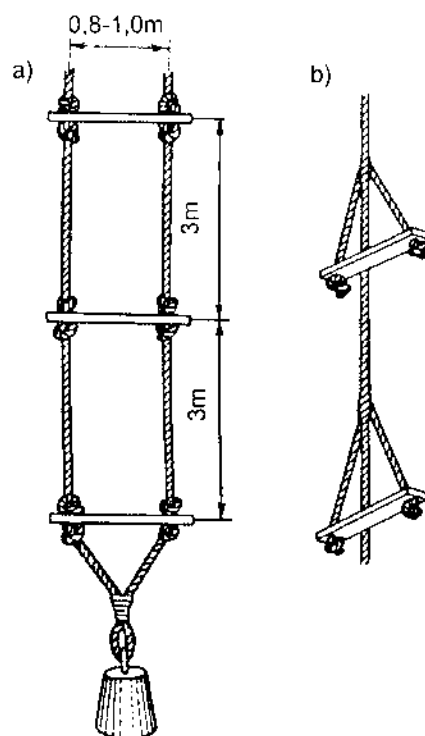


Hình 1-8. Kết cấu ngăn cách có vỏ kim loại
1- Tắm; 2- Dây; 3- Cầu nổi.

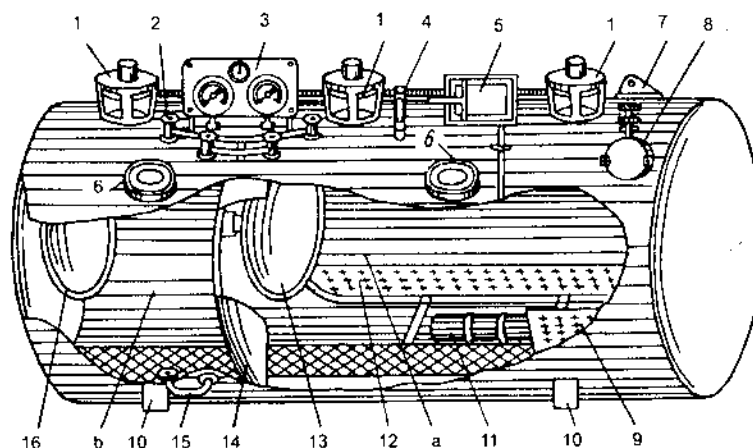
Để đưa thợ lặn lên khỏi mặt nước, người ta sử dụng ghế (ván treo) giảm áp (hình 1-9), được thực hiện theo sự chỉ huy của thợ lặn hay của trạm trưởng.

Tốc độ lên không được vượt quá $1-1,5\text{ m/ph}$; khi độ sâu lặn lớn hơn 10m , thì quá trình lên của thợ lặn được thực hiện có những chỗ dừng. Khi lên nhanh từ độ sâu lớn hơn $12,5\text{m}$ thì thợ lặn có thể bị ốm do bệnh giảm áp.

Sự trợ giúp đầu tiên: thợ lặn cần phải ở trong buồng nén lại (hình 1-10), hoặc lại xuống nước. Áp lực ở trong buồng được tăng đến 5atm , sau đó giảm từ từ đến áp suất khí quyển. Cùng với phương pháp này, có thể áp dụng những phương pháp đẩy nhanh khí Nitơ ra khỏi cơ thể. Thuộc về những phương pháp này là hô hấp bằng oxy, phương pháp chữa bệnh bằng nhiệt (bể tắm nước nóng, uống nước giải nhiệt, massage).



Hình 1-9. Ghế giảm áp
a- Ghế thường; b- Ghế đơn giản.



Hình 1-10. Buồng nén lại

a- Phần ngăn cách của buồng; b- Buồng đốt trước; 1- Nguồn sáng; 2- Van cung cấp và chuyển không khí; 3- Bảng đồng hồ đo; 4- Van bảo hiểm; 5- Bảng phân phối điện; 6- Cửa sổ lấy ánh sáng; 7- Máu nâng; 8- Cống (lấy, xả) nước; 9- Cái bệ; 10- Vấu; 11- Lò điện; 12- Giường; 13- Cửa chuyển tiếp; 14- Vách ngăn; 15- Van xả; 16- Cửa vào.

1-7. MỘT SỐ TAI BIẾN THƯỜNG GẶP CỦA THỢ LẶN VÀ CÁCH XỬ LÝ

1. Thủng màng nhĩ, đau xoang

Hiện tượng: đang lặn, thấy đau tai, nhức đầu.

Xử lý: Phải ngoi lên, làm thao tác thông vòi nhĩ, hết đau mới tiếp tục lặn.

Để đề phòng xảy ra tình trạng trên, thì thợ lặn không được xuống nước khi có triệu chứng nhức đầu, sổ mũi, viêm tai, viêm họng và không được nút bông vào tai khi lặn.

2. Bệnh giảm áp

Do giảm áp quá nhanh khi đang lặn sâu, hoặc ở lâu quá dưới nước sẽ phát sinh hiện tượng có bong bóng trong máu, trong các tổ chức tế bào, trường hợp nặng có thể làm tắc mạch máu.

Triệu chứng:

- Khi nhẹ: những nốt mẩn ngứa nổi lên ở từng vùng trên cơ thể, đau trong bắp thịt, khớp xương.

- Nặng: mệt mỏi, kiệt sức, rối loạn tuần hoàn, hô hấp.

Xử lý: nhanh chóng đưa bệnh nhân vào buồng áp suất để điều trị tăng giảm áp lực.

Để đề phòng bệnh này, thợ lặn không được lên mặt nước với tốc độ lớn hơn qui định.

3. Say khí Nitơ

Hiện tượng này thường xảy ra khi lặn với áp suất cao (khi lặn sâu hơn 50m).

Triệu chứng:

Mới đầu cảm thấy như say rượu nhẹ, sau đó chóng mặt, không xác định được phương hướng di chuyển. Trường hợp nặng, có thể bị ngất.

Xử lý:

Khi thấy xuất hiện tình trạng say Nitơ phải ngừng lặn trong vài phút, nếu thấy không ổn thì phải cho thợ lặn lên khỏi mặt nước. Thông thường sau khi lên khỏi mặt nước hiện tượng say Nitơ biến mất, không để lại di chứng gì.

Để đề phòng hiện tượng say Nitơ thì khi lặn tránh để ngã xuống hố, không nên lặn xuống với tốc độ quá nhanh, không để hơi ép bị truyền ngược lại.

4. Bị ép lồng ngực

Trường hợp này thường xảy ra khi lặn xuống quá nhanh không kịp truyền đủ khí nén để đảm bảo lượng không khí cần thiết trong áo lặn cho thợ lặn làm việc dưới nước, khí nén bị truyền gián đoạn, hoặc do thợ lặn không thành thạo xả van hơi qua đầu, hay lúc lên mặt nước, thợ lặn bất ngờ bị tuột tay khỏi thang, rơi xuống đất đột ngột, gây nên bị ép lồng ngực.

Triệu chứng:

Khó thở, máu dồn lên đầu, gây chảy máu tai, mũi, họng, xung huyết niêm mạc mắt, hoặc ho ra máu.

Xử lý:

Cho thợ lặn lên khỏi mặt nước và nghỉ một thời gian, nếu nhẹ thì sẽ khỏi.

Trường hợp nặng phải nhanh chóng tháo bỏ quần áo lặn. Nếu ngừng thở, phải tiến hành cấp cứu, làm hô hấp nhân tạo, nếu có triệu chứng của bệnh giảm áp phải đưa bệnh nhân vào buồng tăng giảm áp suất để điều trị.

Chương II

HÀN VÀ CẮT KIM LOẠI DƯỚI NƯỚC

2.1- KHÁI NIỆM CHUNG

Hàn và cắt kim loại dưới nước được áp dụng khi sửa chữa đường ống, gia cố kết cấu kim loại, đắp vá chỗ thủng ở vòng vây cọc ván thép, và các phương tiện nổi, khi hoàn thiện sửa sang kết cấu kim loại v.v...

Việc hàn và cắt kim loại ở dưới nước có những đặc trưng riêng của nó, và phương pháp thực hiện cũng khác với khi hàn, cắt ở trên mặt nước.

Trong điều kiện dưới nước, người ta chỉ áp dụng hàn hồ quang điện thủ công với que hàn nấu chảy. Trong những năm gần đây đã bắt đầu áp dụng phương pháp hàn bán tự động với dây hàn mảnh được đưa vào vùng hồ quang của khí cacbonic.

Việc cắt kim loại ở dưới nước được thực hiện bằng những phương pháp sau:

Cắt bằng oxy là đốt nóng chảy kim loại bằng ngọn lửa oxy. Để đốt nóng kim loại dùng ngọn lửa của nhiên liệu lỏng (cắt bằng xăng - oxy), của hydro (cắt bằng hydro - oxy), và axetylen (cắt bằng oxy - axetylen).

Cắt bằng hồ quang điện là nấu chảy kim loại bằng cung lửa điện.

Cắt bằng oxy - điện dựa trên tác dụng đồng thời của sự đốt nóng bằng hồ quang điện và đốt nóng bằng tia lửa của oxy.

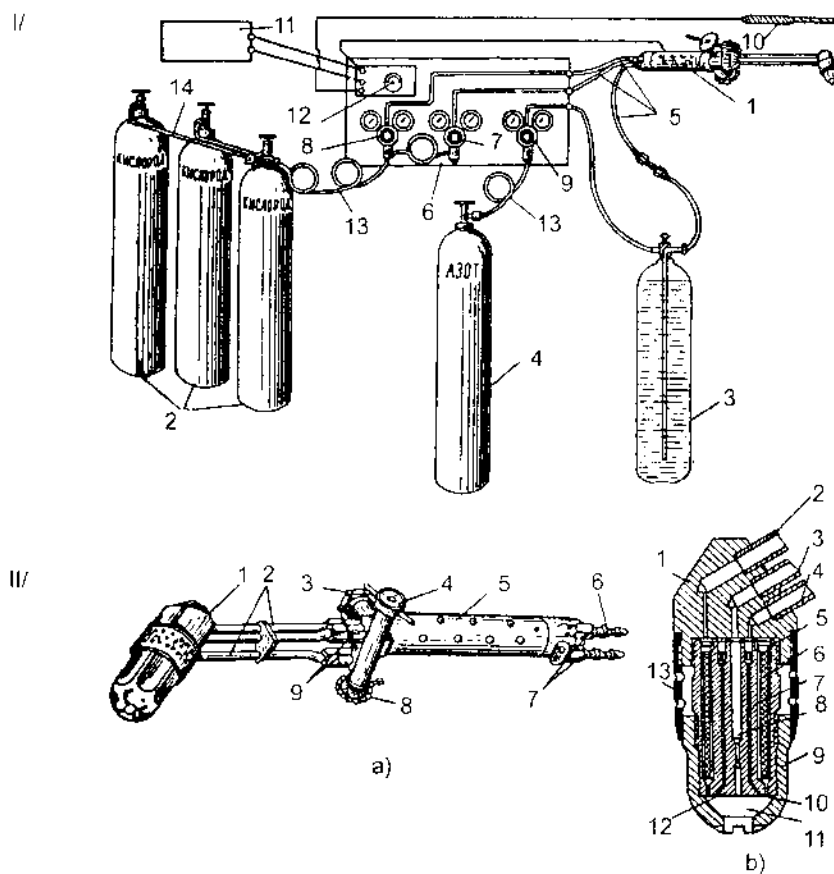
2.2- CẮT BẰNG ÔXY

Cắt bằng xăng -oxy là dạng phổ nhất của phương pháp cắt bằng oxy. Nó dựa trên phép biến đổi hóa học của kim loại với năng lượng tách vật phẩm của nó ra khỏi rãnh cắt một cách cưỡng bức. Để đốt nóng kim loại thì tốt hơn cả là dùng xăng máy bay là nhiên liệu chính. Tính chất của một số xăng nhẹ là bốc hơi thành dòng khí khi ở nhiệt độ bình thường. Sự tăng vận tốc bốc hơi đạt được là do những bụi xăng rất nhỏ trong dòng oxy và sự bốc hơi của nhiên liệu cháy ở trong dòng của nó.

Để cắt bằng xăng - oxy, người ta sử dụng thiết bị БУПР (hình 2-1). Đầu mỏ cắt có miệng phun bột đồng ở bên ngoài. Thiết bị này có thể cắt thép dưới nước có chiều dày đến 100mm. Với ống dẫn oxy bằng cao su bọc thép, cho phép có thể cắt kim loại ở độ sâu 30m.

Để cắt những bộ phận thép hình, mà phải cắt từ bên trong với những góc khác nhau, thì phải dùng thiết bị cắt БКР-2, tạo cho miệng cắt có dạng mũi nhọn.

Được sử dụng phổ biến hơn là thiết bị cắt БКПНР-4. Ở nó, trong đường rãnh của buồng phun mù, miệng cắt được đặt vành gôm, vành này bảo vệ phần đường ra và tiếp nhận sự đốt nóng của ngọn lửa. Đặc điểm đó cho phép sử dụng thiết bị này để thi công dưới nước và trên nước.



Hình 2-1. Thiết bị БКПНР

I- Sơ đồ lắp ráp: 1- Thiết bị cắt; 2- Bình oxy; 3- Bình xăng; 4- Bình nitơ; 5- Ống mềm; 6- Bàn điều khiển; 7- Van giảm áp suất; 8- Van giảm áp oxy cắt; 9- Van giảm áp nitơ; 10- Cái bật lửa điện; 11- Ác qui; 12- Vôn kế; 13- Ống xoắn; 14- Ống góp.

II- Bộ phận cắt: a- Dạng chung: 1- Đầu; 2- Ống nối; 3- Van cấp xăng; 4- Van cấp oxy để cắt; 5- Cán; 6- Vít dầu; 7- Ống nối; 8- Van cấp oxy đốt nóng; 9- Kết cấu trung gian nối đầu với thân thiết bị cắt; b- Mặt cắt của phần đầu: 1- Thân, 2- Ống cấp xăng; 3- Ống cấp oxy; 4- Ống cấp oxy đốt nóng; 5- Vòng đệm dạng lưới; 6- Cần điều chỉnh xăng; 7- Thiết bị phun; 8- Rãnh trung tâm; 9- Miệng phun; 10- Lỗ ra của oxy; 11- Buồng hỗn hợp; 12- Lỗ ra đối với xăng; 13- Vành làm nguội.

Trong trường hợp nguy hiểm, xảy ra sự bốc cháy của nhiên liệu lỏng ở trên mặt nước, hoặc khi cần thiết cắt với chất lượng cao, thì người ta áp dụng phương pháp cắt bằng hydro - oxy, được thực hiện bởi thiết bị YPIP. Mỏ cắt của thiết bị này được trang bị mỏ phụ. Sự xuyên lỗ được tạo thành giữa đầu cắt và mỏ phụ để bảo vệ ngọn lửa, khi dòng không khí hay ôxi được thổi vào.

Cắt bằng xăng - oxy được áp dụng tốt nhất đối với thép cacbon, để cắt thép dải, thép tấm và các tập bản thép có chiều dày tổng cộng không quá 100mm. Dạng cắt này cho năng suất cao, khe hở của mép trên nóng chảy có bề rộng không đổi. Phương pháp cắt này không yêu cầu năng lượng điện, chỉ cần có xăng và oxy. Tuy nhiên khi cắt ở độ sâu không lớn thì trên mặt nước, đôi khi xuất hiện màng xăng có thể gây cháy. Vì thế không nên áp dụng phương pháp này ở chỗ có chiều sâu nước < 10m.

Cắt bằng hydro- oxy cũng được áp dụng tốt đối với thép cacbon và nó cũng có những ưu điểm tương tự như phương pháp cắt bằng xăng-oxy. Dạng cắt này cho chất lượng khe cắt cao: mép cắt vát nhọn, nhẵn và đều. Nhược điểm là khó điều chỉnh hỗn hợp cháy, năng suất cắt không cao, có khả năng tạo nên hỗn hợp khí nổ nguy hiểm. Vì thế không nên áp dụng ở không gian kín hay ở những hố nước hạn chế.

2.3- CẮT BẰNG HỒ QUANG ĐIỆN

Thực chất của phương pháp cắt bằng hồ quang điện là dưới tác động nhiệt của việc phóng tia lửa điện, tạo thành giữa đầu que hàn và kim loại làm cho kim loại nóng chảy.

Để cắt bằng hồ quang điện ở dưới nước, người ta sử dụng que hàn có lớp phủ đặc biệt, lớp phủ này cần có dẫn tính, không nở ra trong nước và tạo thành "tấm che" khi hàn, tạo khả năng cháy của cung lửa diễn ra ổn định.

Để chế tạo que hàn dùng cho cắt và hàn dưới nước, người ta sử dụng thép sợi mác C_B-08 và C_B-08A. Que hàn để cắt dưới nước được phủ một lớp thuốc hàn dày 1,2 -2mm, đảm bảo khi cắt tạo thành "tấm che" đều đặn

Thuốc bọc que hàn được coi là tốt, có thành phần tính theo % trọng lượng như sau:

Vảy sắt 56

Đá phấn 38

Ximăng poóclan 6

Thành phần khác của thuốc bọc que hàn, cũng có thể coi là tốt (tính theo % trọng lượng):

Miniumsắt 57

Bột phấn 37

Ximăng..... 2

Muối bedole 4

Người ta cho thêm vào hỗn hợp khô, thủy tinh lỏng với khối lượng bằng 30% của trọng lượng hỗn hợp và hòa với nước đến khi có được chất bột nhão với nồng độ thích hợp.

Khi hàn, cát dưới nước có chứa hàm lượng muối đáng kể, thì để cách ly nước, đối với que hàn, người ta dùng parafin, sơn bakelit, sơn nitro, sơn peclovinin.

Để cắt kim loại bằng cung lửa, có thể sử dụng máy hàn, có điện áp không tải 40 ~ 60 vôn và cường độ dòng điện 500 - 600A. Đôi khi để có được dòng điện cần thiết, người ta đấu song song một số máy.

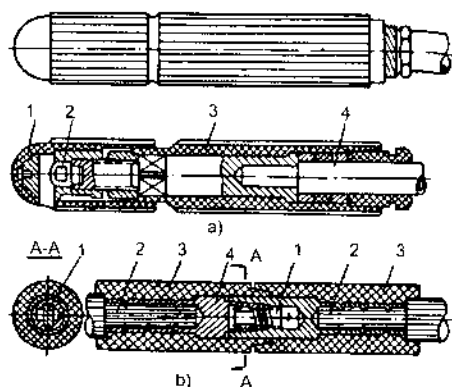
Để làm nguồn cung cấp dòng điện xoay chiều, người ta dùng tổ hợp máy hàn gồm máy biến áp, và bộ điều chỉnh dòng điện. Những máy biến thế hàn thường có điện áp sơ cấp 200/380V (đôi khi tới 500V), còn điện áp thứ cấp là 60V. Máy biến thế kiểu CTH-450 dùng để cắt dưới nước, có điện áp 70/90V.

Ngoài những máy của dòng điện xoay chiều, kiểu CTH, để hàn và cắt dưới nước, người ta cũng sử dụng những máy kiểu CTĐ.

Khi hàn và cắt dưới nước, chỉ sử dụng dòng điện xoay chiều trong trường hợp bất đắc dĩ, bởi vì nó gây tác động có hại đến cơ thể con người. Tác dụng kích thích do nó gây ra ở dưới nước lớn gấp 3-4 lần so với dòng điện một chiều.

Động cơ điện dùng cho hàn và cắt bằng hồ quang điện dưới nước cần phải thuận tiện khi làm việc ở mọi vị trí trong không gian, đảm bảo sự tiếp xúc chặt của bộ phận tải điện của nó với que hàn và đảm bảo thay nhanh que hàn và cách điện tốt.

Hiện nay, để hàn và cắt dưới nước, thường dùng kim hàn điện loại ЭПC-2 (hình 2-2a) có kết cấu vững chắc. Nó là thanh tải điện bằng đồng thanh hay đồng thau có lỗ ở một đầu cho cấp hàn, và ren ở đầu kia để vặn cốc đồng. Thanh ở bên trong tay cầm bằng nhựa tectolit, tạo thành thân kim hàn. Ở thanh tải điện có hàn mẫu cấp mác HP111M hay P111M có tiết diện 50mm², dài 1,5m có đầu cấp hay khớp nối đặc biệt (hình 2-2b). Khớp nối đảm bảo nối nhanh và khít hoàn toàn. Để nối cấp thì trực chốt đã phay có ren nối với ổ đệm.



Hình 2-2. Thiết bị để hàn tay

a- Cái cặp que hàn kiểu ЭПC-2:

1- Phần đầu; 2- Đinh ốc tiếp xúc;

3- Phần thân; 4- Cáp.

b- Hộp nối cáp hàn: 1-Trục khớp;

2- Cáp hàn; 3- Lớp cách điện bằng cao su;

4- Ổ - đai ốc.

Nói chung cắt bằng hồ quang điện là phương pháp đơn giản nhất, nhưng nó đòi hỏi phải có các thiết bị chuyên dụng và que hàn phải có thuốc bọc đặc biệt, chi phí lớn năng lượng điện

và que hàn, hiệu quả sản xuất và hiệu quả kinh tế thấp, chất lượng cắt không cao: vết cắt không phẳng, có lẫn đọng kim loại nấu chảy.

Cắt bằng hồ quang điện được áp dụng với kim loại bất kỳ, khi chiều dày của chúng $\leq 30\text{mm}$. Cùng với sự tăng chiều dày của kim loại, thì tốc độ cắt giảm nhanh (xem đồ thị trên hình 2-3). Khi chiều dày thép là 5-6mm thì tốc độ cắt bằng 9 ~10m/h; khi chiều dày thép là 25mm, thì tốc độ cắt là 1,5m/h; khi chiều dày thép là 55-60mm thì tốc độ cắt là 0,25-0,3m/h.

Ưu điểm của phương pháp này là làm việc thuận lợi, và ít nguy hiểm. Thiết bị chính được sử dụng để cắt, cũng có thể sử dụng để hàn.

Áp dụng phương pháp này là hợp lý, khi khối lượng cắt nhỏ, kim loại không dày lắm, đặc biệt trong việc kết hợp với hàn dưới nước, không nên áp dụng khi yêu cầu chất lượng cao và đòi hỏi hiệu suất cắt cao.

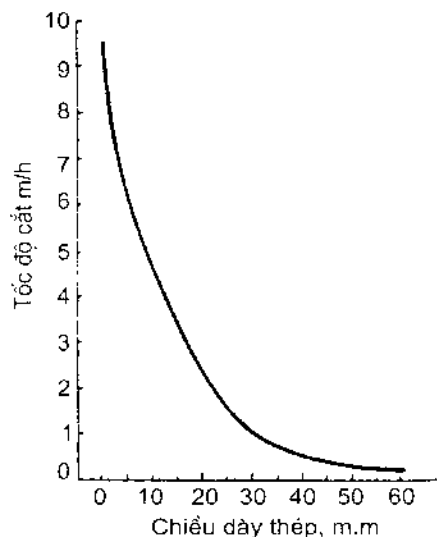
2.4- CẮT BẰNG ĐIỆN - ÔXY (Xem hình 2-4)

Cắt bằng điện - ôxy cũng là phương pháp đơn giản sử dụng đồng thời cung lửa điện và tia cắt của ôxy ép vào kim loại.

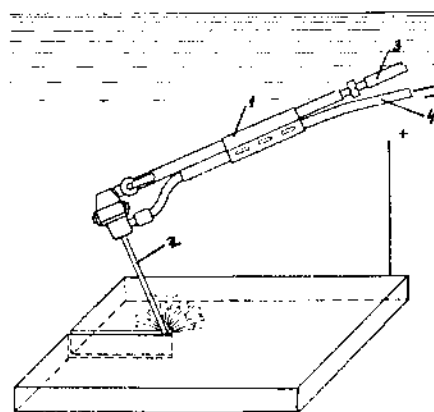
Phương pháp này kết hợp được những ưu điểm của phương pháp cắt bằng hồ quang và cắt bằng ôxy. Nó không đòi hỏi cường độ dòng điện phải lớn, lượng tiêu thụ ôxy cũng không nhiều, có thể cắt kim loại có chiều dày $\leq 120\text{mm}$ ở độ sâu $\leq 100\text{m}$.

Khi cắt bằng điện - ôxy, kim loại nấu chảy chảy trong ôxy, ngoài ra tia ôxy có tác dụng thổi nguội kim loại nấu chảy. Que hàn sử dụng có dạng ống, đường kính 6~8mm, bên trong có lỗ đường kính 1,5-2mm, theo đó ôxy được cung cấp. Mặt ngoài que hàn được phủ một lớp thuốc hàn, có thành phần như thuốc hàn của que hàn dùng để cắt bằng hồ quang.

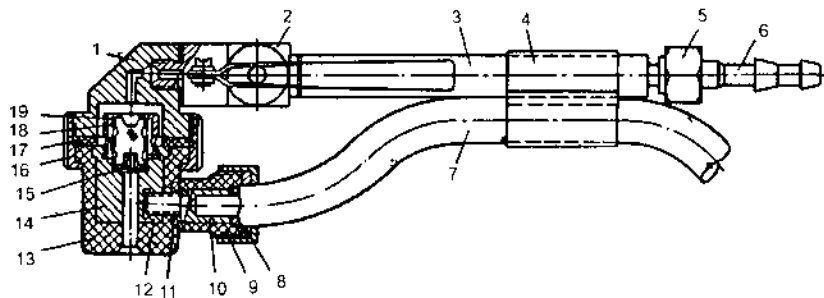
Để cắt bằng điện - ôxy ở dưới nước, người ta sử dụng kìm hàn có kết cấu đặc biệt, đảm bảo kẹp chặt que hàn, nối nó vào mạch điện công tác và dẫn ôxy vào lỗ rỗng của que hàn (hình 2-5)



Hình 2-3. Tốc độ cắt bằng hồ quang ở dưới nước



Hình 2-4. Cắt kim loại dưới nước
1- Mỏ cắt; 2- Que hàn; 3- Dây mềm dẫn ôxy; 4- Dây mềm dẫn điện.

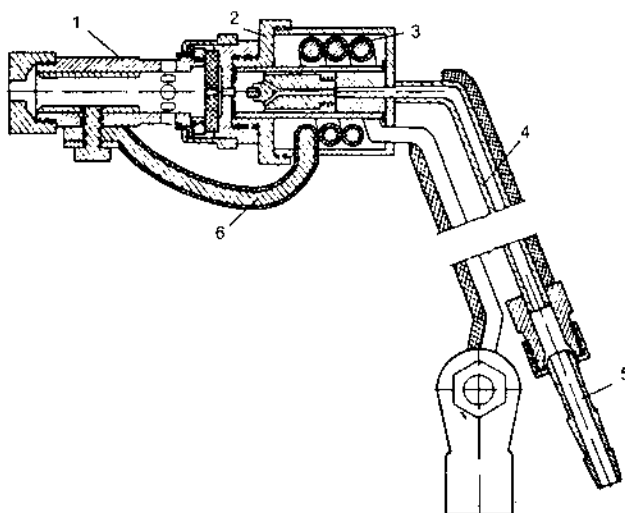


Hình 2-5. Kim hàn loại ЭКД.4-60

1- Thân; 2- Van oxy có cần gạt; 3- Ống; 4- Ống lồng; 5, 9, 16- đai ốc liên kết;
6- Ống chèn; 7- Cáp hàn; 8- Vòng đệm bút kín; 10- Ống lót, 11, 15, 17- Tấm đệm;
12- Tiếp điểm; 13- Cốc cách ly; 14- Đầu; 18- Buồng dập tia lửa; 19- Nắp chụp.

Để điều khiển việc cung cấp oxy vào cung lửa, thì ở kim hàn bố trí van có tay gạt để điều chỉnh lượng cung cấp oxy. Ở đầu kim hàn bố trí buồng dập tia lửa để đề phòng cháy chi tiết đầu kim hàn khi có giọt kim loại nóng chảy rơi vào.

Ở vùng nước ngọt, thì mỏ cắt (hình 2-6) có bộ phận cung cấp oxy tự động được sử dụng có kết quả. Thiết bị này khác với thiết bị đã mô tả ở trên là việc cung cấp oxy vào vùng hồ quang chỉ thực hiện vào lúc cháy của tia hồ quang và ngừng cung cấp oxy khi tắt nó. Thiết bị này cũng thuận tiện trong sử dụng và cho phép giảm lượng tiêu thụ oxy đến 25%, đồng thời nâng cao được năng suất của thợ lặn.



Hình 2-6. Mỏ cắt bằng điện-oxy

1- Phần dầu; 2- Thanh nối; 3- Ống xoắn; 4- Cán; 5- Ống nối dẫn oxy; 6- Thanh dẫn.

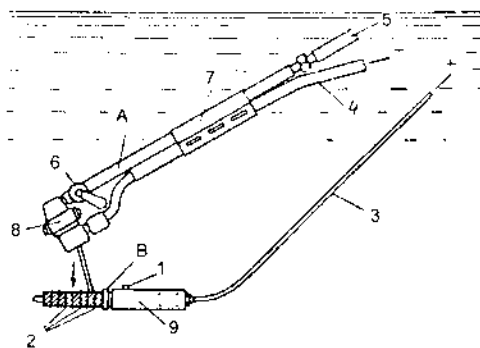
Cắt bằng điện - oxy thường được thực hiện khi dùng dòng điện một chiều với cực tính thuận (cực âm ở que hàn). Trị số của dòng điện công tác phụ thuộc vào chiều dày kim loại, xác định theo số liệu cho trong bảng 2-1.

Bảng 2-1. Trị số cường độ dòng điện công tác

Chiều dày thép, mm	Cường độ dòng điện, A	Áp lực công tác của oxy, kG/cm ²
5 - 10	300 - 320	3 - 4
10 - 20	320 - 340	4 - 5
20 - 50	340 - 360	5 - 6
50 - 80	360 - 375	6 - 7
Tập bản thép dày đến 100mm	400 - 500	6 - 8

Chú thích: Điện áp của dòng điện thường là 40V.

Thợ lặn ở dưới nước phải ngăn chặn sự di chuyển tự do của oxy nhờ van (xem hình 2-7). Sau đó, đánh dấu chỗ cắt và đưa oxy vào và truyền tín hiệu "cấp dòng điện", que hàn tiếp xúc với kim loại cắt và việc cắt nó được thực hiện. Dòng điện có cường độ 250 - 300A, lượng tiêu thụ oxy là 6-10m³/h, nghĩa là ít hơn 4 ~5 lần so với cắt bằng oxy.



Hình 2-7. Sơ đồ môi lửa của thiết bị cắt dưới nước

- A- Thiết bị cắt; B- Cái môi lửa bằng điện;
 1- Nút ấn công tắc điện; 2- Những tấm lá đồng phát tia lửa; 3- Dây dẫn điện;
 4- Ống mêm lấy điện; 5- Ống dẫn oxy;
 6- Van; 7- Tay cầm; 8- Thân của thiết bị cắt;
 9- Tay cầm của cái môi lửa điện.

Nhược điểm của phương pháp này là chi phí lớn que hàn, tần số thay đổi, những nhược điểm đó gây tổn thất thời gian đáng kể.

Phương pháp điện - oxy có thể cắt thép có thành phần khác nhau. Cắt gang và kim loại màu thì cho kết quả kém hơn.

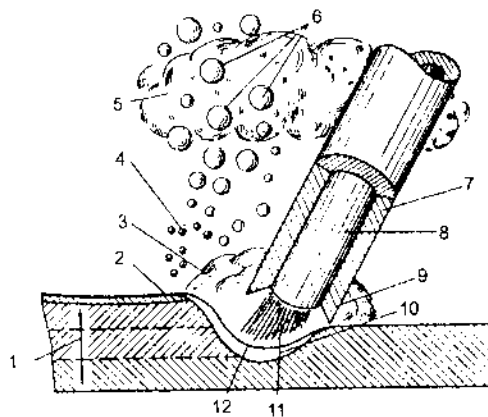
Thiết bị điện dùng cho cắt cũng tương tự như khi dùng cho hàn.

Phương pháp cắt kim loại ở dưới nước bằng điện - oxy là hợp lý khi khối lượng công tác cắt lớn đáng kể, đặc biệt khi kết hợp nó với hàn dưới nước.

2.5- HÀN

Khi hàn ở dưới nước, thì hồ quang điện (cung lửa điện) là nguồn nhiệt nấu chảy kim loại của que hàn và của vật hàn. Cung lửa cháy dưới nước có một số đặc điểm khác với cung lửa điện cháy trong không khí: bọt khí bao quanh cung lửa, sự nấu chảy và chuyển dịch của kim loại que hàn, sự phụ thuộc của cung lửa vào một số yếu tố như chiều sâu nước, độ thấm muối của nước v.v...

Dưới tác dụng nhiệt của cung lửa, kim loại bị nấu chảy ở một độ sâu xác định (hình 2-8).



Hình 2-8. Sơ đồ cháy của cung lửa hàn ở dưới nước

- 1- Độ hàn sâu; 2- Xi hàn;
- 3- Bọt khí ở xung quanh cung lửa;
- 4- Xi toé (hoa lửa);
- 5- "Mây"; 6- Bọt khí; 7- Thuốc bọc que hàn;
- 8- Lõi que hàn; 9- Tắm chắn;
- 10- Chậu kim loại nóng chảy;
- 11- Cung lửa; 12- Miệng hàn.

Độ sâu này phụ thuộc vào hàng loạt những yếu tố công nghệ: chế độ dòng điện, đường kính que hàn, độ sâu nhúng chìm thiết bị hàn, vị trí không gian v.v... Độ sâu, tại đó kim loại bị nấu chảy gọi là độ sâu hàn. Độ sâu hàn là một trong những tiêu chuẩn chất lượng hàn, độ sâu hàn càng lớn thì chất lượng hàn càng cao. Nên tiến hành hàn dưới nước ở cung lửa ngắn, chiều dài của nó không vượt quá đường kính của que hàn, nếu không quá trình hàn sẽ không ổn định.

Do tác động làm nguội và tách nước thành oxy và hydro cũng như tăng cao áp lực, dẫn đến cần thiết phải chi phí năng lượng lớn để duy trì cung lửa so với năng lượng cần thiết khi hàn trong không khí.

Dòng điện để điều hòa tổn thất khi hàn dưới nước tăng 10% so với khi hàn trong không khí (khi hàn điện dưới nước nên sử dụng dòng điện một chiều, nó đảm bảo cho cung lửa được ổn định). Mặt khác để cung lửa có thể được kích thích dễ dàng và ổn định, thì thuốc phủ que hàn trong thời gian cháy của cung lửa phải tạo thành tắm chắn ở đầu dưới của que hàn và có chất tạo cho hơi nước ion hóa dễ dàng.

Có nhiều chất phủ đối với que hàn dưới nước. Để hàn thép ít cacbon, thì phổ biến nhất là dùng que hàn có tỉ lệ thành phần (tính theo % trọng lượng như sau):

Bột sắt	85
Bột đá phấn	10
Muối đỏ.....	5

Thêm vào 30% (tính theo trọng lượng) thủy tinh lỏng và trộn kỹ với hỗn hợp khô đó:

Thuốc phủ titan là loại có chất lượng tốt nhất. Thành phần của nó (tính theo % trọng lượng) như sau:

Tinh quặng titan	48
Phenspát	48
Muối đỏ.....	4

Thủy tinh lỏng cũng được cho vào với khối lượng bằng 30% trọng lượng của hỗn hợp khô.

Để hàn gang, nên dùng thuốc phủ que hàn có thành phần theo tỉ lệ % trọng lượng như sau:

Ferosilic	45
Fenspat	20
Bột sắt	15
Grafit.....	15
Bột nhôm.....	5

Bột nhão, pha loãng trong thủy tinh lỏng được quét thành 2 lớp.

Để hàn dưới nước, người ta sử dụng kim hàn có kết cấu như kim hàn dùng cho cắt bằng hồ quang điện ở dưới nước.

Chế độ hàn (đường kính que hàn, dòng điện hàn và tốc độ hàn) phải chọn như thế nào để loại trừ được khả năng cắt và hàn không thấu.

Để tính toán sơ bộ chế độ hàn dưới nước có thể sử dụng công thức:

$$I = k.d$$

Trong đó:

I- cường độ dòng điện, A;

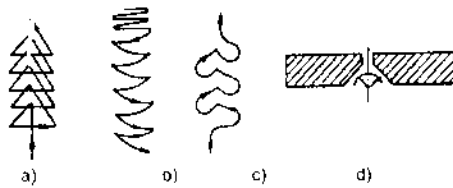
d- đường kính que hàn, mm;

k- hệ số tỉ lệ, bằng 50-60 đối với đường hàn ở dưới nước, bằng 40-50 đối với đường hàn đứng và đường hàn ngửa.

Khi có sự tiếp xúc của que hàn với vật hàn, sẽ phát sinh cung lửa điện. Sau sự xuất hiện đó, thợ lặn phải ngay lập tức kéo que hàn ra cách mặt kim loại hàn chừng 2 ~ 3mm để duy trì cung lửa và di chuyển đều đặn que hàn theo mạch hàn. Việc hàn dưới nước được tiến hành cũng như hàn trên khô, trong đó dây dẫn dương có tiết diện $\Phi 50\text{mm}^2$ của máy hàn được hàn

đánh vào vật hàn, còn dây dẫn âm cũng có tiết diện như vậy, được nối bằng cách kẹp vào kim hàn, đầu que hàn được di chuyển theo kiểu dao động tịnh tiến theo vật hàn và phải bảo toàn chiều dài không đổi của cung lửa hàn (chiều dài của cung lửa yêu cầu phải bằng 2 - 3 mm và không được lớn hơn đường kính que hàn). Tốc độ di chuyển que hàn ở dưới nước nhanh hơn một chút so với khi hàn trong không khí.

Nguyên tắc dịch chuyển que hàn khi hàn ở dưới, chỉ rõ trên hình 2-9. Ở phía dưới (vị trí thấp), góc nghiêng của que hàn trong phương dịch chuyển phải đạt 60° , còn trong phương đứng là $80 - 90^{\circ}$. Khi hàn mối hàn ở bề mặt thẳng đứng, thì cường độ dòng điện giảm 10% so với hàn ở vị trí thấp.



Hình 2-9. Di chuyển que hàn khi hàn mối hàn đối đầu có gia công mép dạng chữ V

- a, b- Di chuyển que hàn ở vị trí thấp;
c- Di chuyển que hàn ở vị trí thẳng đứng;
d- Di chuyển que hàn ở vị trí trên cùng (trần nhà).

Hàn mối hàn ngửa trong điều kiện ở dưới nước là khó khăn nhất. Trong trường hợp đó, đặt que hàn nghiêng dưới góc $75 - 80^{\circ}$ với mặt phẳng hàn khi chiều dài cung lửa không đổi.

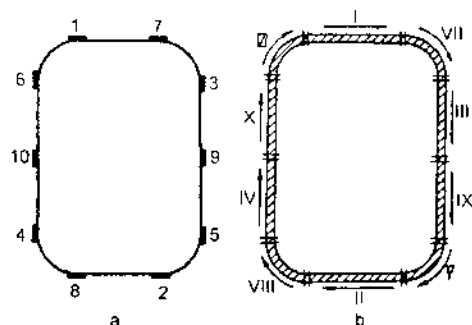
Tiến hành hàn nối bằng cách hàn đắp nối tiếp (liên tục) những đường hàn song song. Khi đó, mỗi đường hàn tiếp sau phải phủ lên đường hàn trước $1/3 - 1/2$ bề rộng của nó. Đường hàn tiếp sau được hàn chồng lên đường hàn trước với bề mặt đã được làm sạch cẩn thận, không có xỉ hàn.

Ở dưới nước, mối hàn giáp mối ít được áp dụng, bởi vì trong điều kiện khó nhìn, thợ lặn điều khiển que hàn dễ bị chệch từ trục đường chuyển ra một trong những mép hàn, bỏ lại chỗ khác, hàn không thấu. Mối hàn chồng ở dưới nước được dùng phổ biến nhất. Nó có ưu điểm là mép kim loại chìa ra là đường dẫn cho que hàn dịch chuyển, nên giảm nhẹ đáng kể việc điều chỉnh chuẩn xác đường hàn khi khó nhìn. Hàn lỗ đinh tán được thực hiện bằng đường hàn ốp theo mép lỗ khi cung lửa không bị đứt và phải hàn vòng quanh không nhỏ hơn $1/2$ chu vi của đầu đinh tán, sau đó hàn phần còn lại. Yêu cầu hàn đầu và cuối mối hàn ra ngoài phạm vi của nó 5mm.

Hàn khe nứt được tiến hành theo kiểu hàn tiếp giáp. Để vết nứt không bị kéo dài do ứng suất tạo nên khi hàn, thì ở đầu vết nứt phải khoét lỗ, còn ở mép vết nứt thì phải tẩy sạch gỉ và mài cùn đi. Sau đó hàn đắp mối hàn ở khe nứt và hàn vá lỗ đã khoét ở đầu vết nứt.

Việc hàn vá ở vòng vây cọc ván thép, phao hay tàu thuyền v.v... thường được tiến hành tốt

hơn, công việc được thực hiện theo trình tự. Đầu tiên cắt mép biến dạng của lỗ thùng. Sau đó, hàn gá miếng vá phù hợp, hoặc kẹp nó vào mép để điều chỉnh cho miếng vá ép chặt vào chỗ sửa chữa. Người ta hàn đính miếng vá từng đoạn 20 - 25mm, cách nhau 200 - 300 mm, sau đó hàn nối theo thứ tự chỉ rõ trên hình 2-10.



Hình 2-10. Thứ tự hàn đính và hàn nối những miếng vá hình chữ nhật ở dưới nước

a- Thứ tự hàn đính;

b- Thứ tự và hướng hàn nối;

I-10 - Thứ tự hàn đính;

*I-X- Thứ tự hàn nối
(mũi tên chỉ chiều hàn nối).*

Chương III

NỔ MÌN DƯỚI NƯỚC

3.1- CÁC LOẠI THUỐC NỔ

1. Thuốc đen: gồm có diêm tiêu (KNO_3) - 75%, than gỗ - 15%, lưu huỳnh - 10%. Trong đó, diêm tiêu cung cấp oxy, than gỗ làm chất cháy, lưu huỳnh vừa là chất cháy vừa là chất keo kết. Đó là một hỗn hợp có tính ổn định, khi gặp ánh nắng mặt trời và nhiệt độ cao, nó không bị phân hóa, nhưng nhạy cảm với sự chà xát, va chạm và tia lửa.

Nhược điểm của thuốc nổ đen là dễ bị ẩm, và khi bị ẩm 7 ~ 10% thì sẽ không nổ được. Do vậy, khi nổ mìn ở dưới nước, hay trong đất ẩm thì phải bọc thuốc đen trong một vỏ bọc không thấm nước.

Trong xây dựng, thường dùng thuốc nổ đen để khai thác đá, vì tác dụng phá nổ của thuốc này yếu, nên ít gây ra vết nứt trong các tầng đá đã được phá rời. Thuốc nổ đen còn dùng để chế tạo dây dẫn lửa.

2. Những thuốc gây nổ dùng để làm kíp nổ

a)- Fulminat thủy ngân [$\text{Hg}(\text{CNO})_2$]: là loại bột kết tinh, màu xám hoặc trắng. Ở nhiệt độ bình thường thì nó ổn định, nhiệt độ càng cao thì phân hóa càng nhanh, và nếu nhiệt độ lên đến 160 - 165^o thì nổ. Fulminat thủy ngân khô thì rất nhạy, thậm chí khẽ va chạm cũng có thể nổ, gặp ẩm thì độ nhạy giảm đi. Nếu độ ẩm tới 30% thì va chạm cũng không làm cho nổ được. Người ta lợi dụng đặc điểm này để vận chuyển nó.

b) Adit chì [$\text{Pb}(\text{N}_3)_2$] là loại bột kết tinh màu trắng, để lâu dưới ánh sáng sẽ biến thành màu vàng, độ nhạy đối với va chạm và tia lửa không cao như fulminat thủy ngân, nhưng sức gây nổ mạnh hơn, khi bị ẩm không mất khả năng nổ, ngay cả khi độ ẩm tới 30% cũng vẫn nổ được.

3- Những thuốc nổ phá vỡ có sức nổ mạnh

a)- Trinitrôpheninmêtin [$\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{NCH}_3\text{NO}_2$] là chất bột kết tinh, màu vàng nhạt, hầu như không tan trong nước và không ngấm ẩm, cho nên vẫn giữ được khả năng nổ khi bị ướt. Khi bị va chạm hay chà xát dễ cháy, và khi đã cháy thì rất có thể nổ. Loại thuốc này dễ bắt nổ và dễ truyền nổ sang các loại thuốc nổ khác, cho nên thường được dùng làm thuốc gây nổ thứ hai trong các kíp và khi trộn với fulminat thủy ngân thì dùng làm thuốc cho dây dẫn nổ.

b)- Trimetyltrinitrin ($(\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6)$) là chất kết tinh rắn, màu trắng, không mùi vị, không tan trong nước, khi bị đốt nóng đến 230^o thì nổ. Loại thuốc này cũng được dùng làm thuốc gây nổ thứ hai trong các kíp.

c)- Têtranitropentêrinin [$C(CH_2NO_2)_4$] là chất bột kết tinh màu trắng, không tan trong nước và không sợ ẩm, đốt cháy rất khó, nhạy cảm đối với tác động cơ, có tác dụng truyền nổ rất lớn (8400m/s), cho nên được dùng làm kíp và dây dẫn nổ.

4- Những thuốc nổ phá vỡ có sức nổ trung bình

a)- Trinitrotôluen [$C_6H_2(NO_2)_3CH_3$] là chất bột màu vàng hoặc nâu nhạt, không tan trong nước. Khi đốt ngoài khí trời thì dễ cháy, và nếu khối lượng nhỏ hơn 200g thì cháy mà không nổ. Khi đốt ở nơi kín thí dụ khối lượng nhỏ cũng vẫn nổ và phát sinh ra nhiều khí độc (ôxyt cacbon), cho nên loại thuốc nổ này chỉ sử dụng ở nơi thoáng ngoài trời và ngâm dưới nước. Trinitrotôluen ít nhạy cảm đối với va chạm và chà xát.

b)- Mêlinhit (hay trinitrôphenol) là chất rắn kết tinh, màu vàng sáng, nhạy cảm đối với va chạm và chà xát, đốt ngoài khí trời với khối lượng nhỏ thì cháy, nhưng không nổ. Khi nổ cũng sinh ra khí độc.

c)- Dinamit là hỗn hợp nitroglixêrin với nitrat kali hoặc nitratnatri, hay nitratamôn. Có thể chế tạo ra hàng loạt dinamit với số % nitroglixêrin khác nhau. Dinamit có thể lèn chặt khi đóng gói mìn. Điều này rất quan trọng khi phá nổ những loại đá rất cứng. Dinamit không sợ nước, không sợ ẩm, có thể dùng làm bộc phá dưới nước; khi nổ không sinh khí độc. Dinamit dễ nổ khi bị va chạm và chà xát, nhất là vào mùa đông, khi nhiệt độ thấp dưới $+8^{\circ}C$ thì nó kết tinh và càng dễ nổ hơn. Năng lực nổ của dinamit yếu dần khi để lâu.

5- Những thuốc nổ phá vỡ có sức nổ yếu

a)- Nitrat amôn là loại bột kết tinh màu trắng, dễ hòa tan trong nước, dễ ngấm ẩm hay vón cục và như vậy chất lượng thuốc bị giảm đi. Tùy theo các chất phụ gia cho thêm vào nitrat amôn, mà chế tạo ra được nhiều loại thuốc nổ khác, trong đó có thuốc nổ amônhit là loại thuốc ít nguy hiểm nhất.

b)- Amônhit, là loại thuốc bột do trộn nitrat amôn với các loại thuốc nổ khác và phụ gia. Thuốc amônhit không nhạy đối với chà xát, ít nhạy đối với va chạm và không chịu ảnh hưởng của sự thay đổi nhiệt độ, không bắt cháy khi gặp tia lửa. Nhược điểm của amônhit là dễ thấm ẩm với độ ẩm nhỏ (0,5 - 1,5%) thì amônhit đã vón cục và sức nổ kém đi, nếu độ ẩm lớn hơn 3% thì amônhit hoàn toàn không nổ nữa, cho nên khi dùng trong đất ẩm ướt, thì phải bọc thuốc bằng vải chống thấm tốt. Amônhit thường được sử dụng để phá vỡ các loại đá mềm.

c)- Thuốc nổ ôxy lỏng là hỗn hợp ôxy lỏng với các chất cháy có nhiều lỗ xốp để hấp thụ ôxy lỏng. Những chất cháy này là than bùn khô, mật cưa, bồ hóng v.v... Để tránh nguy hiểm, người ta vận chuyển ôxy lỏng và chất cháy riêng biệt đến nơi nổ mìn. Việc chế tạo thuốc nổ, ôxy lỏng được làm trực tiếp ngay ở dưới đáy lỗ khoan, sau đó phải tiến hành nổ ngay vì để lâu 30 - 40 phút thì ôxy có thể bốc hơi hết và mìn sẽ không nổ được nữa.

3.2- CÁC PHỤ KIỆN NỔ MÌN VÀ PHƯƠNG PHÁP GÂY NỔ

Có 3 phương pháp gây nổ mìn: gây nổ bằng lửa, gây nổ bằng điện và gây nổ bằng dây dẫn nổ.

1. Gây nổ bằng lửa. Theo phương pháp này phải đốt cháy dây dẫn lửa, lửa truyền đến kíp lửa với một tốc độ nhất định, sau đó kíp lửa sẽ làm cháy thuốc nổ. Cũng có thể dùng dây dẫn lửa trực tiếp gây nổ, nhưng hiệu quả của mìn sẽ không bằng khi có dùng kíp lửa.

a)- Dây dẫn lửa, là một loại dây đường kính 5 ~ 6mm, gồm có một sợi dây lõi, xung quanh là thuốc nổ đen ép chặt, bên ngoài quấn vài lớp vải, ngoài cùng quét nhựa chống ẩm.

Tốc độ cháy trung bình của dây dẫn lửa là 1cm/s, tốc độ cháy chậm vào khoảng 0,5cm/s. Để khỏi nhầm, người ta quét nhựa màu vàng cho dây dẫn lửa cháy chậm.

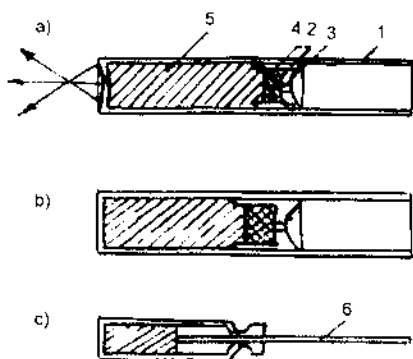
Khi sử dụng dây dẫn lửa cần chú ý phòng ẩm, phòng nhiệt, phòng dầu, và phòng cong gãy, vì thuốc đen bị ẩm sẽ mất hiệu lực, lớp bảo vệ chống ẩm bị tác dụng của nhiệt, hoặc bị dầu thấm vào trong sẽ làm thay đổi tốc độ cháy, hoặc nếu dây bị gãy cong thì tính đồng đều sẽ bị phá hoại.

b)- Kíp lửa, dùng để gây nổ, gồm một vỏ ống bằng kim loại (đồng, nhôm) hoặc bằng giấy (hình 3-1) dài độ 50mm, đường kính 7mm, một đầu vỏ ống để hở. Thuốc gây nổ được lèn vào ống, riêng thuốc gây nổ mạnh lèn trong một cái mũ kim loại có đục sẵn một lỗ nhỏ ở chính giữa. Mũ đặt vào trong vỏ ống tạo thành một ngăn riêng cho thuốc gây nổ làm giảm bề mặt tự do của thuốc gây nổ đến chỗ chỉ còn một lỗ nhỏ.

Như vậy giảm nguy hiểm khi sử dụng và giữ được thuốc khỏi ẩm. Về phía đầu hở của vỏ ống, người ta đặt một dây dẫn lửa để làm nổ lượng thuốc gây nổ thứ nhất rồi truyền sang lượng thuốc gây nổ thứ hai, sang bao thuốc nổ chính, tức nơi đặt kíp lửa.

Đáy của kíp lửa làm lõm vào, như vậy tác dụng của kíp lửa sẽ tăng lên.

Khi sử dụng kíp lửa phải hết sức thận trọng, vì nó rất dễ nổ khi có tia lửa, va chạm, hoặc chỉ cào nhẹ lên mặt thuốc gây nổ qua lỗ nhỏ ở mũ kim loại.



Hình 3-1. Kíp lửa

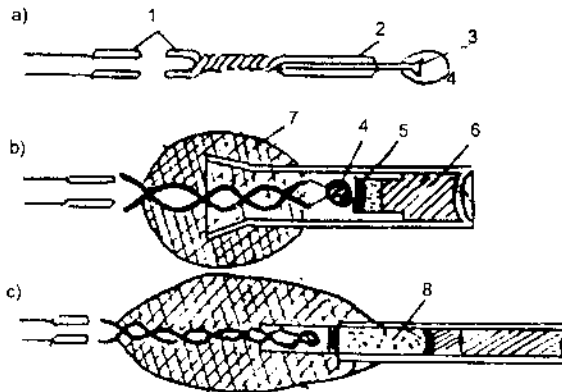
- a- Vỏ ống bằng kim loại; b- Vỏ ống bằng giấy; c- Kíp có dây dẫn lửa; d- Kíp đặt trong bao thuốc nổ;
1- Vỏ ống; 2- Mũ kim loại;
3- Lỗ nhỏ; 4- Thuốc gây nổ thứ nhất;
5- Thuốc gây nổ thứ hai;
6- Dây dẫn lửa.

2. Gây nổ bằng điện

Phụ kiện gồm có kíp điện, dây dẫn điện và nguồn điện.

a) Kíp điện: cũng như kíp lửa, nhưng có thêm vật phát tia lửa điện. Vật phát tia lửa điện

gồm có 2 dây dẫn điện, các đầu dây này được tuốt trần khỏi vỏ bọc và nối với nhau bằng một sợi dây constangtan mỏng, đường kính 0,035 ~ 0,05mm, dài khoảng 4 ~ 6mm, có điện trở suất rất lớn ($0,65 \sim 2 \Omega$) làm thành cầu cháy. Vật phát tia lửa điện này đặt vào trong một kíp thuốc nổ gây nổ và được gắn vào kíp đó bằng một chất nhựa phủ kín chỗ nối, như thế là được một kíp điện (hình 3-2). Kíp điện có loại nổ nhanh (hình 3-2, b) và loại nổ chậm (hình 3-2, c). Kíp điện nổ chậm có chứa thêm phần thuốc cháy chậm nằm giữa viên thuốc dễ cháy và mũ kim loại, như vậy thời gian trì hoãn nổ có thể vào khoảng 2, 4, 6, 8 giây.



Hình 3.2- Kíp điện

a- Vật phát tia lửa điện; b- Kíp điện nổ nhanh; c- Kíp điện nổ chậm.

1- Dây điện bọc; 2- Dây điện trần;
3- Cầu cháy; 4- Thuốc dễ cháy; 5- Mũ kim loại và thuốc gây nổ thứ nhất;
6- Thuốc gây nổ thứ hai; 7- Nhựa gắn;
8- Thuốc cháy chậm.

b) Nguồn điện: Để nổ mìn, có thể sử dụng nguồn điện từ lưới điện công trường, từ trạm phát điện di động, bộ ắc qui điện, bộ pin khô hoặc máy phát điện chuyên dụng để nổ mìn.

Máy điện chuyên dụng cho nổ mìn là một loại máy dinamo phát dòng điện một chiều. Nó tự động nối dòng điện vào mạch điện, làm nổ mìn khi nào đã đạt được cường độ và điện thế cần thiết.

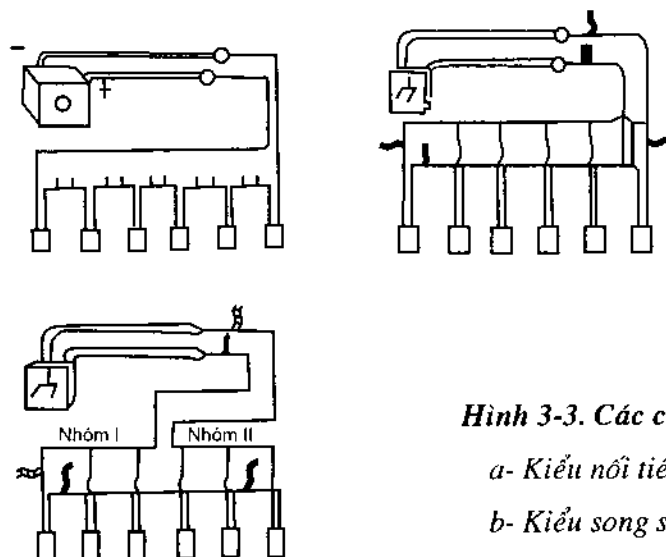
Các mạch điện đèn, có dòng điện một chiều với điện thế 110, 220V, hoặc dòng điện xoay chiều với điện thế 127, 220 và 380V đều có thể dùng để kích nổ một nhóm kíp điện nối theo bất kỳ kiểu nào. Nguồn điện này đáng tin cậy và được sử dụng khi cần làm nổ nhiều lượng thuốc nổ lớn. Khi dùng dòng điện để làm nổ kíp điện thì cần có cầu dao đóng, cắt mạch điện.

c)- Đường lưới điện gây nổ: cần đảm bảo thi công đơn giản, an toàn và tin cậy. Dây dẫn điện được mắc theo một trong 3 cách: mắc nối tiếp, mắc song song và mắc phối hợp.

Mắc nối tiếp (hình 3-3a) thì tiết kiệm dây điện, nhưng không đảm bảo tin cậy, vì nếu một cầu cháy, hư hỏng thì cả mạch bị đứt đoạn và không thể gây nổ đồng loạt được. Kiểu mắc này thường được áp dụng khi nguồn điện có điện thế cao.

Mắc song song (hình 3-3, b), áp dụng khi nguồn điện có điện thế thấp (chẳng hạn như ắc qui) và có cường độ dòng điện lớn, hoặc nguồn điện mạnh (mạch điện đèn). Kiểu mắc này chắc chắn nhất.

Mắc phối hợp (hình 3-3, c) khi nguồn điện có điện thế cao và cường độ dòng điện lớn (ví dụ trạm phát điện di động). Khi mắc phối hợp, thì số lượng, và điện trở của các kíp điện trong mỗi nhóm phải giống nhau.



Hình 3-3. Các cách mắc lưới điện gây nổ

a- Kiểu nối tiếp

b- Kiểu song song

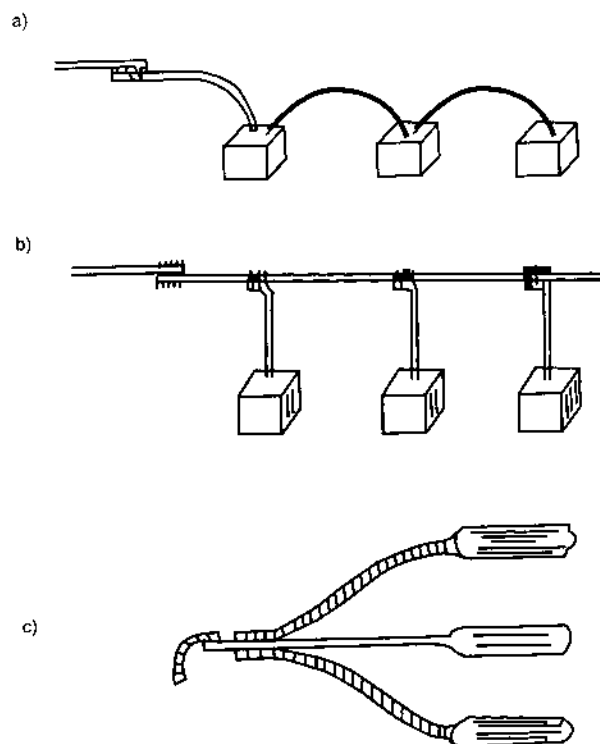
c- Kiểu phối hợp

3. Gây nổ bằng dây dẫn nổ

Hình dáng bề ngoài và đường kính của dây dẫn nổ không khác gì dây dẫn lửa, nhưng tính chất và công dụng thì khác. Thuốc của dây dẫn nổ là loại có sức nổ mạnh, tốc độ nổ vào khoảng 7000 m/s. Ở giữa dây dẫn có dây lõi để phân phối thuốc nổ cho đều. Vỏ ngoài của dây dẫn nổ có màu đỏ để phân biệt với dây dẫn lửa có màu vàng.

Dây dẫn nổ không cháy, mà truyền tức thời sự nổ từ một kíp lửa hay kíp điện tới bao thuốc nổ, hoặc truyền từ bao thuốc nổ này sang bao thuốc nổ khác. Nhờ đặc tính này của dây dẫn nổ mà không cần phải đặt vào trong mìn những kíp mìn dễ nguy hiểm.

Trong trường hợp nổ mìn dưới nước, vỏ nhựa chống ẩm của dây dẫn nổ có thể đảm bảo cho dây dẫn nổ không bị ẩm trong vòng 12 giờ.



Hình 3-4. Cách nối dây dẫn nổ

a- Cách nối nối tiếp

b- Cách nối song song

c- Cách nối phối hợp

Trên hình 3-4 trình bày một số cách mắc dây dẫn nổ. Cách mắc nối tiếp, được áp dụng để làm nổ một số lượng khá lớn các bao thuốc nổ, mà tốn rất ít dây dẫn nổ. Cách nối song song áp dụng khi khoảng cách giữa các bao thuốc nổ khá lớn. Cách nối phối hợp, áp dụng khi các bao thuốc nổ đặt gần nhau.

3.3- NỔ MÌN DƯỚI NƯỚC

1. Trình tự và nguyên tắc tiến hành

Việc cất nhả những phần còn lại của kết cấu gỗ, kết cấu kim loại, đá và kết cấu bê tông cốt thép, cũng như việc đào những đường hào, hoặc hố móng trong nền đất bất kỳ ở dưới nước đều có thể thực hiện được bằng cách dùng thuốc nổ.

Công tác phá nổ dưới nước rất nguy hiểm, nên việc phụ trách công tác này cần phải giao cho những người có trình độ kiến thức chuyên môn và đã từng trải qua công tác thực tế.

Tất cả những người được giao nhiệm vụ làm công tác phá nổ dưới nước (trực tiếp tham gia điều khiển và những người phụ việc) đều phải học tập và tuân theo một cách nghiêm ngặt những qui định trong qui trình công nghệ được soạn thảo riêng cho công tác nổ mìn dưới nước cụ thể. Trong đó phải đặc biệt lưu ý đến nguyên tắc sử dụng các loại thuốc nổ và những chất gây nổ khác.

Công tác phá nổ dưới nước thường chỉ nên tiến hành vào ban ngày, trong điều kiện không có giông bão và sóng trên mặt nước không lớn. Trước khi bắt đầu công tác phá nổ, người phụ trách cần phải qui định giới hạn vùng nguy hiểm và thông báo điều đó cho dân cư cũng như các cơ quan ở xung quanh vùng đó biết, đồng thời phải tiến hành các biện pháp ngăn ngừa mọi chuyển động trên các đường giao thông chính trong vùng này. Trước lúc đặt thuốc nổ dưới nước, phải kéo cờ đỏ, còn ban đêm (chỉ trong những trường hợp đặc biệt) thì phải treo đèn đỏ để báo hiệu cho các tàu, thuyền trên sông không đi vào vùng nguy hiểm. Các tín hiệu đó chỉ được phép dỡ bỏ đi sau khi đã tiến hành xong công tác phá nổ.

Những công tác chuẩn bị như phân chia lượng thuốc nổ, gói thuốc, lắp ráp nổ v.v... được tiến hành ở trong bờ.

Để thi công phá nổ ở dưới nước, phải dùng lưới nổ hai dây dẫn và kíp điện không thấm nước.

Trên các phương tiện nổi (thuyền, xuồng) dùng để chuyên chở thuốc nổ cho thợ lặn, chỉ được phép chất lên đó không quá 20 gói thuốc, với trọng lượng tổng cộng ≤ 40 kg. Sau khi chuyển thuốc nổ cho thợ lặn, thì phải đẩy phương tiện nổi đi một nơi khác cách chỗ nổ mìn ≥ 6 m.

Người thợ lặn chỉ được phép xuống nước cùng với thuốc nổ ở tại vị trí sẽ phá nổ, hoặc ở gần ngay đấy. Khi xuống tới đất, thì một tay giữ gói thuốc, còn tay kia lần theo đầu dây. Phải xả dây một cách thận trọng để nó không bị xoắn với dây cao su cấp dưỡng khí hay với dây tín hiệu.

Trước lúc cho nổ, thì mọi người và các phương tiện nổi phải ra khỏi phạm vi nguy hiểm đã qui định.

Trường hợp thuốc không nổ, thì cũng chỉ cho phép thợ lặn xuống nước để đặt gói thuốc nổ

mới và lấy gói thuốc không nổ lên sau khi đã ngắt mạch điện. Khi mìn đã nổ thì tách dây dẫn ra khỏi nguồn điện và quấn lại.

2. Tác dụng của thuốc nổ ở trong nước

Khi phá nổ trong môi trường nước, người ta phân biệt được những hiện tượng sau đây: Lúc mới nổ, trên mặt nước xuất hiện lớp bọt trắng, rồi vòm nước được dâng lên, và tiếp sau đó là một cột nước. Ở chiều sâu nhỏ, thì sau cột nước thứ nhất, sẽ tiếp theo cột nước thứ hai do phản xạ từ đáy sóng. Khí nổ đẩy nước thành những vòng tròn đồng tâm, với tốc độ âm thanh trong nước gần 1500m/s, và do tính không nén được của nước dẫn đến những xung lực thủy lực rất mạnh. Xung lực này nguy hiểm đối với trụ cầu, các công trình thủy lợi và tàu bè. Mức độ nguy hiểm của lực xung kích của nước phụ thuộc vào khoảng cách từ công trình đến chỗ phá nổ. Nếu khoảng cách từ chỗ đặt thuốc nổ đến mặt nước nhỏ hơn khoảng cách từ chỗ đặt thuốc nổ đến công trình, thì ảnh hưởng của lực nước và đối với công trình sẽ giảm đi đáng kể. Trong trường hợp ngược lại, thì ảnh hưởng của lực nước và có thể gây ra phá hoại đối với các công trình ở trong vùng phá nổ.

Áp lực nước tác động vào công trình phụ thuộc vào khoảng cách từ công trình đến chỗ đặt thuốc nổ, được xác định theo công thức:

$$p = \frac{300\sqrt[3]{Q}}{R}, \text{ kG / cm}^2 ;$$

Trong đó:

R- Khoảng cách từ công trình đến chỗ đặt thuốc nổ, m;

Q- Trọng lượng thuốc nổ, kg.

Khoảng cách an toàn đối với tác động xung kích của nước, xác định theo công thức:

$$R_{at} = 20\sqrt[3]{Q} ,$$

Trong đó:

R_{at} - Khoảng cách an toàn, tính từ công trình đến chỗ đặt thuốc nổ, m;

Q- Trọng lượng thuốc nổ, kg.

Ở gần những nơi có hoặc đang xây dựng công trình, việc phá nổ được tiến hành tuân tự với từng lượng thuốc nổ riêng, có trị số xác định. Còn ở những nơi không có các hạn chế trên, thì có thể phá nổ đồng thời bằng nhiều lượng thuốc khác nhau.

Trong một số trường hợp, khi phá nổ dưới nước ở gần các bộ phận nằm trong nước của công trình, thì cần phải thực hiện những biện pháp bảo vệ. Một trong những biện pháp đó là tạo nên ở dưới nước những tấm màn chắn bằng các túi khí. Nguyên lý tác dụng cơ bản của những túi khí này như sau: Ở đáy của rãnh hồ người ta đặt và cố định hệ đường ống có đường kính 200 mm đã được đục lỗ. Trước lúc nổ một vài phút, người ta cấp không khí nén vào trong ống, kết quả là các túi khí được kéo lên đến mặt nước và sóng va sẽ bị tắt một phần do bị tổn thất năng lượng để nén những túi khí đó.

3. Nổ mìn phá đá dưới nước

Mìn phá lòng sông nham thạch có thể đặt trên mặt, hoặc chôn trong lỗ khoan. Công tác khoan tiến hành từ trên bề mặt, hay phao, thuyền được cố định bằng neo. Khi khoan lỗ xong phải cắm cọc tiêu vào lỗ để đánh dấu và kiểm tra hướng hàng mìn, sau đó cho thuốc nổ vào lỗ khoan qua ống nòng, ống này được đưa xuống đáy sông bằng một cây sào. Khi đầu dưới của ống đã "ăn" vào trong lỗ khoan, thì rút cây sào lên và thả những bánh thuốc nổ qua ống vào lỗ cũng bằng cây sào. Đặt xong mìn thì rút ống nòng lên. Sau khi nổ mìn thì tiến hành đo đạc lại lòng sông.

4. Nổ mìn phá bãi bồi dưới nước

Lòng sông thường bị cát phù sa bồi thành bãi ngầm. Người ta phá những bãi ngầm đó bằng cách nổ mìn và để dòng nước cuốn bùn cát đó đi.

Những yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả nổ mìn phá bãi bồi dưới nước là: độ sâu nước, lưu tốc, loại bùn cát, hình dạng bãi bồi và cách đặt mìn.

Lưu tốc của dòng nước càng lớn thì bùn cát do mìn phá tung lên sẽ bị xói mạnh, sâu và bị cuốn đi càng xa. Nếu lưu tốc của nước $< 0,5\text{m/s}$ thì không những nước không xói được bùn cát đi mà cả bùn cát bị phá tung rồi cũng sẽ lắng chìm ngay gần đó. Vì vậy, lưu tốc dòng nước là một yếu tố quyết định của việc áp dụng phương pháp nổ mìn dưới nước để phá bãi bồi.

Nước là vật chất hầu như không có tính đàn hồi, không thể nén ép được. Nếu lớp nước đè trên gói thuốc nổ càng dày, thì nước trở thành một vật liệu nhồi lấp thuốc nổ như khi chôn mìn trong đất, và sức công phá vô ích về phía trên của mìn bị hạn chế rất nhiều, để dồn xuống phá đất ở bên dưới. Độ sâu nước càng lớn thì hiệu quả nổ mìn càng cao. Do vậy, việc nổ mìn dưới đòi hỏi phải có một chiều sâu nước nhất định, chiều sâu này không được nhỏ hơn $0,5\text{m}$. Trong trường hợp đặt mìn trên mặt lòng sông, chiều sâu nước phải lớn hơn 2 lần độ sâu đất cần phải phá tới, nếu nước nông quá thì phải đặt thêm vật nặng (đá tảng) đè lên bánh thuốc nổ, để hiệu quả phá đất ở bên dưới tốt hơn.

Loại bùn cát nhỏ hạt, liên kết rời rạc thì dễ bị dòng nước cuốn đi, còn loại bùn cát to hạt, liên kết chặt chẽ thì khó xói lở và khó bị cuốn đi xa, nên phải dùng lượng thuốc nổ lớn hơn. Nếu bãi bồi là loại đất sét dính chặt, thì mìn sẽ chỉ phá được thành những tảng, những cục lớn nên với lưu tốc nước bình thường không thể lôi cuốn chúng đi được và hiệu quả nổ mìn cũng kém.

Hình dạng của bãi bồi cũng ảnh hưởng đến hiệu quả nổ mìn. Với những gò cát ngắn, hẹp, có mái dốc, thì nổ mìn có hiệu quả tốt. Mìn đặt lên mái dốc phía thượng lưu, thì hướng nổ của mìn cộng với hướng dòng nước sẽ đẩy bùn cát đi xa hơn để lắng xuống chỗ trũng ở hạ lưu. Đối với những bãi cát dài, rộng, mái thoải thì khoảng cách vận chuyển bùn cát phải rất lớn, cho nên tác dụng của nổ mìn kém hiệu quả.

Hình dạng của gói thuốc nổ cũng phải thích hợp thì hiệu quả nổ mìn mới cao. Trường hợp đặt mìn trên mặt thì nên buộc gói thuốc có dạng bẹt để mặt tiếp xúc với đất được nhiều hơn,

nhưng tỉ lệ giữa chiều rộng và chiều cao không nên quá 3-4, để phần thuốc ở xa kíp mìn nhất có đủ thời gian nổ hoàn toàn. Trường hợp đặt mìn trong lỗ khoan để phá bãi bồi thì gói thuốc nổ thường có dạng tập trung. Tùy theo hướng phá hoại và đẩy bùn cát mà đặt kíp mìn trong gói thuốc nổ.

Để cho năng lực nổ tập trung vào mục tiêu phá hoại, người ta chế tạo những gói thuốc hình bán cầu, bên trong có khoảng trống không khí, hoặc những ống thuốc nổ có ngăn không khí, rồi dùng cây sào dài để vùi ống thuốc nổ vào sâu trong bãi bồi theo hướng qui định.

5. Đào đất bằng nổ mìn

a) Phương pháp ộp mìn

Đào đất bằng mìn ộp là phương pháp đơn giản nhất trong sử dụng, nhưng yêu cầu lượng chất nổ lớn hơn rất nhiều so với các phương pháp khác.

Trọng lượng thuốc nổ đặt dưới nước để đào đất, được xác định theo công thức:

$$Q = K.\omega^3$$

Trong đó:

ω - Đường căn nhỏ nhất, m;

K- Hệ số, đặc trưng cho tính dễ biến dạng của đất đào bằng nổ mìn (xem bảng 3.1)

Bảng 3.1- Hệ số K (dùng cho tính toán sơ bộ)

Tên đất	K
Bùn	6 - 8
Đất chặt	8 - 10
Cát lẫn cuội	10 - 12
Sét	17 - 20
Đá nứt nẻ	60 - 65
Bê tông, đá không nứt	160 - 170

Khoảng cách giữa các gói thuốc nổ để phá đất theo chiều dài đường hào, đối với đất chặt lấy trong khoảng 0,75 ~ 1 ω và đối với đất nứt nẻ là 1~ 1,25 ω ; khoảng cách giữa các dây thuốc nổ đối với đất chặt là 0,8 ω và đối với đất nứt nẻ là 1 ω .

Khi chiều dày lớp nước ở trên chỗ đặt thuốc nổ nhỏ hơn 2 lần chiều sâu rãnh đào thì nên tăng trọng lượng thuốc nổ 20% khi khoảng cách là 1,5 ω và tăng 40% khi khoảng cách là 3 ω .

Khi chiều dày lớp nước ở bên trên chỗ đặt thuốc nổ lớn hơn 3m thì tác dụng phá nổ bắt đầu giảm. Để xác định trọng lượng thuốc nổ một cách tương đối chính xác thì tốt nhất là tiến hành nổ thử.

Khi đào đường hào (đường rãnh) dưới nước bằng cách đặt thuốc nổ dài, thì lượng tiêu thụ thuốc nổ pirôxilin xác định theo công thức:

$$Q = 0,5 (B+b) \omega .q$$

Trong đó:

Q- Lượng thuốc nổ trên 1m chiều dài đường hào, kg;

B và b - Bề rộng đáy và đỉnh đường hào, m;

ω - Chiều sâu đường hào, m;

q- Lượng thuốc nổ riêng, chi phí cho một đơn vị thể tích, kg/m³ (xem bảng 3-2).

Bảng 3.2- Lượng thuốc nổ riêng và hệ số a

Loại đất đá	Lượng thuốc nổ riêng q, kg/m ³	Hệ số a
I	1,28	0,028
II	1,77	0,033
III	1,86	0,034
V	2,60	0,040
VI - XVI	10,00	0,080

Đường kính của gói thuốc nổ, xác định theo công thức:

$$D = a \sqrt{\frac{(B + b)\omega}{\Delta}}$$

Trong đó:

Δ - Độ chặt của gói thuốc, T/m³ (đối với thuốc nổ không khói, lấy bằng 0,5 - 0,8);

a- Hệ số, phụ thuộc vào độ chặt của đất, lấy theo bảng 3-2.

Đường kính tính toán của gói thuốc, tính theo công thức không được vượt quá đường kính giới hạn d, xác định phụ thuộc vào mức thuốc nổ.

Mức thuốc nổ	BT	4/1	7/7 - 8/7	9/7	17/7 - 14/7
Đường kính giới hạn d, m	0,06	0,08	0,1	0,12	0,14

Khi đào đường hào sâu và rộng, thì đường kính tính toán của gói thuốc nổ vượt quá đường kính giới hạn của nó. Trong trường hợp đó, lẽ ra đặt một gói thuốc nổ, thì có thể đặt một số gói song song nhau, số gói xác định bằng tỉ số:

$$n = \frac{D^2}{d^2}$$

b) Phương pháp mìn lỗ

Phương pháp mìn lỗ được áp dụng để làm tơi đá, nếu độ sâu làm tơi vượt quá 0,5m. Trong trường hợp đó, trước tiên người ta dùng máy hút bùn hay súng phun nước để hút lớp đất bùn ở trên mặt đá đi.

Đường kính của lỗ khoan để đặt thuốc nổ thường không vượt quá 0,75mm, còn chiều sâu lỗ khoan là 3 - 5m.

Lượng thuốc cần thiết xác định theo công thức:

$$Q = K \cdot \omega^3 \cdot e_a$$

Trong đó:

Q- Trọng lượng thuốc nổ, kg;

K- Hệ số kể đến độ chắc của các loại đất đá được phá nổ (xem bảng 3-3).

e_a - Hệ số chuyển tiếp từ thuốc nổ amônit sang các loại thuốc nổ khác, lấy theo bảng (3-4).

Khoảng cách giữa các lỗ khoan trong đá chắc thường không vượt quá 1,2m. Thuốc nổ được đặt theo thứ tự hình bàn cờ.

Bảng 3-3. Trị số của hệ số K, phụ thuộc vào độ chắc của đất

Đặc trưng của đất	Tri số K	
	Khi làm tơi đất	Khi làm bắn đất ra xa
Đất tơi	-	0,50
Sỏi kết	0,45	1,36
Đất sét đông kết	0,40	1,20
Cát rất chặt	0,42	1,29
Sét cát chặt	0,46	1,37
Đất sét chặt	0,55	1,64
Các loại đá nứt nẻ	0,63	1,90
Các loại đá chắc vừa	0,59 - 0,72	1,72 - 2,15
Đá granit và các loại đá chắc khác	0,70 - 0,80	2,10 - 2,58
Bê tông	1,20	3,59

Bảng 3-4. Hệ số e_a , đặc trưng cho khả năng phá hoại của các loại thuốc nổ

Loại thuốc nổ	Hệ số điều chỉnh e_a
Amônít	1,0
Đinamít chứa amôniác:	
83%	0,70
63%	0,75
Đinamít đồng tụ 63%	0,83
Trinitrôtoluen	0,86
Amonal	0,84
Thuốc nổ đen	1,70

c) Phương pháp mìn khoan

Phương pháp mìn khoan là đặt thuốc nổ dài vào trong lỗ khoan có đường kính $\leq 300\text{mm}$. Phương pháp này được áp dụng để làm tơi đất đá chắc ở độ sâu lớn hơn 2m khi có thiết bị khoan.

Trọng lượng của cột thuốc nổ, đặt vuông góc với mặt nước, xác định theo công thức:

$$Q = K \cdot \omega^3 (0,4 + 0,6n^3)$$

Trong đó:

Q- Trọng lượng thuốc nổ, kg;

K- Hệ số, lấy theo bảng 3-3;

ω - Chiều dài đường cần, m;

n - tỉ số giữa bán kính phễu với đường cần ω .

Khoảng cách giữa các lỗ khoan (đặt thuốc nổ) đối với đất chặt, được lấy theo chiều dài đường hào bằng $0,75 - 1\omega$, và giữa các dãy lỗ khoan bằng $0,8\omega$. Đối với các loại đất nứt nẻ thì khoảng cách giữa các lỗ khoan đặt thuốc nổ theo chiều dài đường hào là $1,0 \sim 1,25 \omega$, và khoảng cách giữa các dãy lỗ khoan là $1,0\omega$.

Khoảng cách thực tế giữa các lỗ khoan khi nổ mìn dưới nước, thường lấy bằng 1,5 - 2,5m.

6. Nổ mìn phá hoại kết cấu

Những bộ phận kim loại, thường được cắt phá bằng cách dùng những gói thuốc nổ có dạng dài. Lượng thuốc nổ, cần thiết để cắt phá thép tấm, thép chữ I v.v... được tính theo công thức

$$Q = KF$$

Trong đó:

Q- Trọng lượng thuốc nổ, g;

K - Hệ số đối với thép, lấy bằng 25 - 40

F- Diện tích tiết diện ngang của bộ phận được cắt phá, cm^2 .

Tác dụng phá nổ có hiệu quả lớn hơn nếu bố trí thuốc nổ ở cả 2 phía bộ phận kim loại và lệch nhau 5 - 10cm. Trong trường hợp đó lực phá nổ có tác dụng cắt chứ không phải uốn.

Để cắt các loại dây, trọng lượng thuốc nổ được xác định theo công thức:

$$Q = 10.d^3$$

Trong đó:

d- Đường kính của dây, cm.

Khi cắt phá những công trình bằng gạch đá, bê tông, người ta đặt thuốc nổ trên bề mặt hoặc trong lỗ khoan. Những lỗ này được khoan với đường kính 30 - 40mm và sâu $\leq 1\text{m}$. Đặt thuốc nổ sâu hay nông là tùy thuộc vào cường độ vật liệu của công trình cần phá.

Khi cắt phá những kết cấu gạch đá và bê tông bằng cách đặt thuốc nổ tập trung thì trọng lượng thuốc nổ xác định theo công thức:

$$Q = \alpha\beta R^3$$

Còn khi đặt thuốc nổ dài thì:

$$Q = \alpha\beta R^{2,1}$$

Trong đó:

R- Bán kính phá hoại cần thiết, hay chiều dày của bộ phận cần cắt phá m;

α - Hệ số cường độ của vật liệu (xem bảng 3-5).

β - Hệ số lên và đặt thuốc nổ, khi nạp thuốc vào ống thì lấy bằng 2, còn khi ố thuốc trên mặt kết cấu thì lấy bằng 4,5.

l - Chiều dài đặt thuốc nổ, m.

Bảng 3-5. Trị số của hệ số α

Vật liệu	α
Khối xây đá hoặc bằng vữa xi măng	1,4
Bê tông của trụ cầu và các công trình thủy lợi	1,5 - 1,8

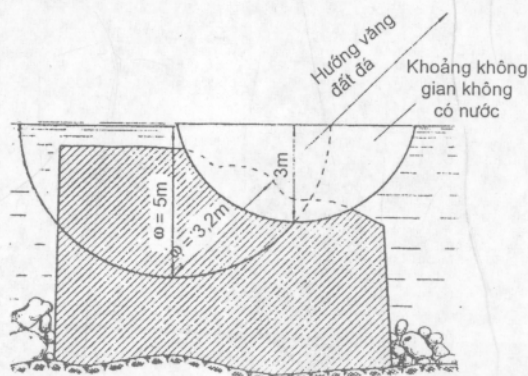
Khi cắt phá những kết cấu bê tông cốt thép ở dưới nước thì hiệu quả đầy đủ do tác dụng phá nổ không đạt được vì tính không đồng nhất của vật liệu. Vì thế cắt phá kết cấu bê tông cốt thép phải thực hiện theo 2 giai đoạn: đầu tiên phá vỡ bê tông, sau đó mới phá hoại hoặc cắt cốt thép.

Lượng thuốc nổ để cắt phá những kết cấu bê tông cốt thép được tính theo công thức:

$$Q = 2\alpha\beta R^3$$

Việc thu dọn những kết cấu bị phá hoại cũ còn nằm lại ở dưới lòng sông thường được tiến hành ở những vùng xây dựng mới, hay ở những nơi công trình đang xây dựng, có đường dây tải điện v.v..., khi đó người ta áp dụng phương pháp nổ mìn định hướng để làm bắn đất đá và bê tông về hướng an toàn.

Nguyên lý của phương pháp này như sau: do mìn nổ, những mảnh vỡ của bê tông và đất đá bị bắn văng ra xa theo đường cản ω . Nếu cho nổ một gói thuốc mìn phụ trước lúc nổ gói thuốc mìn chính một lát thì nó sẽ tạo ra một hướng để cho các mảnh vỡ của bê tông và đất đá bắn văng về hướng ấy (xem hình 3-5). Điều đó có nghĩa là khoảng thời gian giữa lúc nổ gói thuốc mìn phụ và nổ gói thuốc mìn chính là khoảng thời gian tách nước, và phát nổ chính, sẽ hướng theo phía không gian không có nước dưới một góc $30^0 - 45^0$.



Hình 3-5. Sơ đồ nổ mìn định hướng ở dưới nước đường cản ngăn nhất

Để đạt được độ văng xa lớn nhất của đất đá bê tông v.v... người ta dùng thuốc nổ đen được bọc cách ẩm tốt. Đảm bảo thời gian chính xác giữa phát nổ phụ và phát nổ chính cũng rất quan trọng. Muốn vậy có thể sử dụng những số liệu nêu trong bảng 3-6.

Bảng 3-6. Tính toán khoảng thời gian giữa phát nổ phụ và phát nổ chính

Chiều dày lớp nước, m	Khoảng thời gian, sec
0,5	0,50
1,0	0,75
1,5	1,00
2,0	1,25
3,0	1,50

Để đạt được khoảng thời gian chậm như vậy, người ta sử dụng kíp điện nổ chậm.

Để cắt phá cọc gỗ đơn, trọng lượng thuốc nổ xác định như sau:

$$Q = 7,5 d^2, \text{ kg}$$

Trong đó: d - Đường kính cọc, m.

Đối với bó cọc: $Q = 1,5d^2$, kg

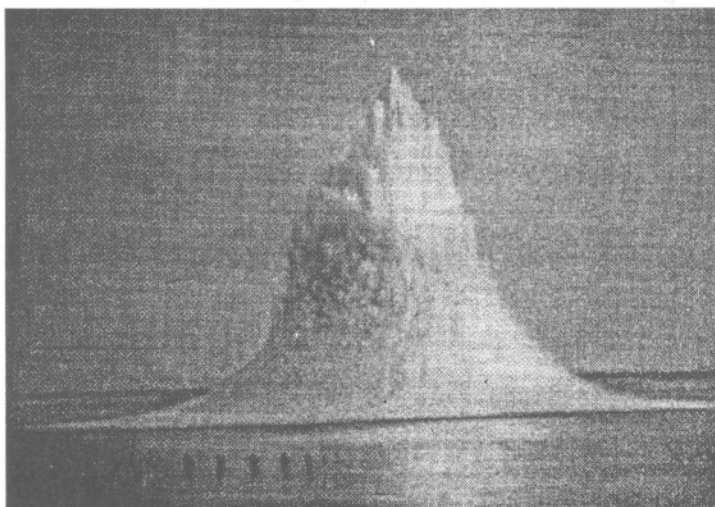
Trong đó: d_b - Đường kính bó cọc, m.

Khi phá các tường cọc ván thì lượng thuốc nổ trên 1m tường cọc ván xác định theo công thức:

$$Q = 15b^2, \text{ kg}$$

Trong đó:

b - Chiều dày trung bình của một cọc ván



Hình 3-6. Hình ảnh nổ mìn tập trung ở dưới nước

Chiều sâu tập nước, m	Khoảng thời gian sau
0,5	0,50
1,0	0,75
1,5	1,00
2,0	1,25
3,0	1,50

Chương IV

THI CÔNG LỚP ĐỆM BẰNG ĐÁ Ở DƯỚI NƯỚC

4-1. NHỮNG YÊU CẦU ĐỐI VỚI LỚP ĐỆM KHI THI CÔNG DƯỚI NƯỚC

Để giảm áp lực do tác dụng của những công trình thuỷ lợi ở sông, biển đối với lớp nền người ta thi công lớp đệm bằng đá, hoặc đá dăm. Ngoài ra, lớp đệm của những công trình đập chắn còn có tác dụng ngăn ngừa đáy móng khỏi bị xói lở.

Chiều dày của lớp đệm được xác định bằng tính toán. Với đất bình thường, thì chiều dày của lớp đệm ở dưới công trình gia cố bờ có thể lấy xấp xỉ bằng 1m, còn ở dưới công trình phòng hộ thì lấy chiều dày lớp đệm $\leq 1,5\text{m}$. Với nền đá, thì rải lớp đệm mỏng bằng cách đổ đá với chiều dày $\leq 0,5\text{m}$ và san bằng.

Để giảm độ lún, lớp dưới của tầng đệm dày 0,3 - 0,5m, người ta đổ sỏi, đá dăm hoặc đá vụn. Lớp đệm như vậy có tác dụng như tầng lọc ngược, ngăn cản không cho những hạt đất nền chui vào khe rỗng tầng đệm.

Từ mặt nước trở xuống, đá được đổ thành lớp đệm chỉ do tác dụng của trọng lượng bản thân, vì thế giữa những hòn đá riêng biệt ở tầng đệm hình thành số lớn khe rỗng. Trong quá trình thi công, cũng như dưới tác dụng của tải trọng của công trình được đưa vào khai thác, thì ở chiều dày của nền và tầng đệm phát sinh những biến dạng, thể hiện bằng độ lún của nó.

Để trong điều kiện khai thác công trình, cao độ đỉnh tầng đệm phù hợp với thiết kế, thì khi thi công phải có độ dự trữ về lún. Trị số dự phòng lún này phải được chỉ rõ trong bản vẽ thi công, lấy phụ thuộc vào độ lún dự kiến của nền và tầng đệm.

Đối với tầng đệm ở dưới những công trình có áp lực tĩnh không đều trong phương ngang (tường gia cố bờ), thì được xét độ dự trữ tăng lên đến độ lún ở chỗ có áp lực cao nhất.

Mái dốc thi công của tầng đệm, cũng như độ nghiêng tương ứng của tường gia cố bờ so với phương thẳng đứng cần phải được làm mất dần đi khi thi công nó, (khi đổ đá được 50-70%). Phần còn lại, mái dốc sẽ được mất dần trong giai đoạn khai thác. Bằng cách tương tự, bề mặt của tầng đệm dưới những công trình được tạo thành bằng cách đổ những khối lớn có độ nghiêng từ mặt cắt giữa ra đến mép của nó.

Trị số độ lún của tầng đệm không lấy theo tính toán, vì thế trị số dự phòng lún của nó được xác định theo số liệu lún của những công trình tương tự đã được xây dựng và được chính xác hoá theo kết quả quan sát ở hiện trường.

Nội dung công tác thi công tầng đệm bằng đá bao gồm:

1- Kiểm tra kích thước thiết kế và độ sâu hố móng, những kích thước này có thể thay đổi so với lúc kết thúc thi công đào hố móng do xói lở hoặc bồi tích.

2- Đổ đá, thường ở phía dưới của mặt cắt được thực hiện với dung sai lớn, còn ở phần trên phải đổ đều đặn, cẩn thận hơn;

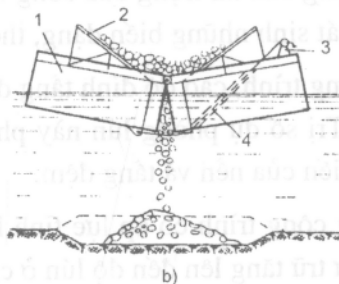
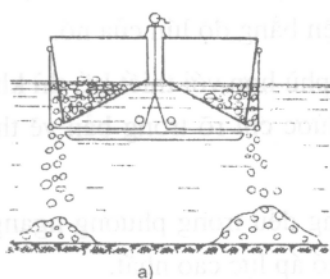
3- Duy trì đồng đá đổ, để tầng đệm tự chặt hoặc phải dùng đầm lèn chặt. Thợ lặn kiểm tra những kích thước của hố móng bằng cách riêng và cắm sào hoặc phao tiêu theo giới hạn biên của nó. Tất cả những lần đo khoảng cách để so sánh với kích thước thiết kế của chúng đều được tiến hành trên bề mặt tầng đệm. Độ sâu được đo bằng thước đo mực nước, hay bằng máy đo hồi âm. Ngoài ra, thợ lặn còn có nhiệm vụ xác định đặc trưng của bồi tích hay của xói lở. Trong những trường hợp, khi mà ở trong hố móng có lắng đọng bùn hay các loại đất yếu khác, thì phải lấy chúng ra khỏi hố móng bằng phương pháp thủ công hay bằng cơ giới nhờ máy hút bùn.

4-2. PHƯƠNG PHÁP VẬN CHUYỂN VÀ RẢI ĐÁ

Thường thì người ta thực hiện việc rải đá xuống đáy sông từ các phương tiện nổi.

Để chuyên chở đá, có thể dùng các loại sà lan, tàu, thuyền, hoặc hệ phao tự đổ. Chọn loại nào là tùy thuộc vào khối lượng công tác, loại phương tiện hiện có và vào loại cơ cấu bốc xếp.

Khi khối lượng công tác lớn, thì hợp lý hơn cả là dùng các phương tiện nổi tự đổ (hình 4-1). Những thao tác dỡ tải (đổ đá) của phương tiện này được thực hiện trong vài phút.



Hình 4-1. Phương tiện nổi tự đổ

a- Sà lan có thành tự mở;

b- phao tự đổ:

1- Phao; 2- Sàn nghiêng;

3- Tời tay;

4- Dây cáp luồn qua ống trong phao.

Nhược điểm của nó là đá đổ xuống thành từng đống riêng biệt, vì thế khi dùng phương tiện này để đổ đá thì chỉ nên đổ lớp dưới của tầng đệm đến cao độ không vượt quá cao độ thiết kế của nó 0,5m.

Việc sử dụng sà lan boong hoặc sà lan có khoang để chở đá thì thời gian xếp dỡ lâu hơn, tuy nhiên nó cho phép việc rải đá được thực hiện cẩn thận hơn.

Khi đổ đá vào nền công trình gia cố bờ hoặc của công trình ngăn nước ở gần bờ, đôi khi người ta phải làm đà giáo tạm trên móng cọc.

Hợp lý nhất là làm cầu nổi bằng phao, có các lỗ cửa riêng để xả đá. Theo mức độ rải đá

trên mặt cắt lớp đệm mà cửa xả đá được đẩy lại bằng các tấm chắn, và việc xả đá được tiếp tục tiến hành ở các cửa tiếp theo. Cầu nổi được cố định bằng neo và di chuyển dọc theo bờ.

Cũng có thể đổ đá học và đá dăm bằng băng tải đặt trên hệ đà giáo.

4-3. SAN BẰNG TẦNG ĐỆM

Việc san bằng tầng đệm được thực hiện sau khi tiến hành đo đạc, từ kết quả đo đạc xác định được sự phù hợp với cao độ thiết kế. Mức độ san bằng tầng đệm phân chia như sau: san bằng thô, san bằng kỹ và san bằng thật kỹ. Chọn mức độ san như thế nào phụ thuộc vào kết cấu của công trình được xây dựng.

San bằng thô mái dốc và bề mặt tầng đệm được thực hiện khi thi công công trình từ vật liệu xếp đồng lớn. Sai số so với cao độ thiết kế cho phép $\pm 20\text{cm}$.

San bằng kỹ được áp dụng khi thi công nền để đặt những kết cấu khối lớn và lồng cũi trên diện tích bờ bảo hộ của tầng đệm của công trình gia cố bờ và để đặt những khối đá vữa, giới hạn mặt cắt của vật liệu xếp đồng lớn. Sai số cho phép so với cao độ thiết kế là $\pm 8\text{cm}$.

San bằng thật kỹ tầng đệm được thực hiện để xây dựng trên nó những tường gồm những khối xây chuẩn, cũng như để đặt những khối bảo vệ ở bờ bảo hộ và mái dốc. Sai số cho phép với cao độ thiết kế là $\pm 3\text{cm}$.

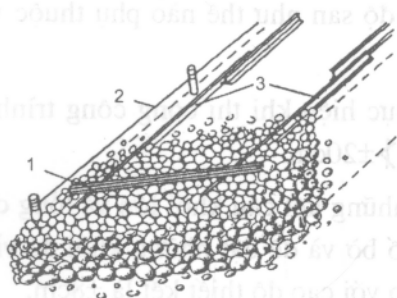
Việc san bằng thô được thực hiện nhờ thợ lặn. Những chỗ lõm được lấp đầy bằng đá. Phần đá thừa được gạt ra ngoài phạm vi tầng đệm, hoặc được lấy lên. Cao độ được kiểm tra bằng thước đo sâu. Trong trường hợp cần thiết phải đổ đá bổ sung thì việc đó chỉ được thực hiện sau khi có khẩu lệnh của thợ lặn. Trong thời gian đổ đá không có thiết bị dẫn hướng (máng, ống dẫn) thì thợ lặn phải lên khỏi mặt nước. Khi nâng giỏ chất liệu có chứa đá lên, thì thợ lặn không được ở phía dưới nó.

Việc san bằng kỹ nền đá ở dưới nước đạt được nhờ thiết bị dẫn hướng bằng ray đường sắt (hình 4-2). Để xác định chỗ rải đá và hướng của ray, người ta đặt phao tiêu hay sào ngầm, sau đó đóng xuống dưới nước những cọc văng và theo đó căng sợi dây thép làm mốc định hướng để đặt ray. Độ chính xác của thiết bị này được thực hiện bằng thước. Thước kiểm tra mức độ san bằng tầng đệm được đặt trên ray dẫn hướng và di chuyển dọc mũi thi công theo mức độ san bằng tầng đệm. Khi thi công tầng đệm nghiêng (xiên), thì vị trí của thước được kiểm tra bằng ống đo độ phẳng ngang, hoặc nivô đặt trên giá đỡ hình nêm.

Khi san bằng tầng đệm dưới những trụ đứng riêng biệt, người ta sử dụng đường là khung kim loại, kích thước của nó phù hợp với kích thước của tầng đệm. Việc sử dụng những bộ đường như vậy là hợp lý khi số lượng những trụ riêng biệt này là đáng kể.

Việc san bằng thật kỹ do thợ lặn thực hiện bằng cách rải đá nhỏ hay đá dăm vào tất cả những phần lõm và khoảng trống giữa những hòn đá lớn, rồi san bằng bề mặt theo mép dưới của thước kiểm tra. Đá và đá dăm được đưa vào giỏ chất liệu, hoặc đổ trực tiếp tại chỗ theo chỉ dẫn của thợ lặn.

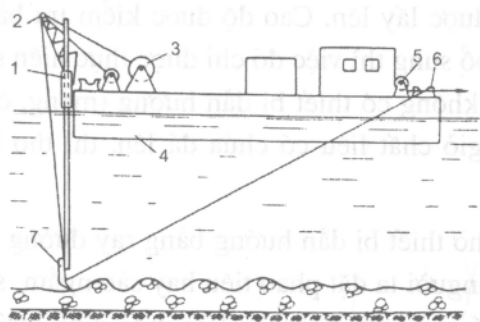
Khi san bằng những đồng đá đổ ở dưới nước, thì thuận tiện nhất là dùng những bun ke chuyên dụng có ống dẫn. Bun ke có kích thước 1m x 1m, đặt cố định trên sà lan hay phao, nối với nó là loại ống mềm gọn sóng, đường kính 15 ~ 20cm để cung cấp đá dăm. Chiều dài của ống mềm phụ thuộc vào độ sâu tại đó tiến hành thi công tầng đệm và đầu ra của ống mềm phải cách đỉnh tầng đệm 25 ~ 30cm. Những đoạn ống mềm riêng biệt được nối với nhau bằng mặt bích. Khi đổ đá dăm, thợ lặn điều khiển ống mềm, và khi kết thúc công việc tại một vị trí, thì phát khẩu lệnh di chuyển sà lan, trên đó có chứa đá dăm, bun ke và ống mềm đến vị trí tiếp theo.



Hình 4-2. San bằng nền đá

- 1- Thước kiểm tra;
- 2- Dây kéo;
- 3- Kết cấu dẫn hướng.

Việc thi công tầng đệm trên biển được thực hiện bằng phương pháp cơ giới hóa (hình 4-3).



Hình 4-3. San bằng nền đá bằng cơ giới

- 1- Ống nối định hướng;
- 2- Cơ cấu nâng của cần;
- 3- Tời điện đảo chiều;
- 4- Phao;
- 5- Tời neo;
- 6- Cọc cáp;
- 7- Dao (lưỡi cào).

Toàn bộ thiết bị được lắp đặt trên hệ phao có trọng tải 300T. Hai ống nối, đường kính 320mm được liên kết khớp với khung của hệ nổi ở mép phao. Cần gạt là ống thép, đường kính 300mm, dài 20m cố định vào ống nối nhờ vít hãm, đầu dưới của cần gạt liên kết với lưỡi cào rộng 6m.

Ở vị trí công tác, cần gạt ở tư thế thẳng đứng, và lưỡi cào được đặt ở độ sâu cho trước nhờ cơ cấu nâng cần và tời điện thuận nghịch (hai chiều), đặt cố định trên hệ phao. Sau khi kết thúc công việc san bằng tầng đệm thì nâng cần gạt và lưỡi cào lên, đặt nằm ngang trên mặt phao.

Lưới cào tiếp nhận lực kéo từ hệ thống dây cáp thông qua tời và pully chuyển hướng. Việc di chuyển thiết bị dọc theo tầng đệm và điều phối nó được thực hiện thông qua cộc cáp nhờ tời, cố định bởi cáp thép vào neo chết, có trọng lượng xấp xỉ 12T.

Để cung cấp năng lượng cho tời hoạt động, người ta đặt máy phát điện trên hệ phao.

Tính năng kỹ thuật của thiết bị san này cho trong bảng 4-1.

Bảng 4-1. Tính năng kỹ thuật của thiết bị san đá dưới nước

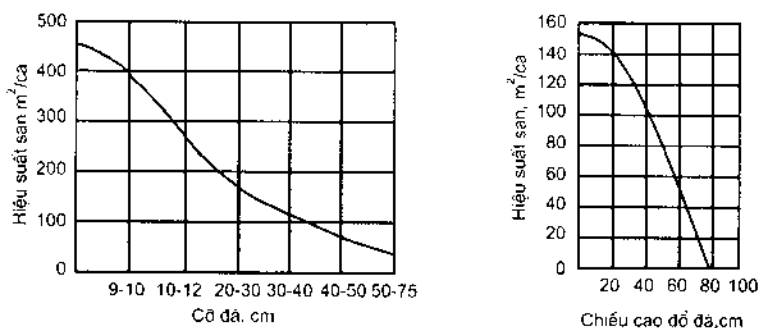
Các chỉ tiêu	Đơn vị tính	Trị số
Kích thước của phao:	m	
- Rộng	"	8
- Dài	"	24
Trọng tải của phao	T	300
Chiều dài cần gạt	m	20
Bề rộng lưới cào	m	6
Chiều cao lưới cào	m	1,2
Trọng lượng của cơ cấu công tác cùng với cần	T	1,5
Sức kéo của tời điện		
- Để nâng lưới cào	T	15
- Để di chuyển toàn bộ thiết bị san	T	8
Hiệu suất khi san thô	m ² /ca	200
Độ chính xác khi san bằng phẳng	cm	10 - 15

Bảng 4-2 nêu những đặc trưng kỹ thuật cơ bản của thiết bị san bằng tầng đệm kiểu CIIY-1.

Bảng 4-2. Những đặc trưng kỹ thuật của thiết bị san kiểu CIIY-1

Các chỉ tiêu	Đơn vị tính	Trị số
Hiệu suất	m ² /ca	150 - 250
Công suất	kw	130
Trọng lượng phần dưới nước	T	≤50
Độ ổn định khi có bão	-	Không tháo thiết bị khi có gió ≥6
Thời gian chuẩn bị cho thiết bị làm việc	giờ	4 - 6
Thời gian tiến hành ở trạng thái vận chuyển	giờ	4 - 6
Sức nâng tải của cần cầu nổi phục vụ	T	3 - 5

Hiệu suất của tất cả các loại thiết bị san bằng phụ thuộc vào kích cỡ của đá và chiều cao đổ đá. Trên đồ thị hình 4-4 chỉ rõ sự phụ thuộc này đối với thiết bị CIIY-1.



Hình 4-4. Đồ thị biểu diễn quan hệ phụ thuộc của hiệu suất của máy san CIIY-1 vào cỡ đá và mức đổ

4-4. LÀM CHẶT TẦNG ĐỆM

Chất tải tĩnh là phương pháp phổ biến nhất để làm chặt tầng đệm bằng đá đổ dưới nước khi xây dựng các công trình thủy lợi. Chẳng hạn chất tải nền của các phân đoạn công trình trọng lực được thực hiện bằng những khối lớn chế tạo sẵn để lát rải những phân đoạn tiếp theo.

Trên phần của phân đoạn, các khối chất tải được đặt có độ lệch tâm để tạo nên ứng suất phân bố đều dưới đáy móng công trình và tránh cho nó khỏi nghiêng trong lúc chất tải. Nếu khi chất tải phát sinh độ lún không đều vượt quá cho phép, dẫn đến làm xô lệch các khối đã đặt của công trình thì sau khi chất tải phải đặt lại các khối tương ứng. Công trình được giữ tải cho đến khi độ lún tắt hoàn toàn.

Phân tích độ lún thực tế của từng bộ phận công trình, cho phép dự đoán được trị số lún và thời gian lún kéo dài do chất tải đối với toàn bộ công trình, đồng thời xác định được những số liệu để có thể tính toán khi lập tiến độ thi công trong những điều kiện cụ thể.

Nhược điểm của phương pháp này là kéo dài thời gian chờ đợi cho đến khi tắt lún, độ lún chặt tầng đệm kém, chi phí lao động và giá thành lớn.

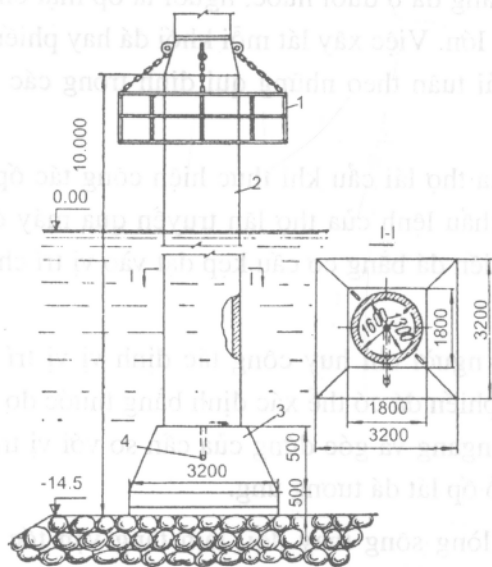
Chất tải tĩnh đòi hỏi đặt bổ sung và lấy những khối tiếp sau ra khỏi công trình của những khối chất tải (20 - 40% của tất cả các khối, được để lại trong công trình).

Ở độ sâu lớn, sóng nước không ảnh hưởng tới, thì có thể thay lớp đất yếu bằng cách đổ cát hoặc cuội sỏi. Khi thay đất, cho phép sử dụng cát hạt thô, có khả năng đạt hệ số nội ma sát lớn, cũng có thể dùng sỏi và hỗn hợp cát - sỏi. Trong những trường hợp này, cát sỏi đổ xuống được duy trì trong một thời gian xác định (đối với công trình trên biển là một mùa gió bão) để nó tự chặt trước khi xây dựng công trình trên nó. Việc san bằng tầng đệm ở dưới nước, nói

chung thường không được tiến hành hay thực hiện bởi thợ lặn, mà người ta áp dụng phương pháp cơ giới thủy lực để tiến hành san bằng nó cho đến khi đạt được cao độ thiết kế.

Khối lượng và nhịp độ xây dựng hiện đại đòi hỏi phải tạo ra những phương pháp làm chặt nhanh tầng đệm từ đá đổ dưới nước. Từ nhu cầu đó, người ta đã chế tạo những thiết bị làm chặt nền đá trong nước.

Trên hình 4-5 là thiết bị đầm lèn nền đá bằng chấn động. Nó gồm đế bằng bê tông cốt thép, liên kết cứng với cột ống bê tông cốt thép, đường kính 1,6m, được gắn với búa rung BП-3. Để lắp ráp búa rung và sử dụng nó được thuận tiện, người ta treo vào đầu cột ống một giá công tác.



Hình 4-5. Máy đầm rung làm chặt nền đá

- 1- Giá treo;
- 2- Kết cấu ống;
- 3- Đế;
- 4- Ống xả nước.

Những đặc trưng kỹ thuật của thiết bị này nêu trong bảng 4-3.

Bảng 4-3. Những đặc trưng kỹ thuật của máy đầm rung làm chặt nền đá

Các chỉ tiêu	Đơn vị tính	Trị số
Trọng lượng	T	73,8
Diện tích làm chặt đồng thời	m ²	10,2
Trị số lực kích thích	T	42,5
Tần số dao động	l/ph	408
Biên độ dao động	m m	2 - 4
Công suất động cơ điện	kw	100

Khi đầm chặt tầng đệm bằng đá, thì bề mặt san bằng của nó phải phù hợp với tiêu chuẩn san bằng kỹ. Do có khả năng hình thành những chỗ lõm cục bộ khi chuyển chỗ đầm, nên lúc di chuyển máy đầm rung đến vị trí mới, yêu cầu phải tuân theo điều kiện: đặt đế đầm ở cách vùng đã đầm chặt trước một khoảng cách xấp xỉ 1m.

Độ lún của tầng đệm do tác động chấn động của máy đầm rung đạt đến 40cm, khi chiều dày đồng đá đổ đến 4m. Thời gian đầm chặt là 2,5 - 3,5 phút, còn thời gian chuyển vị trí đầm là 7 - 20 phút. Độ lún trung bình của tầng đá đệm là 8 - 8,5% (được xác định từ những số liệu quan trắc thực tế).

4.5. CÔNG TÁC GIA CỐ

Thường để gia cố đáy hay mái dốc tầng đệm bằng đá ở dưới nước, người ta ốp mặt chúng bằng cách lát một lớp đá có kích cỡ và trọng lượng lớn. Việc xây lát mỗi khối đá hay phiến đá được hạ bằng cần cẩu hay bằng thủ công, đều phải tuân theo những qui định trong các Qui phạm kỹ thuật hiện hành.

Thợ lặn là người phối hợp những công việc của thợ lái cẩu khi thực hiện công tác ốp lát đá. Việc thả đá xuống nước được thực hiện theo khẩu lệnh của thợ lặn truyền qua máy điện thoại. Thợ lặn phát tín hiệu cho thợ lái cẩu nâng phiến đá bằng cơ cấu kẹp đặt vào vị trí chuẩn xác.

Theo mức độ lát đá, tại chỗ đứng trên sà lan, người chỉ huy công tác định vị vị trí của chúng trên bản vẽ. Toạ độ vị trí chính xác của mỗi phiến đá có thể xác định bằng thước đo góc ngang lắp trên cần cẩu, nó chỉ rõ độ lệch theo góc ngang và góc đứng của cần so với vị trí O, từ đó xác định được khoảng cách từ cần cẩu đến chỗ ốp lát đá tương ứng.

Trong thực tế xây dựng và khai thác cầu, do lòng sông thay đổi, làm tăng vận tốc của dòng chảy dưới cầu khi có lũ, hoặc thu hẹp dòng chảy do có công trình kè, đập làm xuất hiện xói lở ở gần trụ cầu, thì khi đó cần phải gia cố lòng sông. Người ta thả vào hố xói: đá học, cành cây hoặc các rọ đá.

Khi gia cố bằng cành khô, có chất tải bằng đá học, thì lớp lót bằng cành khô và đá được sử dụng, có độ cứng khác nhau với trọng lượng thể tích $\gamma = 1,8T/m^3$. Đá đổ dưới nước khi xây dựng công trình gia cố không được để dòng chảy cuốn đi. Trọng lượng của từng viên đá riêng biệt ứng với vận tốc dòng chảy 1,5m/s, không được nhỏ hơn 3kg. Khi vận tốc dòng chảy tăng lên, thì trọng lượng của hòn đá được tăng đến 25kg.

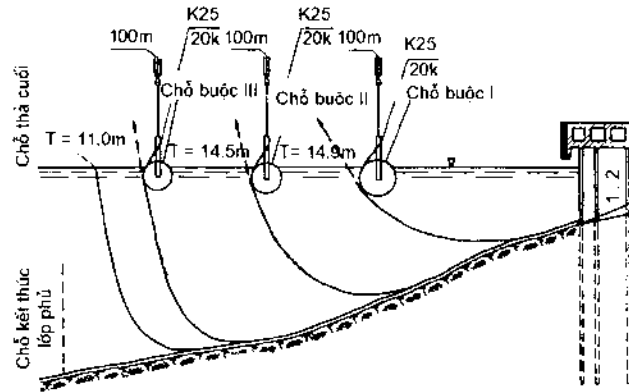
Người ta hạ những tấm đệm có kích thước trên mặt bằng 10-100m² xuống đáy sông. Rọ đá là những lồng đan bằng thép sợi có thể tích xấp xỉ 1m³ chứa đầy đá học. Khi dòng nước chảy mạnh thì thả từng hòn đá xuống nước sẽ không có hiệu quả, mà phải dùng rọ đá.

Hiện nay, để gia cố những công trình thuỷ lợi và gia cố bờ của những hồ chứa nước, người ta sử dụng bê tông átphan.

Với độ bền và độ ổn định khá tốt, lại nhờ có tính dẻo (tính chịu uốn), bê tông átphan được

đánh giá là vật liệu tốt để gia cố các mái dốc bị hư hỏng do biến dạng. Ngoài ra lớp phủ (lớp mặt) bằng bê tông áphan không đắt, bởi vì để chế tạo chúng, chủ yếu dùng vật liệu địa phương: cát và á sét, chỉ có 8 - 11% (theo trọng lượng) là bitum.

Trên hình 4-6 là sơ đồ thi công mái dốc bằng bê tông áphan.



Hình 4-6. Sơ đồ thi công mái dốc bằng bê tông áphan ở dưới nước

Chương V

CÔNG TÁC ĐẤT DƯỚI NƯỚC

5-1. THIẾT BỊ THI CÔNG

Việc chọn thiết bị để tiến hành công tác đất ở dưới nước phụ thuộc vào những đặc trưng cơ lý của đất, điều kiện thủy lực, vào khối lượng và mục tiêu của công tác đất. Đó là: máy nạo vét, máy hút bùn, máy cạp đất, súng phun nước v.v... Đối với đất đá phân tán thì áp dụng phương pháp nổ mìn.

Máy nạo vét được sử dụng khi khối lượng công tác đất lớn, vì nó có hiệu suất rất cao, mà giá thành thi công lại thấp hơn so với các phương tiện kỹ thuật khác. Theo phương pháp đào đất, những máy xúc (tàu cuốc - tàu nạo vét) được chia ra loại nhiều gầu và loại gầu đơn.

Máy xúc nhiều gầu lấy đất từ đáy sông nhờ những gầu riêng biệt. Dung tích của các gầu đạt $0,5 - 15\text{m}^3$. Hiệu suất của máy (phụ thuộc vào loại đất, dung tích gầu và công suất động cơ) đạt $600\text{m}^3/\text{h}$. Chiều sâu lấy đất của gầu 6-15m. Việc sử dụng những máy làm đất này là hợp lý khi khối lượng công tác lớn, tuyến công tác rộng và khi đào đất sét nhẹ, sỏi, cuội cát hoặc sét cát.

Cầu ngoạm và máy xúc gầu thuộc vào loại *máy làm đất gầu đơn*. Chúng được sử dụng ở nơi chật hẹp của khu nước trước bến, khi hạ vào trong đất giếng lấy nước, móng của trụ cầu, hoặc đổ đá v.v...

Khi đào đất cát thì sử dụng *tàu hút bùn* là kinh tế nhất. Trong trường hợp này, đất ở dưới nước được đào bằng phương pháp hút. Theo kết cấu của thiết bị hút, tàu hút bùn được chia ra: tàu hút bùn có bộ phận làm toi đất và tàu hút bùn không có bộ phận làm toi đất. Tàu hút bùn có hiệu suất công tác khá cao ($50 - 200\text{m}^3/\text{h}$ và lớn hơn) đồng thời cho phép tiến hành công việc ở độ sâu đến 10m. Khi tăng độ sâu của hố nước, thì hiệu suất của thiết bị hút bùn bị giảm. Việc sử dụng tàu hút bùn cũng bị hạn chế vì nó không thể đào được đất sét chặt và các loại đá. Trong một số trường hợp yêu cầu phải làm toi đất trước (xem bảng 5-1).

Bảng 5-1. Những đặc trưng của đất, đào bằng thiết bị hút bùn đặt trên phương tiện nổi

Đất	Trọng lượng 1m ³ đất, kg	Thành phần bùn (tỉ số của thể tích đất ở thể chặt và thể tích nước)	Ghi chú
- Cát nhỏ và cát vừa ở trạng thái tơi	1500	1:6	Có thể đào mà không có máy làm tơi.
- Cát to	1650	1:7	Có thể đào, mà không có máy làm tơi đất.
- Cát sét và cát dính kết	1600	1:8	Bắt buộc phải làm tơi đất.
- Đất hoàng thổ, xốp	1600	1:8	Bắt buộc phải làm tơi đất.
- Sét cát nhẹ và vừa	1650	1:12	Bắt buộc phải làm tơi đất.
- Sét cát nặng	1750	1:15	Bắt buộc phải làm tơi đất.
- Sỏi nhỏ không dính kết	1700	1:10	Nhất thiết phải làm tơi.
- Cát sét và sét cát nhẹ, có chứa sỏi (4 - 8%), hoặc đá dăm	1700	1:12 1:16	Nhất thiết phải làm tơi đất.

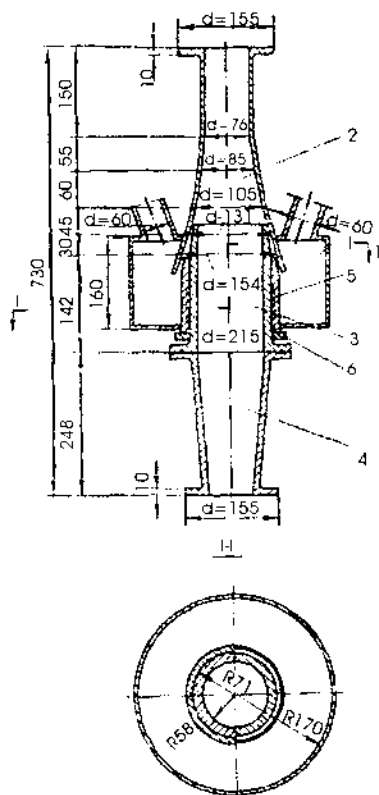
Máy hút đất là thiết bị nhỏ, được sử dụng khi khối lượng công tác đất không lớn. Chúng được áp dụng trong tất cả các dạng thi công dưới nước (hạ cọc ống, đào hố móng trong vòng vây cọc ván, hạ giếng của công trình lấy nước) cũng như khi khắc phục các sự cố. Tùy thuộc vào thiết bị tăng áp, mà máy hút đất được chia ra là máy hút bùn thủy lực và máy hút bùn không khí.

Máy hút bùn thủy lực có những dạng khác nhau và dùng để hút bùn lỏng, sỏi nhỏ, đất sét tơi, cát và đá nhỏ.

Khác với tàu cuốc (tàu nạo vét, máy xúc), ở chúng, khi bơm hút đất cát, bánh xe công tác, vỏ máy và những bộ phận khác, tiếp xúc với đất, bị mài mòn nhanh, thì khi sử dụng máy hút bùn thủy lực, máy bơm cấp nước sạch, nên đất mài mòn chỉ đi qua ống xả.

Mặc dù với máy hút bùn thủy lực, đòi hỏi lưu lượng nước lớn, có hệ số hiệu dụng không lớn, nhưng nó lại có ưu điểm lớn trong điều kiện thi công dưới nước. Thường người ta sử dụng ống thoát nước mềm, ống hút là ống mềm cao áp. Do kích thước giới hạn của kết cấu máy không lớn lắm, nên thợ lặn có thể trực tiếp điều phối máy hút bùn thủy lực ở những chỗ chật hẹp, hoặc ở chỗ có gò đồng. Trong những trường hợp khác người ta treo máy hút bùn thủy lực vào cần của cần cẩu.

Khi tiến hành công tác thu dọn lòng sông, những máy hút bùn thủy lực có miệng hút kiểu vành (hình 5-1) có thể hút được những mảnh vụn của bê tông, gạch, đá v.v... Miệng hút kiểu vành tạo thành bởi phần giới hạn của buồng hỗn hợp hình côn và buồng hút. Trục của miệng hút giao với trục của máy hút bùn thủy lực dưới góc 16° .

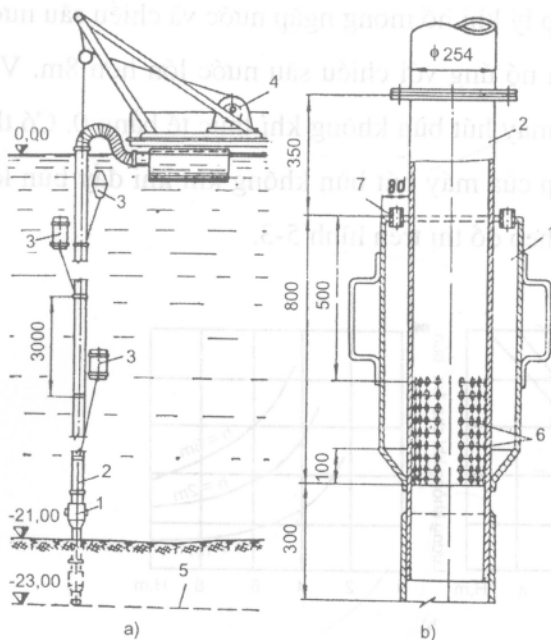


Hình 5-1. Máy hút bùn thủy lực có miệng hút kiểu vành

- 1- Miệng hút kiểu vành;
- 2- Buồng hỗn hợp;
- 3- Buồng hút;
- 4- Ống khuếch tán dẫn vào;
- 5- Ống hình trụ dẫn hướng;
- 6- Vòng hãm.

Nguyên tắc hoạt động của máy hút bùn thủy lực là nước từ buồng tăng áp, dưới áp lực cao hướng vào miệng hút kiểu vành, và đi vào buồng hỗn hợp đều đặn trên toàn bộ chu vi của miệng hút dưới dạng tia. Do sự chuyển động của dòng nước, tạo nên trạng thái chân không trong buồng hút, và vì thế bùn đất bị đẩy ra theo ống xả.

Chế độ làm việc của loại máy hút bùn thủy lực này phụ thuộc vào trị số khe hở của miệng hút kiểu vành. Việc điều chỉnh nó được thực hiện bằng ren cấu tạo ở mặt ngoài của buồng hút 3 và bên trong ống trụ dẫn hướng 5, hàn với phần dưới của buồng tăng áp 1. Khe hở này được cố định nhờ vòng hãm 6.



**Hình 5-2. Lấy đất nhờ máy
hút bùn không khí**

- a- Sơ đồ làm việc;
- b- Cấu tạo của máy hút bùn không khí;
- 1- Buồng hỗn hợp;
- 2- Ống dẫn ra;
- 3- Phao;
- 4- Tời để nâng (hạ) máy hút bùn;
- 5- Đáy đường hào;
- 6- Lỗ $\phi 6\text{mm}$;
- 7- Lỗ để cấp không khí.

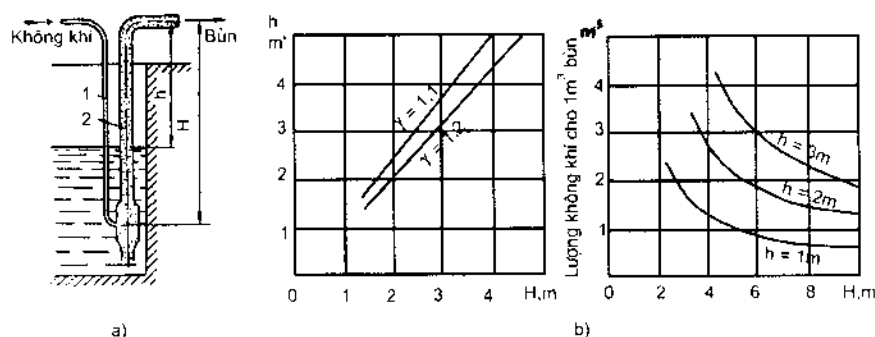
Máy hút bùn thủy lực với miệng hút kiểu vành có những chỉ tiêu kỹ thuật hầu như cao gấp 2 lần so với máy hút bùn thủy lực có miệng hút kiểu trục. Chẳng hạn, lượng nước để hút 1m^3 cát bằng máy hút bùn thủy lực có miệng hút kiểu vành là $6 - 7\text{m}^3$, lẽ ra là $12 - 15\text{m}^3$ khi dùng máy hút bùn thủy lực bình thường. Ngoài ra, máy hút bùn thủy lực có miệng hút kiểu vành có khả năng hút được sỏi và đá có kích thước lớn (bằng đường kính lỗ dẫn vào của ống khuếch tán).

Máy hút bùn thủy lực là thiết bị đơn giản, giá thành không đắt, có thể chế tạo ở xưởng cơ khí tại công trường.

Trong một số trường hợp (độ sâu nước lớn, làm việc trong cột ống v.v...) thì để lấy đất, người ta sử dụng máy hút bùn không khí (hình 5-2). Sự hoạt động của máy hút bùn không khí dựa vào không khí nén, được cung cấp dưới dạng bọt vào trong ống, nó cùng với nước tạo thành thể bọt có trọng lượng riêng nhỏ hơn trọng lượng riêng của nước ở bên ngoài ống. Do sự chênh lệch tỉ trọng này tạo nên chuyển động đi lên của thể bọt (hỗn hợp khí nén và nước) và kéo theo nó là đất yếu hoặc đất ở trạng thái phân tán (tơi).

Khi chế tạo máy hút bùn không khí cần chú ý: đường kính lỗ ở ống hút $\phi 3-4\text{mm}$, số lỗ phụ thuộc vào đường kính ống và hiệu suất của máy nén khí, phương của các lỗ đối với trục ống lấy dưới góc 45° để loại trừ tác dụng ngăn cản dòng hút ra.

Việc sử dụng máy hút bùn không khí chỉ hợp lý khi hố móng ngập nước và chiều sâu nước trong nó $\leq 3\text{m}$. Hiệu suất công tác lớn nhất của nó ứng với chiều sâu nước lớn hơn 8m. Với chiều sâu nước bằng 1,5 - 2m, thì hiệu suất của máy hút bùn không khí thực tế bằng 0. Có thể xác định chiều sâu tối thiểu H hạ buồng hỗn hợp của máy hút bùn không khí khi đẩy bùn lên chiều cao h và lượng không khí để hút 1m^3 bùn theo đồ thị trên hình 5-3.



Hình 5-3. Đồ thị để xác định chế độ làm việc của máy hút bùn

a- Sơ đồ của máy hút bùn; b- Đồ thị để xác định chế độ làm việc.

1- Ống mềm dẫn không khí; 2- Bùn.

Hiệu suất của máy hút bùn không khí phụ thuộc vào áp lực không khí và độ sâu hạ ống (xem bảng 5-2).

Bảng 5-2. Đặc tính kỹ thuật của máy hút bùn không khí

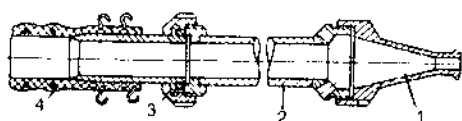
$(H+h), \text{m}$	H, m	Vận tốc thoát bùn, m/s	Hiệu suất lấy đất, m^3/h
3	2	3,46	2,1
4	3	4,35	2,65
5	4	5,00	3,05
6	5	5,50	3,35
7	6	5,95	3,60

Súng phun nước (vòi xói) được áp dụng rộng rãi trong thực tế đối với công tác kỹ thuật dưới nước để xói đất bằng cách sử dụng tia nước có áp. Súng phun nước, có loại điều khiển

bằng tay (bơm thủy lực) và loại cơ giới hóa (máy phun nước). Ở trường hợp thứ nhất việc xói đất do thợ lặn tiến hành và hiệu suất của súng phun nước phụ thuộc vào những lực vật lý của thợ lặn, di chuyển ống mềm có áp của súng phun nước. Trong trường hợp thứ hai, thiết bị xói, sử dụng, có công suất lớn hơn, được điều khiển từ trên mặt nước, và chức năng của thợ lặn chỉ là kiểm tra chất lượng công tác theo chu kỳ. *Bơm thủy lực* là thiết bị xói rất thuận tiện. Nó gọn nhẹ, cho phép thợ lặn làm việc trong điều kiện chật hẹp, ở khoảng cách gần chỗ xói.

Nhược điểm của bơm thủy lực là có tác dụng phản lực của tia nước đối với thợ lặn. Vì thế nếu không có thiết bị phụ, thì việc giữ bơm thủy lực bằng tay sẽ rất khó khăn. Đất xói ra, không phải hoàn toàn cuốn theo dòng nước, mà một phần lắng xuống chỗ cũ. Việc giảm phản lực của tia nước phun ra đạt được bằng cách sử dụng ống không phản lực (hình 5-4). Kết cấu của nó khác với ống bình thường ở chỗ nắp chụp miệng phun mở rộng một chút, trong đó lỗ chính hướng theo trục bơm thủy lực, còn 3 lỗ phụ theo hướng ngược lại dưới một góc nào đấy. Lượng nước cung cấp qua lỗ chính là 60 - 65%.

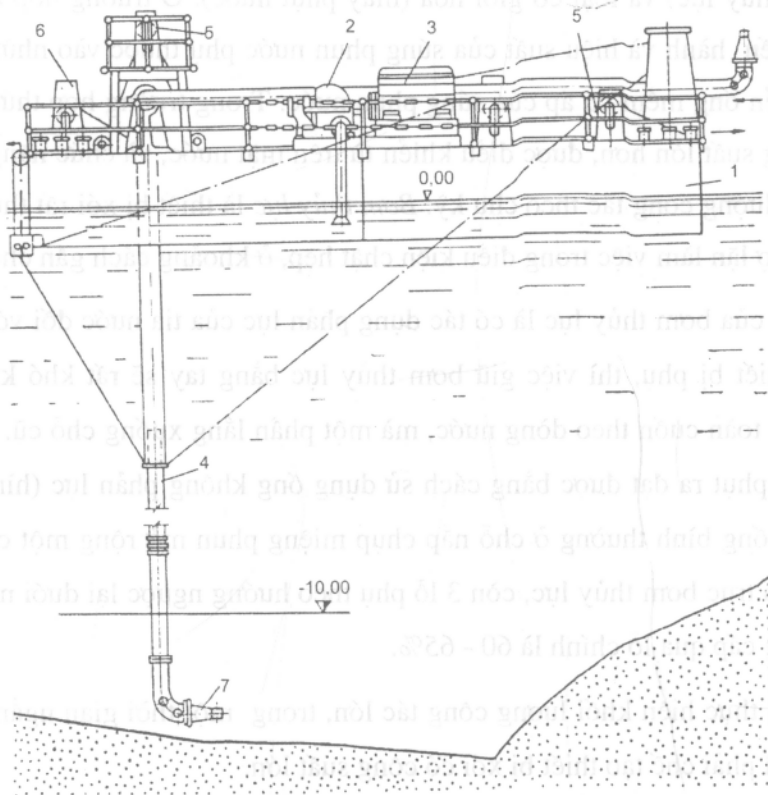
Khi cần thiết thực hiện khối lượng công tác lớn, trong một thời gian ngắn và để giảm giá thành thi công thì phải chế tạo thiết bị xói có công suất lớn.



Hình 5-4. Ống không phản lực

- 1- Nắp chụp có miệng phun $\phi = 12 - 25\text{mm}$;
- 2- Ống có miệng phun phản lực; 3- Đai ốc nối; 4- Ống mềm có áp.

Súng phun nước dưới nước vạn năng УПЭМ-360 (hình 5-5) được ghép bộ với động cơ diesel, cho phép làm việc với nguồn năng lượng điện của bản thân máy. Máy được lắp trên 4 phao. Nhờ cấu tạo khớp - ống lồng, cho phép thiết bị làm việc ở độ sâu 6m mà không cần phải nối ống. Độ chìm của hệ phao có chất tải đầy đủ là 1m. Chiều dày lớn nhất của lớp cát đối với đất cát sau một hành trình xói xấp xỉ 1,8m.



Hình 5-5. Sơ đồ súng phun nước YPAM-360

- 1- Phao; 2- Máy bơm 3B-200 x 2; 3- Động cơ 3Д-12; 4- Ống có áp;
5- Tời 1T; 6- Tời 3T; 7- Vòi phun của súng phun nước.

Vận tốc di chuyển của thiết bị (tàu cước) là 30-60m/h. Trong trường hợp cần thiết phải xói đường hào ở độ sâu lớn, thì đất được đào thành từng lớp. Tính vận năng của thiết bị đạt được nhờ những bộ phận công tác thay thế được các loại miêng phun khác nhau của súng phun nước để xói được đất các loại (từ đất chặt đến đá phân lớp) và lắp được dao thủy lực để chôn cáp xuống đáy sông (biển) đến độ sâu 1,5 - 2m.

Có thể vận chuyển máy dễ dàng đến nơi xây công trình trên những sông không có thông thuyền.

Định mức đào đất của súng phun nước trong các loại đất khác nhau nêu ở bảng 5-3 (không kể vận chuyển bùn).

Bảng 5-3. Định mức đào đất của súng phun nước

Tên thiết bị	Năng suất đào đất của máy, m ³ /h					
	Cấp đất					
	I	II	III	IV	V	VI
Máy phun thủy lực vận năng УПГЭУ	59,0	50,0	45,0	31,2	25,6	17,6
Súng phun nước vận năng УПГМ-360 khi làm việc:						
- Bằng phương pháp xói đường hào sâu đến 2m.	26,3	22,3	18,2	14,3	11,1	9,0
- Bằng biện pháp hút	43,5	34,3	28,6	22,7	-	-

Máy cạp đất được sử dụng để đào hầu hết các loại đất, gồm cả đá đã được làm tơi trước và có thể sử dụng để đào đường hào dưới nước vào thời gian bất kỳ của năm.

Năng suất tính theo giờ của máy cạp đất, xác định theo công thức:

$$H = \frac{3600V.c.K_d.K_s}{2L.K_t}$$

Trong đó:

V- Dung tích hình học của gàu;

L- Khoảng cách cạp đất trung bình;

c- Vận tốc di chuyển gàu trung bình, lấy theo thực tế, bằng 0,7m/s.

K_d - Hệ số đầy của gàu (Từ 0,5 đối với đá, đến 1,1 đối với cát sét và sét cát);

K_t - Hệ số làm tơi đất phụ thuộc vào thành phần hạt, bằng 1,1 - 1,5;

K_s - Hệ số sử dụng máy cạp theo thời gian, lấy bằng 0,6.

Cần lưu ý rằng vận tốc hợp thành của chuyển động của gàu máy cạp và vận tốc dòng chảy ở vịnh nước không được vượt quá vận tốc không xói cho phép của dòng chảy đối với những loại đất khác nhau (xem bảng 5-4).

Bảng 5-4. Vận tốc không xói cho phép đối với các loại đất khác nhau

Tên đất	Vận tốc trung bình cho phép, m/s	Tên đất	Vận tốc trung bình cho phép m/s
- Bùn	$\leq 0,25$	- Đá:	
- Cát:		Nhỏ	$\leq 3,4$
Nhỏ	$\leq 0,4$	Vừa	$\leq 4,2$
Vừa	$\leq 0,7$	To	$\leq 4,9$
To	$\leq 0,8$	- Sét và sét cát:	
- Sỏi:		Chặt	$\leq 2,1$
Nhỏ	$\leq 0,95$	Chặt vừa	$\leq 1,1$
Vừa	$\leq 1,2$	- Đất hoàng thổ	$\leq 0,85$
To	$\leq 1,4$	chặt vừa	
- Cuội		- Cuội kết	$\leq 3,1$
Nhỏ	$\leq 1,8$		
Vừa	$\leq 2,2$		
To	$\leq 3,0$		

Do những tính toán lý thuyết của máy cạp trong điều kiện làm việc ở dưới nước không được kiểm tra đầy đủ và chính xác, nên việc chọn công suất của động cơ phải dựa trên cơ sở các chỉ tiêu kinh nghiệm, phụ thuộc vào cấp đất, từ tính toán 1 cv cho 7kg trọng lượng gàu đối với bùn và cát, 4kg đối với đất chặt và đất loại đá.

Tính toán dây kéo được thực hiện theo công thức:

$$T_1 = T.n$$

Trong đó:

T_1 - Lực kéo đứt;

T- Lực kéo lớn nhất;

n- Hệ số an toàn, đối với cáp của máy cạp, lấy bằng 6 - 8.

Khi cạp đất, dây cáp công tác cuốn vào tang tời, có trạng thái ứng suất phức tạp (kéo và uốn), cho nên cần phải kiểm tra thêm với những ứng suất này theo công thức kinh nghiệm của Bak (Bax).

$$\sigma_{\max} = 1,27 \frac{T}{S} + 800000 \frac{d}{D}, \text{ kG / cm}^2 ;$$

Trong đó:

$\sigma_{\max}$ - Ứng suất, kG/cm²;

- d - Đường kính dây cáp, cm;
- D - Đường kính của tang tời, hoặc puli, cm;
- S - Diện tích tiết diện ngang của tất cả các sợi cáp, cm^2 ;
- T - Lực kéo tác dụng vào dây cáp.

Để cố định tời và dây kéo ở trong bờ, người ta đặt neo. Yêu cầu cơ bản đối với chúng là đảm bảo độ vững chắc khi chịu tác dụng của lực nằm ngang lớn nhất.

Sự vận chuyển của máy cạp đất theo đáy sông được thực hiện nhờ tời điện hai tác dụng 2 chiều (tời điện 2 tang).

Hiệu suất của máy cạp đất là $10\text{-}20\text{m}^3/\text{h}$ (phụ thuộc vào loại đất).

5-2. BIỆN PHÁP THI CÔNG VÀ TỔ CHỨC THI CÔNG CÔNG TÁC ĐẤT Ở DƯỚI NƯỚC

Việc đào đất ở dưới nước được thực hiện bằng những phương pháp khác nhau, phụ thuộc vào khối lượng công tác, đặc trưng của đất, điều kiện thi công v.v...

Trước khi bắt đầu đào hố móng và đường hào dưới nước, cần thực hiện những công tác chuẩn bị sau:

1- Đo độ sâu và lập mặt cắt thực tế của đáy sông, mặt cắt này được kiểm tra nhằm làm rõ những sai lệch so với thiết kế và để làm căn cứ chọn biện pháp thi công, cũng như để kiểm tra độ sâu đào đất.

2- Tiến hành công tác lặn, kiểm tra hố móng, hoặc tuyến vượt nhằm phát hiện những chướng ngại có thể gây khó khăn cho việc đào đất.

Kích thước và độ sâu đặt nền của móng của trụ cầu, công trình thủy lợi và đường ống v.v... được xác định bằng thiết kế và Quy phạm kỹ thuật. Taluy mái dốc của đường hào và hố móng ở dưới nước, lấy phụ thuộc vào cấp đất (xem bảng 5-5).

Hố móng trong đất không phải là đá được đào đến cách cao độ thiết kế $0,1 - 0,2\text{m}$. Phải kết thúc việc san bằng và làm sạch hố móng ngay trước lúc xây móng. Nếu việc đào đất được thực hiện bằng các phương tiện cơ giới thủy lực, thì lớp dưới của đất ở hố móng dày $0,3 - 0,5\text{m}$ cần phải đào bằng phương pháp sao cho bảo toàn được cấu trúc tự nhiên và khả năng chịu lực của đất nền. Khi nền là đất sét ẩm ướt, thì phải rải một lớp đá dăm dày $\nless 10\text{-}15\text{cm}$ và đầm chặt.

Bảng 5-5. Taluy mái dốc của đường hào và hố móng

Cấp đất	Loại đất	Taluy mái dốc của:		
		Đường hào và hố móng trong bờ sâu > 2m	Đường hào và hố móng dưới nước, sâu:	
			≤ 2,5m	> 2,5m
I	Cát hạt nhỏ	1:2	1:3	1:3,5
II	Cát sét, cát trung và cát thô	1:1,5	1:2	1:2,5
III	Sét cát	1:1,25	1:1,5	1:2,0
IV	Cuội sỏi và đất cuội	1:1,0	1:1,0	1:1,5
V	Đất sét	1:0,75	1:0,75	1:1,5
VI	Đất loại đá (tơi)	1:0,25	1:0,50	1:1,0

Chú thích: Taluy mái dốc của hố móng và đường hào ở phần trong bờ tính có kể đến nước ngầm

Đường hào để đặt đường ống dưới nước thường được đào sâu hơn cao độ thiết kết bởi vì khi đào chúng, đáy không đều cục bộ và đào xong, đất lại trôi vào. Độ bằng phẳng của đáy đường hào đạt được bằng cách đổ cát vào những chỗ lồi.

Khi đào đường hào để đặt ống dẫn thì nên xác định bề rộng tối thiểu của đường hào ở dưới nước theo công thức:

$$B = n.D + a(n-1) + 2b$$

Trong đó:

B- Bề rộng đáy đường hào, m;

n- Số đường ống;

D- Đường kính ống dẫn, kể cả lớp lót và lớp tải trọng dằn, m;

a- Khoảng cách giữa các ống, lấy bằng 0,7 - 1,5m, từ điều kiện làm việc của thợ lặn.

b- Bề rộng mép giữa biên tạo thành của ống dẫn và đường giao nhau của mái dốc với đáy đường hào, lấy bằng 0,5 - 1m.

Bề rộng tối thiểu ở đáy đường hào trong mọi trường hợp cần phải lớn hơn đường kính ống dẫn $\geq 1m$.

Khi đặt một số đường ống dưới nước ở chỗ vượt, thì phải chú ý đến trình tự thi công khi đào đường hào dưới nước. Nếu định đặt các ống dẫn sau khi hoàn thành toàn bộ đường hào, thì nên bắt đầu công việc từ thượng lưu của đường hào xuôi theo dòng chảy. Khi đó đất đào ra sẽ không bị cuốn theo dòng chảy của sông vào đường hào đã đào trước. Nếu thiết kế lấp đặt

đường ống dẫn, trực tiếp ngay sau khi hoàn thành công việc đào đường hào theo thứ tự, thì công tác đất được bắt đầu ở chỗ vượt tại nhánh thuộc hạ lưu dòng chảy. Điều đó được ước định bởi khả năng sử dụng phân đất khi đào ở thượng lưu để đắp đường hào ở hạ lưu đã đặt đường ống trước.

Khi tiến hành công tác nạo vét đáy của những công trình thủy lợi sát bờ và những công trình thủy lợi khác đặt không sâu lắm, thì cần phải tuân theo những điều kiện sau:

1. Cần phải thu thập những thông tin về trạng thái công trình trong thời gian khai thác ứng với độ sâu thiết kế, nghĩa là trước lúc chiều sâu này bị giảm, và chỉ sau khi có được những thông tin thỏa đáng mới có thể tiến hành công việc;

2. Khi cần thiết tăng độ sâu thiết kế thì cần phải kiểm tra bằng tính toán độ ổn định trượt theo mặt phẳng và mặt trụ tròn. Góc tính toán của mái dốc tự nhiên trước tường cần phải lấy có xét đến sự thay đổi cấu trúc của đất có thể xảy ra khi nó lộ ra, đặc biệt là đối với đất sét. Khi tính toán bề rộng của bờ bảo hộ nên lấy với độ an toàn bằng 0,5m đến 1,5m để đề phòng xói lở do những nguyên nhân ngẫu nhiên (do tác động bởi chân vịt của tàu).

Khi tiến hành công tác nạo vét đáy ở gần công trình móng cọc, thường xảy ra hư hỏng cọc do gàu của thiết bị nạo vét va vào, đặc biệt là khi có hàng cọc xiên bố trí ở phía trước. Để ngăn ngừa những hư hỏng này, giới hạn gần sát cho phép của thiết bị nạo vét đáy với công trình được đánh dấu bằng phao tiêu. Công tác nạo vét đáy ở bến, chủ yếu được tiến hành từ trên phương tiện nổi nên phải thực hiện rất thận trọng. Khi làm việc ở gần các công trình, không nên dùng máy hút bùn để nạo vét đáy, đặc biệt là ở gần các công trình trọng lực, thì biện pháp này phải loại bỏ hoàn toàn.

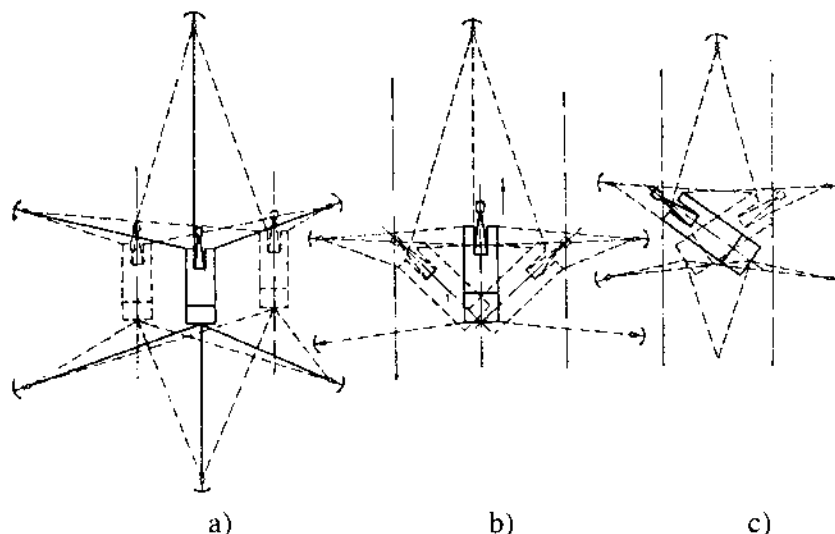
Hố móng của trụ cầu, của công trình lấy nước và của những công trình thủy lợi khác được đặt sâu, thường phải tiến hành đào đất trong vòng vây cọc ván, thùng chụp hoặc dè quai ngăn nước.

Những phương tiện kỹ thuật đối với công tác đất dưới nước được áp dụng phụ thuộc vào yêu cầu đặt ra đối với công tác đất và điều kiện thi công.

Máy cạp đất được sử dụng trong đa số trường hợp khi đào, đường hào và là phương tiện vận chuyển đất dư thừa, hay đất đã đào trước. Phần việc của thợ lặn chỉ là kiểm tra lại kết quả đào đất.

Khi đào đất của những công trình lớn thì hợp lý nhất là sử dụng tàu cuốc (tàu nạo vét). Chất lượng của công tác đào đất phụ thuộc vào phương pháp di chuyển tàu cuốc.

Tùy thuộc vào cấu hình và kích thước của hố móng hay đường hào, mà sự di chuyển ngang, hay di chuyển tịnh tiến của tàu cuốc được thực hiện bằng những phương pháp khác nhau. Ví dụ, trên hình 5-6, a là di chuyển tịnh tiến - song song.



Hình 5-6. Sơ đồ phương pháp di chuyển tàu cuốc

a- Song song; b- Hình quạt; c- Hình chữ thập

Trong toàn bộ thời gian nghỉ (không hoạt động) thì các tàu cuốc đỗ ở vị trí xuất phát song song nhau. Trong trường hợp đó, chiều sâu nước tự nhiên phải lớn hơn độ chìm của tàu, để nó có thể di chuyển tự do.

Để di chuyển tàu cuốc cần có 4 hoặc 6 neo. Rãnh biên được đào tốt hơn, khi di chuyển tàu cuốc theo hình rẽ quạt. Trong trường hợp đó (hình 5-6, b), đuôi tàu được xem như tâm quay của tàu cuốc. Khi thi công kênh hẹp, thì phương pháp này không thực hiện được.

Thường thì kênh hẹp được đào bằng cách di chuyển tàu cuốc theo hình chữ thập (hình 5-6, c). Đặc điểm của nó là phần đuôi tàu di chuyển theo chiều ngược với chiều di chuyển của phần đầu máy làm tơi đất. Trong tất cả các trường hợp, sự di chuyển của tàu cuốc được thực hiện nhờ 5 neo. Người ta sử dụng neo hải quân 2 ngành, 4 ngành và neo hút v.v...

Lực giữ của neo phụ thuộc vào trọng lượng neo, và vào đất ở đáy sông, được xác định theo công thức:

$$\theta = k.P$$

Trong đó:

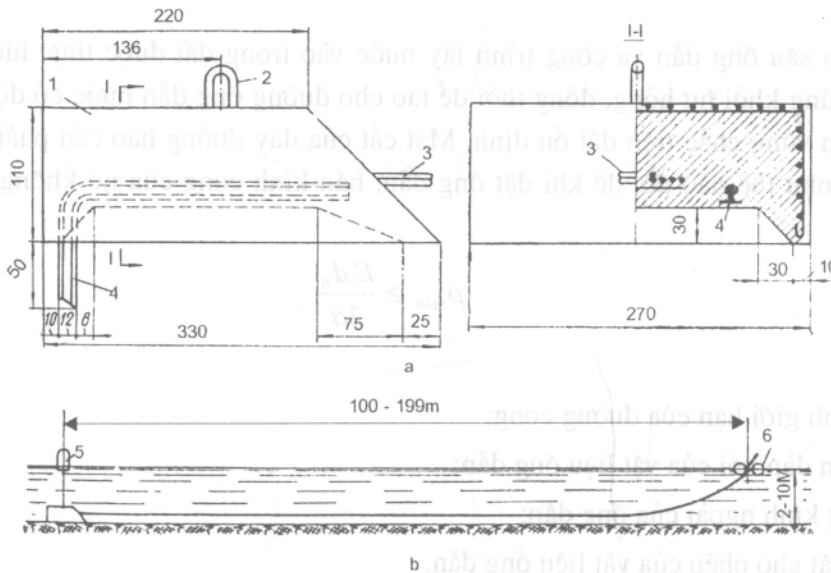
$k = 5 - 6$: đối với neo hải quân, có trọng lượng lớn hơn 500kg, trong đất cát;

$k = 6 - 8$: đối với neo hải quân, trọng lượng nhỏ hơn 500kg, trong đất cát;

$k = 4 - 6$: đối với neo 4 ngành;

P - Trọng lượng neo, kg.

Neo hút bằng bê tông cốt thép (hình 5-7) được sử dụng khi đất đáy sông là đất mềm (cát, sét). Trong trường hợp đó, ngoài trọng lượng neo, được tính thêm lực dính đơn vị của neo với đất. Đối với đất sét và sét cát, lực dính đó lấy bằng $0,03T/m^2$, đối với đất sét (có tính nhớt) là $0,06T/m^2$.



Hình 5-7. Neo hút bằng bê tông cốt thép

a- Kết cấu; b- Sơ đồ đặt neo:

1- Neo bê tông cốt thép; 2- Vòng để nhắc neo; 3- Vòng buộc cáp;

4- Mấu bám chống trượt; 5- Phao tiêu; 6- Phao nổi.

Hệ dây kéo buộc vào neo để di chuyển tàu cuốc gây ra hàng loạt bất tiện. Vì thế, tàu hút bùn được trang bị cọc. Ở phần sau của phao, trên một khung riêng, người ta treo 2 cọc (thường là cọc thép). Chúng cần có trọng lượng đủ để hạ tự do vào trong đất. Đầu dưới của cọc đi theo dẫn hướng, được cố định ở thành phao. Nếu một cọc hạ vào đất, còn cọc kia ở vị trí nâng nhẹ, thì nhờ tời, tàu cuốc quay xung quanh trục đã hạ (gần như là một trục).

Việc sử dụng tàu cuốc ở những sông có tàu lớn qua lại bị hạn chế bởi độ sâu hạ của khung.

Việc thu nạp đất do tàu cuốc đào ra được thực hiện bằng ống dẫn riêng ở trên bờ, hoặc ở một chỗ nào khác của khu nước trước bến. Trong trường hợp biện pháp trên khó thực hiện, hoặc bị loại trừ do điều kiện kỹ thuật, thì phải đổ đất vào sà lan (sà lan tự đổ hoặc sà lan boong), sau đó dẫn đến chỗ đổ đóng.

Ở những chỗ chật hẹp và không thuận tiện (chỗ tắc nghẽn, sụt lở, khe hở giữa các cọc, trong vòng vây không lớn v.v...) thì để áp dụng các phương tiện kỹ thuật khác, người ta sử dụng máy hút bùn không khí và máy hút bùn thủy lực. Trong trường hợp đó, thợ lặn có thể điều khiển công việc đào đất.

Khi đào đất, sử dụng thiết bị hút bùn kết hợp với thiết bị xói là hiệu quả nhất.

Đối với hố móng không lớn, có nước, khi đất đào ra bị tan trong nước, thì hợp lý hơn cả là dùng súng phụt nước.

5-3. ĐÀO ĐƯỜNG HÀO VÀ HỐ MÓNG DƯỚI NƯỚC

Việc chôn sâu ống dẫn và công trình lấy nước vào trong đất được thực hiện chủ yếu để ngăn ngừa chúng khỏi hư hỏng, đồng thời để tạo cho đường ống dẫn nước có độ dốc cần thiết và tạo cho nền vững chắc trên đất ổn định. Mặt cắt của đáy đường hào cần phải được thiết kế với tính toán như thế nào đó, để khi đặt ống dẫn, bán kính cong của nó không vượt quá bán kính giới hạn.

$$\rho_{min} \geq \frac{E.d_n}{2\sigma}$$

Trong đó:

ρ - Bán kính giới hạn của đường cong;

E- Mô đun đàn hồi của vật liệu ống dẫn;

d_n - Đường kính ngoài của ống dẫn;

σ - Ứng suất cho phép của vật liệu ống dẫn.

Khối lượng về công tác thi công đường hào ở dưới nước, trong đa số trường hợp là không lớn, cho nên việc sử dụng những tổ hợp máy có công suất lớn là không hợp lý. Thường thì toàn bộ công việc đào đất dưới nước được thực hiện bằng tàu cuốc (nạo vét đến đáy), máy cạp đất, súng phun nước (vòi phụt nước) và bằng các máy hút đất. Ngoài ra, đôi khi cũng áp dụng phương pháp nổ mìn để đào đất.

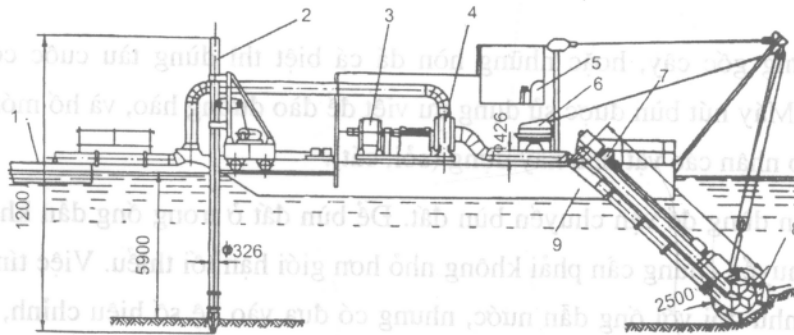
Tàu cuốc, trong đa số trường hợp, việc sử dụng nó là hợp lý chỉ khi khối lượng công tác đáng kể (độ sâu đào 1,5 - 2m). Sử dụng chúng không thuận lợi khi làm việc ở bãi cạn và ở gần bờ, nghĩa là khi chiều sâu nước nhỏ hơn độ chìm của tàu. Trong trường hợp đó, thích hợp nhất là đào đường hào theo kích thước đủ để cho chính tàu cuốc thông qua.

Dưới đây, nêu những tàu cuốc nạo vét đến đáy và những loại đất mà với chúng, việc áp dụng những tàu cuốc này để đào đất có hiệu quả (xem bảng 5-6).

Bảng 5-6.

Loại tàu cuốc	Loại đất
Tàu cuốc (hút bùn) có cơ cấu làm tơi đất	Bùn, cát, cát sét, sét cát, sét, sỏi
Tàu cuốc không có cơ cấu làm tơi đất 3P-P	Bùn, cát, cát sét
Tàu hút bùn có rôto điện 12P-7	Cát sét, sét cát, sét, cát, sỏi, cuội
Tàu cuốc nhiều gàu MPIII	Bùn, cát, cát sét, sét cát, sét
Tàu cuốc nhiều gàu MIII	Cát sét, sét cát, sét, sỏi, cuội, đá macma
Tàu cuốc 1 gàu OHIII	Cát sét, sét cát, sét, sỏi, cuội, đá macma
Tàu cuốc có trang bị gàu ngoạm ГHIII	Đất rời, sỏi, cuội

Năng suất của tàu hút bùn 12P-7 đạt đến $160\text{m}^3/\text{h}$, của tàu cuốc MPIII và MIII là $600\text{m}^3/\text{h}$, còn của tàu hút bùn 3P-P là $1200\text{m}^3/\text{h}$, khi chiều sâu đào $\leq 15\text{m}$, kể từ mặt nước. Đối với đất loại đá và đất có những tảng lớn, thì nổ mìn để làm tơi chúng. Tàu cuốc có trang bị máy hút bùn (hình 5-8) có ống dẫn bùn là thiết bị chủ yếu để đào đất dưới nước.



Hình 5-8. Tàu cuốc có gầu quay làm tơi đất

- 1- Ống dẫn bùn đặt trên phương tiện nổi; 2- Đường cọc có áp;
3- Động cơ điện của máy hút bùn; 4- Máy hút bùn; 5- Bàn điều khiển; 6- Tời;
7- Cơ cấu dẫn động của thiết bị làm tơi đất; 8- Thiết bị làm tơi đất có gầu xoay; 9- Vỏ tàu.

Nó có thể di chuyển dễ dàng trong quá trình làm việc.

Những chỉ tiêu kỹ thuật của tàu cuốc (tàu hút bùn) 12P-7 cho trong bảng 5-7.

Bảng 5-7. Đặc trưng kỹ thuật của tàu cuốc 12P-7

Các chỉ tiêu kỹ thuật	Đơn vị tính	Trị số
Năng suất lấy đất	m^3/h	160
Độ sâu đào đất lớn nhất	m	12
Công suất danh định	kw	583
Đường kính của ống hút và ống nối có áp	mm	300
Kích thước lớn nhất của hòn đất đá thông qua ống	mm	220
Đường kính của gầu quay	mm	2500
Đường kính của ống dẫn bùn đặt trên phương tiện nổi	mm	400

Nhược điểm của loại tàu cuốc này là không có khả năng điều chỉnh tỷ lệ nồng độ bùn, nồng độ này trung bình là 1:9 (khi đào đất bằng phương pháp phụt nước thì nồng độ đó là 1:5). Ngoài ra, tàu cuốc không phải là thiết bị để đào đất có những tảng đất đá lớn.

Máy hút bùn là thiết bị tự hành và không tự hành, gồm 2 bộ phận chính là bộ phận hút và bộ phận có áp. Năng suất lấy đất của chúng thường nằm trong giới hạn 150-1000m³/h. Khi trong đất đào ra có đá cuội và sỏi lớn, thì dùng sà lan để chuyên chở. Trong trường hợp này sử dụng tàu cuốc kiểu cần một gầu (OHIII) và tàu cuốc kiểu nhiều gầu quay (MPIII) sẽ có hiệu quả tốt.

Để đào những gốc cây, hoặc những hòn đá cá biệt thì dùng tàu cuốc có trang bị gầu ngoạm (FHIII). Máy hút bùn được sử dụng ưu việt để đào đường hào, và hố móng lớn, đắp kè, đắp đê và để tiếp nhận các vật liệu xây dựng (sỏi, cát).

Ống dẫn bùn dùng để vận chuyển bùn đất. Để bùn đất ở trong ống dẫn không bị lắng lại thì tốc độ vận chuyển chúng cần phải không nhỏ hơn giới hạn tối thiểu. Việc tính ống dẫn bùn cũng tiến hành như đối với ống dẫn nước, nhưng có đưa vào hệ số hiệu chỉnh, phụ thuộc vào nồng độ thể tích của bùn (xem bảng 5-8).

Bảng 5-8

Nồng độ thể tích của bùn	1:3	1:5	1:8	1:10	1:12
Hệ số hiệu chỉnh	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1

Chi phí năng lượng cho vận chuyển thủy lực 1m³ đất (đối với cát sét và cát hạt nhỏ).

$$W = 3 (L + 0,04 H)$$

Trong đó:

L- Cự ly vận chuyển, km;

W- Năng lượng tiêu thụ;

H- Chiều cao lấy đất, m.

Tính hợp lý của việc vận chuyển đất bằng thủy lực được xác định bởi có nguồn dự trữ năng lượng điện và nước, giá thành điện năng, khối lượng công tác vận chuyển, tuyến địa hình v.v...

Chi phí năng lượng khi vận chuyển đất bằng thủy lực cho trong bảng 5-9, còn tính hợp lý về kinh tế của nó nêu trong bảng 5-10.

Bảng 5-9. Chi phí năng lượng điện (kw-h) cho vận chuyển thủy lực 1m³ đất cát hạt nhỏ và cát sét, với năng suất là 6-300m³/h.

Chiều cao lấy đất, m	Cự ly vận chuyển đất, km					
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
5	2,2	3,7	5,2	6,7	8,2	9,7
10	2,8	4,3	5,8	7,3	8,8	10,3
15	3,4	4,9	6,4	7,9	9,4	10,9
20	4,0	5,5	7,0	8,5	10,0	11,5
25	4,6	6,1	7,6	9,1	10,6	12,1
30	5,2	6,7	8,2	9,7	11,2	12,7
35	5,8	7,3	8,8	10,3	11,8	13,3
40	6,4	7,9	9,4	10,9	12,4	13,9
45	7,0	8,5	10,0	11,5	13,0	14,5
50	7,6	9,1	10,6	12,1	13,6	15,1
55	8,2	9,7	11,2	12,7	14,2	15,7

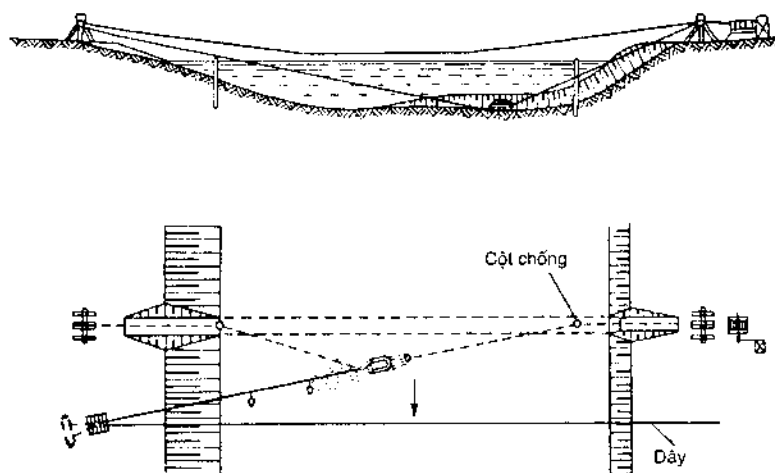
Bảng 5-10. Cự ly vận chuyển đất hợp lý và kinh tế bằng vận chuyển thủy lực theo phương ngang

Khối lượng đất vận chuyển, m ³ /h	Toàn bộ khối lượng đất vận chuyển, 1000m ³					
	100	300	500	1000	5000	10000
60	1	-	-	-	-	-
100	2	2,5	-	-	-	-
200	-	2,8	3,0	-	-	-
300	-	-	3,2	3,5	-	-
500	-	-	-	4,5	5	6
1000	-	-	-	5,0	6	8

Máy cạp - dây cạp là thiết bị được sử dụng phổ biến để thi công những đường hào dưới nước rộng 0,7 - 1,8m khi khối lượng đất đến 10000m³. Nó khác biệt ở chỗ kết cấu đơn giản, thiết bị rẻ tiền và hiệu suất tương đối cao, có thể thi công ở độ sâu nước đến 40m hoặc lớn hơn, đồng thời có thể áp dụng với tất cả các loại đất, riêng với đá phải làm tơi trước bằng nổ mìn. Đất đào từ đường hào ra được đổ vào bun ke, sau đó được chuyển đi bằng ô tô tải, hoặc đưa vào bãi thải ở dưới nước. Trường hợp này, đạt được yêu cầu kinh tế về thời gian và phương tiện, nhưng cũng có thể yêu cầu chuyển đất xa hơn nhờ tàu cuốc, hoặc vòi phụt của súng phun nước.

Cũng có thể lợi dụng dòng chảy của sông để vận chuyển đất. Muốn vậy, phải kéo nhanh

gàu chất tải (chứa đất) lên phía trên đến cao độ mực nước, hoặc cao hơn một chút, rồi kéo đồng thời dây chịu tải và dây không tải của máy. Một phần đáng kể của đất chảy xuống sông cùng với nước và bị cuốn theo dòng chảy. Nếu vận tốc dòng chảy không thật lớn, thì đất đào ra từ đường hào có thể đỡ dưới nước ở mức thấp hơn cũng bằng gàu như vậy. Trong trường hợp này, ngoài dây chịu lực còn phải cố định dây dẫn với gàu dưới góc $30 - 45^\circ$ so với trục đường hào. Nhờ dây dẫn, gàu được kéo xuống phía dưới theo dòng chảy ở khoảng cách xác định theo trục đường hào (hình 5-9). Gàu có dung tích $0,2 - 0,3\text{m}^3$. Tời 2 tang (Dùng cho dây cáp kéo và dây cáp không tải) được đặt ở trên bờ, còn puli lồng không (puli quay trơn) đặt ở bờ đối diện hoặc được neo chắc chắn ở trên sà lan. Tuy nhiên, với cách giải quyết như vậy sẽ tạo nên sự cản trở đối với chuyển động vận tải dưới nước. Để loại trừ sự cản trở đó, có thể cố định puli quay trơn vào cột chống bằng ống thép (hình 5-10).



Hình 5-9. Sơ đồ thiết bị gàu-cáp có dây dẫn

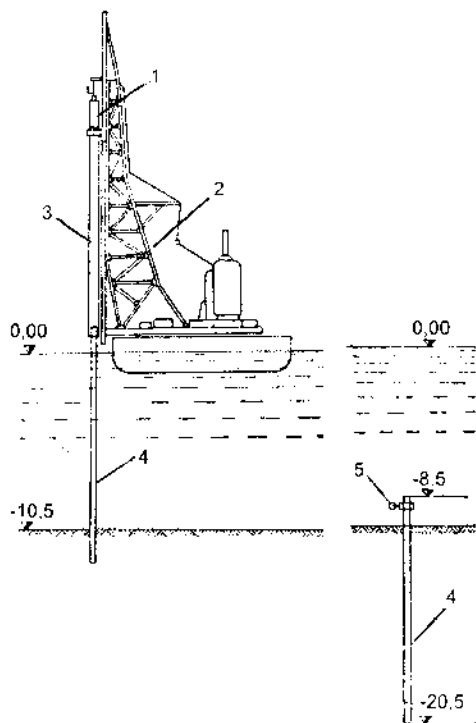
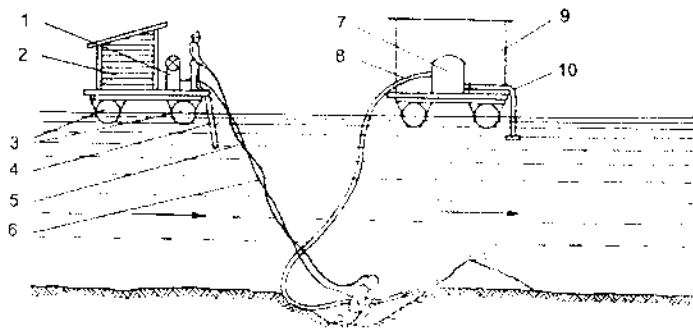
Việc đào đường hào, được bắt đầu từ chỗ xa bờ nhất, rồi dần dần tiến vào gần bờ. Khi vận tốc nước lớn đáng kể và lượng phù sa cuốn theo nhiều, thì trước tiên đào phần đường hào ở gần bờ, sau đó đào đều đặn theo toàn bộ chiều dài của nó.

Để tránh lượng dư cục bộ của đất, cần phải theo dõi kỹ tiến trình làm việc để không làm hư hỏng thiết bị. Khi gàu va chạm vào vật cản bất kỳ (đá, gốc cây v.v...) thì phải lập tức cho gàu chạy lùi, rồi sau đó lại tiến vào. Nếu lại phát sinh trở ngại thì phải điều tra kỹ chỗ đó để xử lý thích hợp. Để giảm ứ tắc đường hào (do bị đất phủ), thì trong đất mềm, người ta quyết định độ dốc của mặt nghiêng là 1:3 và dự phòng tăng phủ đến 35% độ sâu yêu cầu của đường hào. Chọn tốc độ của dây chịu lực bằng $0,6 - 1,5\text{m/s}$, còn đối với dây không tải thì lấy lớn gấp đôi. Với vận tốc này, đất từ máy cạp không bị trôi đi. Đào đất bằng máy cạp rẻ hơn 3-5 lần so với tàu hút bùn. Khi đào đất nửa dĩnh kết và đất không dính, thì nên thay thế các máy cạp hiệu suất thấp bằng những máy cạp cơ giới thủy lực có hiệu suất cao hơn. Đặc điểm của loại máy

cáp này là làm việc trong cả 2 phương, không có hành trình không tải. Dao cắt băng đất dày 100-300mm, băng đất này chịu tác dụng của tia nước phụt vào, bị xói ra và chuyển dời theo dòng nước ở mép đường hào. Năng suất của tàu cuốc khi đào đất sét nặng có lẫn sỏi là $40\text{m}^3/\text{h}$, còn đối với đất bùn là $120\text{m}^3/\text{h}$.

Máy xúc có thiết bị thay thế là máy xúc kiểu kéo dây, hoặc gầu ngoạm, phần lớn dùng để đào đường hào ở gần bờ và đào hố móng của công trình lấy nước. Để tăng bán kính hoạt động, thì gầu của máy xúc kiểu kéo dây được điều khiển bằng tời đặt ở phía đối diện (trên bờ hoặc trên sà lan v.v...)

Đào đất bằng súng phun nước. Dùng súng phụt nước để đào đất là hợp lý khi khối lượng công tác không lớn ($200-300\text{m}^3$) trong đất bùn, cát và đất dính kết yếu; khi đào đường hào sâu 0,75 - 1m; khi xói đất đáy vào bãi thải ở dưới nước; khi vét sạch đường hào; khi tiến hành công tác sửa chữa, và khi thi công ở những chỗ mà không thể sử dụng những phương tiện khác. Thợ lặn là người điều chỉnh hoạt động của súng phun nước (hình 5-11).



Hình 5-10. Thi công cột chống gần puli quay tròn

1- Búa hơi nước; 2- Giá búa;
3- Cọc thép $\phi 350$; 4- Cọc thép $\phi 325$;
5- Puli quay tròn.

Hình 5-11. Sơ đồ đào đường hào bằng vòi phụt của súng phun nước

1- Máy bơm dùng cho thợ lặn;
2- Buồng của thợ lặn;
3- Phao; 4- Cầu thang;
5- Ống mềm dẫn không khí;
6- Dây tín hiệu;
7- Súng phun nước;
8- Ống mềm cao áp;
9- Ống hút của súng phun nước; 10- Lều che.

Khi lưu lượng nước đến $100\text{m}^3/\text{h}$ và cột nước áp lực đến 10atm, thì thợ lặn trực tiếp tiến

hành xói nước bằng máy ГИМ-100 với lưu lượng nước 100m³/h, cột áp lực 90m lắp ở khung đơn, có động cơ 3ИЛ-120. Tàu cuốc công suất lớn hơn được cố định ở phao (sà lan), thợ lặn chỉ theo dõi và chỉ đạo thực hiện. Những thiết bị như vậy, có thể sử dụng đối với đường hào sâu đến 2,5m. Để dập tắt phản lực của tia nước, đôi khi người ta sử dụng nắp chụp có lỗ phụ để thoát nước (dẫn nước ra), nhờ thế đảm bảo hoạt động an toàn cho thợ lặn, nhưng làm giảm hiệu suất của súng phun nước một chút.

Vận tốc giới hạn của dòng chảy khi xói đất nêu trong bảng 5-11, còn áp lực nước ở miệng xói và vận tốc nước phụt ra tương ứng nêu trong bảng 5-12.

Bảng 5-11. Vận tốc giới hạn của dòng chảy khi xói đất

Tên đất	Vận tốc nước m/s
Cát nhỏ	0,24 - 0,37
Cát vừa	0,37 - 0,65
Cát thô	0,65 - 0,70
Sỏi nhỏ	0,75 - 0,90
Sỏi vừa	0,90 - 1,10
Sỏi to	1,10 - 1,30

Bảng 5-12. Tương quan giữa áp lực nước ở miệng xói và vận tốc nước phụt ra

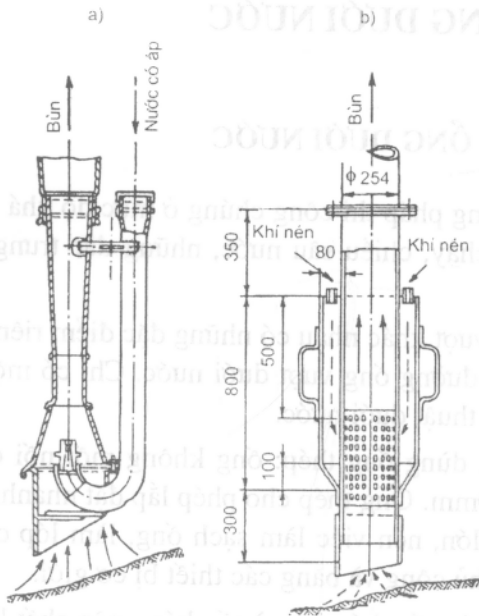
Áp lực nước ở miệng xói, atm	4	6	8	10	15	20
Vận tốc nước phụt ra, m/s	26,3	32,2	37,2	41,6	51,3	58,8

Đào đất bằng bơm hút

Đào đất bằng bơm hút được thực hiện trong đất bùn, cát, sỏi nhỏ và đất sét yếu ở độ sâu đến 30m. Cần kết hợp công việc này với làm tơi đất bằng súng phun nước và sử dụng tia nước của máy bơm thủy khí động (dùng dầu và khí nén). Nguyên lý làm việc của máy bơm hút (hình 5-12) là: tia nước phụt ra dưới áp lực đáng kể từ miệng phun, tạo nên chân không trong buồng hỗn hợp do tổn thất vận tốc và sự phát triển của tia nước. Do sự tạo thành chân không, nước đi vào buồng hỗn hợp qua lỗ thu cùng với đất bị khuấy đục. Hiệu suất của máy bơm hút (máy bơm tia) không lớn, bình quân đối với đất là 4-20m³/h, còn đối với bùn lớn hơn khoảng 10 lần. Trong đất dính kết và đất lẫn tạp chất, thì máy bơm hút dễ bị tắc, và phải tiến hành làm sạch nó bằng tia nước của súng phun nước.

Sự làm việc của thiết bị khí nén dựa trên qui luật cân bằng các chất lỏng trong các bình thông nhau, trong đó không khí dưới dạng bọt bão hòa nước sẽ làm giảm dung trọng của hỗn

hợp. Nếu lỗ thu dưới gần với đáy, thì đất cùng với nước sẽ bị hút vào (hình 5-12, b), trong đó vận tốc chuyển động của nước trong máy bơm hút sẽ càng lớn khi áp lực thủy tĩnh càng cao, nghĩa là khi hạ máy bơm hút xuống độ sâu càng lớn. Những máy bơm hút nhỏ có hiệu suất hút nước $\leq 200\text{m}^3/\text{h}$ với hàm lượng đất $\leq 15\%$ được sử dụng chỉ để hút khối lượng không lớn đất bùn và cát nhỏ ra khỏi giếng.



Hình 5-12. Cơ cấu đào đất bằng bơm hút

- a- Ống hút thủy lực
hiệu suất $30-40\text{m}^3/\text{h}$
b- Ống hút $\phi 250\text{mm}$

Chương VI

ĐẶT ĐƯỜNG ỐNG DƯỚI NƯỚC

6-1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ ĐƯỜNG ỐNG DƯỚI NƯỚC

Kết cấu của đường ống dưới nước và phương pháp thi công chúng ở mức độ khá lớn, được xác định bởi những đặc trưng: vận tốc dòng chảy, chiều sâu nước, những đặc trưng địa chất công trình ở chỗ đường ống vượt qua.

Tổ chức thi công đường ống ở những chỗ vượt khác nhau có những đặc điểm riêng của nó. Không có tiêu chuẩn thống nhất về xây dựng đường ống vượt dưới nước. Chỉ có một số khái niệm chung về tổ chức và thi công công tác kỹ thuật dưới nước.

Đối với đường ống dưới nước, tốt nhất là dùng ống thép: ống không mối nối $\phi = 146 - 426\text{mm}$, và ống có mối nối hàn $\phi = 426 - 1400\text{mm}$. Ống thép cho phép lắp đặt nhanh và rẻ. Do khối lượng lắp đặt đường ống tự chảy không lớn, nên việc làm sạch ống, làm lớp cách ly và hàn ở mặt bằng thi công được tiến hành bằng thủ công và bằng các thiết bị cơ giới.

Bởi vì, việc sửa chữa đường ống ở dưới nước rất phức tạp và tốn kém, nên chất lượng mối nối ống yêu cầu đặc biệt cao.

Xét đến điều đó, nên tiến hành công tác hàn và làm lớp cách ly ở nhà máy. Như vậy sẽ đảm bảo có chất lượng tốt hơn, sau đó đưa đến mặt bằng thi công những phân đoạn ống hoàn chỉnh dài 24 - 36m (chiều dài của phân đoạn ống chọn phụ thuộc vào điều kiện thi công). Nhờ thế, số mối hàn phải thực hiện trực tiếp ở nơi thi công sẽ giảm đáng kể, và bằng cách đó, các phân đoạn ống dài 24- 36m sẽ được chế tạo bằng hàn tự động ở trong nhà máy, còn việc hàn nối các phân đoạn với nhau được thực hiện bằng hàn tay tại hiện trường.

Để nhận được mối nối có độ bền cao, thì cần phải sử dụng những vật liệu có chất lượng cao, với những điều kiện sau:

1- Những giới hạn về cường độ và giới hạn chảy của kim loại hàn cần phải cao hơn giới hạn dưới của vật liệu ống 10%, và góc uốn $\nless 120^\circ$.

2- Khi hàn hồ quang tay, cần phải sử dụng que hàn bọc thuốc dày loại Э-42 và Э-42А đối với ống bằng thép ít cacbon, và loại Э-50А đối với ống bằng thép hợp kim thấp;

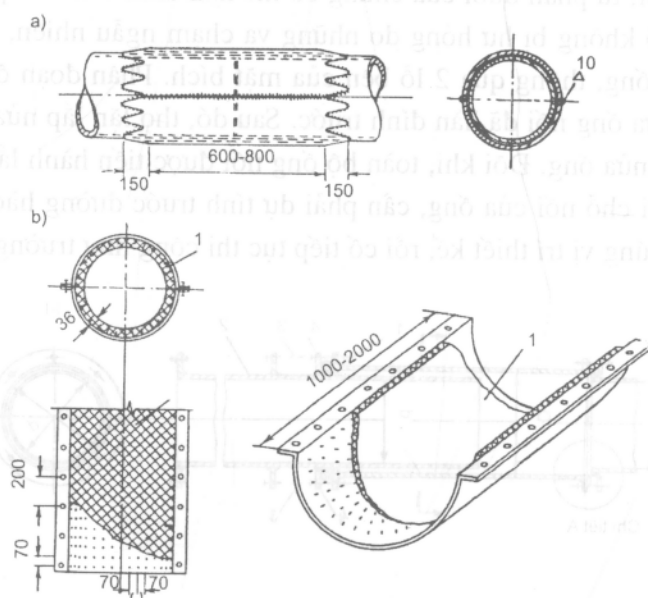
3- Khi hàn tự động dưới lớp thuốc hàn thì cần phải sử dụng dây hàn mác CB-08А đối với ống bằng thép ít cacbon, có giới hạn cường độ $\leq 42\text{kG/mm}^2$, dây hàn mác CB-08ГА đối với ống bằng thép hợp kim thấp, có giới hạn cường độ $\leq 50\text{kG/mm}^2$.

Trước khi lắp và hàn ống phải làm sạch đất và những vết bẩn, đánh sạch mép của chúng có màu ánh kim cả ở mặt trong và mặt ngoài trên chiều rộng $\nless 10\text{cm}$. Việc hàn đính mối nối cũng được thực hiện bằng chính que hàn và dây hàn dùng để hàn nối.

Việc kiểm tra mối nối hàn được thực hiện bằng việc theo dõi một cách có hệ thống theo

trình tự thao tác trong quá trình lắp ráp và hàn ống và cả bằng phương pháp vật lý (chiếu tia Ronghen và tia Gama, kiểm tra máy ghi ghi từ, bằng siêu âm) theo chu vi mối hàn của đường ống dưới nước. Việc kiểm tra chất lượng mối hàn có ý nghĩa rất quan trọng, bởi vì các khuyết tật hàn có thể dẫn đến những hậu quả nghiêm trọng.

Thi công mối nối với việc sử dụng ống lồng (măng sông). Những sự cố của đường ống dưới nước có thể xảy ra trong quá trình lắp đặt và trong thời gian khai thác, trong đó chủ yếu là những hư hỏng phát sinh ở mối nối. Do đường ống ở dưới nước phải làm việc trong điều kiện phức tạp (xói ở đáy sông, áp lực do nước chảy, kéo theo những vật trôi ngẫu nhiên v.v...) cho nên việc khắc phục những sự cố (sửa chữa những hư hỏng) xảy ra, đòi hỏi phải chi phí đáng kể về vật liệu, nhân công và cả thời gian nữa. Vì thế để đề phòng các sự cố xảy ra với đường ống, thì tất cả các mối nối ống nằm trong nước đều được tăng cường bằng ống lồng hàn 2 đầu xoi rãnh tròn (hình 6-1,a).



Hình 6-1. Mối nối ống dưới nước

a- Mối nối măng sông; b- Mối nối lắp ráp; 1- Phốt.

Việc sử dụng mối nối măng sông như trên hình 6-1,a có nhược điểm là chi phí tốn kém và kéo dài thời gian thi công đường ống. Vì thế có nhiều lý do để phản đối việc sử dụng kiểu mối nối này.

Đó là:

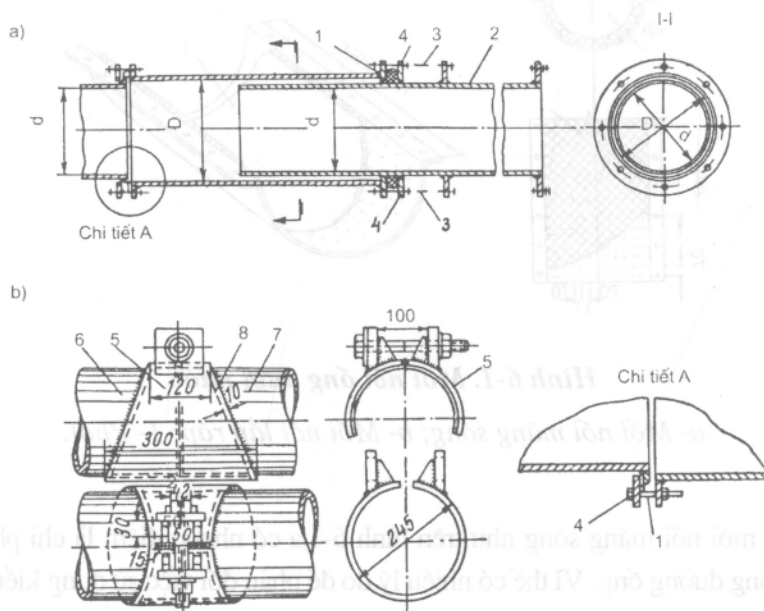
1- Hiện nay công tác hàn đã được cải thiện đáng kể, và với kỹ thuật hàn hiện đại, chất lượng hàn được đảm bảo, trong đó có thể coi ống dẫn có độ bền đồng đều trên toàn bộ chiều dài của nó.

2- Những phương pháp vật lý cho phép kiểm tra chất lượng của toàn bộ mối hàn, mà không cần cắt lấy mẫu.

3- Sử dụng mối nối măng sông làm tăng số thí nghiệm cần thiết. Theo Quy phạm kỹ thuật, yêu cầu phải thí nghiệm ống dẫn nước về độ kín (trước và sau khi hàn măng sông, sau khi lắp đặt đường ống) với số lần bằng bội số của 3.

4- Những ứng suất lớn khi lắp đặt đường ống sẽ không phát sinh, nếu bán kính giới hạn của đường cong không bị vượt quá. Những dao động của nhiệt độ, đôi khi là nguyên nhân gây đứt gãy ống dẫn, khi độ chôn sâu ống đầy đủ, thì sự dao động của nhiệt độ sẽ không lớn. Độ chôn sâu ống dẫn cũng là biện pháp bảo vệ tốt nhất cho ống dẫn khỏi bị hư hỏng bởi neo, hay thước đo sâu được thả xuống từ các phương tiện vận tải thủy.

Trên hình 6-1,b và hình 6-2,b cho thấy còn có một dạng ống lồng khác. Ống lồng này được dùng không để tăng cường mối nối, mà chỉ để lắp ráp. Nó dùng để tạo mối nối dưới nước, mà không cần hàn mặt bích với đầu ống, và loại trừ được việc hàn mối nối. Kết cấu của nó gồm 2 nửa ống nối, từ phần dưới của chúng có thể hàn dính sớm với phần đoạn lắp ráp của ống. Để tránh cho nó không bị hư hỏng do những va chạm ngẫu nhiên, người ta liên kết tạm nó với phía trên của ống, thông qua 2 lỗ bên của mặt bích. Phần đoạn ống tiếp theo được hạ vào đầu thò ra của nửa ống nối đã hàn dính trước. Sau đó, thợ lặn lắp nửa ống nối phía trên và bắt bulông liên kết 2 nửa ống. Đôi khi, toàn bộ ống nối được tiến hành lắp ở dưới nước. Trong trường hợp đó, ở dưới chỗ nối của ống, cần phải dự tính trước đường hào để đặt nửa dưới của ống nối, cố định nó đúng vị trí thiết kế, rồi cố tiếp tục thi công như trường hợp đầu tiên.



Hình 6-2. Mối nối ống dẫn dưới nước

a- Ống nối bù trừ: 1- Đệm cụm nắp bít; 2- Phần di động; 3- Bu lông; 4- Mặt bích xoay;

b- Đai (vành chặn): 5- Đai; 6- Ống dẫn; 7- Đoạn lắp vào; 8- Miếng đệm.

Để tăng cường độ kín của mối nối, người ta dùng tấm đệm phốt sậy khô ở nhiệt độ 105 - 110°C và thấm ướt bằng bi tum dầu mỡ mềm hoặc bằng sản phẩm của than cốc. Để đặt tấm phốt không bị trượt khỏi vị trí của nó, thì ở mặt trong của ống nối, hàn những vít cấy (gujông) có chiều cao thấp hơn chiều dày tấm phốt một chút. Những vít này, dưới tác dụng của lực xiết bulông sẽ ép tấm đệm phốt chặt lại.

Mối nối dưới nước của các phân đoạn ống. Mối nối dưới nước của các phân đoạn ống hầu như đều dùng mặt bích, trong đó thường cố định một đầu, còn đầu kia xoay, được giữ bằng vòng hãm để giảm nhẹ công việc của thợ lặn khi khớp lỗ mặt bích. Số bulông nối thường là bội số của 4. Giữa các mặt bích, đặt tấm đệm bằng cao su dày 1 - 8mm, cao su-amiăng dày 1,5 - 5mm hoặc tấm các tông thấm ướt trong dầu nóng khoảng 20 - 30 phút. Đôi khi, sau khi lắp đặt đúng tâm, các bulông không đạt được độ ép chặt, lúc đó cần tiến hành nâng hoặc hạ đầu các phân đoạn ống từ trên phương tiện nổi. Nếu chỗ mối nối bị võng xuống, thì ở bên dưới nó, người ta đưa vào gối kê (chẳng hạn xếp gối đỡ bằng đá) để cố định mối nối trước lúc lắp đường hào. Khi dùng bulông ép mặt bích sát lại, thì lắp đặt đủ bulông ở mối nối và sau đó xiết chặt êcu (xiết bulông mối nối mặt bích đối xứng qua đường kính của nó).

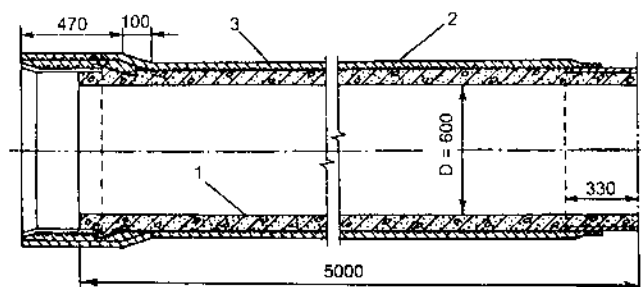
Khi nối các phân đoạn ống, mà các phân đoạn này không thể ép sát nhau chính xác, hoặc khi phải thay thế phần hư hỏng của ống dẫn ở chỗ mặt bích, thì người ta sử dụng *ống nối bù trừ* (hình 6-2,a) dài ≤ 10 m với phần di động 0,5 - 0,8m. Ống nối lấy ngắn hơn khoảng cách đo được giữa đầu của các ống cần nối với nhau khoảng 0,1 ~ 0,25m. Thợ lặn cố định ống nối bằng bulông vào đầu ống nối bù trừ ở vị trí đối diện, sau đó bằng bulông kéo đẩy ống bù trừ, nối nó với ống khác, xiết bulông liên kết ở 2 đầu ống nối, rồi sau đó xiết bulông mặt bích. Độ kín của ống nối được kiểm tra trước khi hạ nó xuống nước. Vòng nối được bít kín bằng dây tấm nhựa, đặt dày 8 - 9 vòng.

Mối nối hàn các phân đoạn ống bằng đường hàn vòng quanh theo chu vi, được thực hiện dễ dàng ở dưới nước, nếu sử dụng đai chuyên dụng. Kiểu mối nối này được áp dụng rất tốt trong công tác sửa chữa đường ống. Đai (hình 6-2,b) chế tạo bằng cách cắt ống có đường kính lớn hơn một chút so với bộ phận nối. Người ta cắt đứt đai ống ở phía trên và hàn thêm vào nó mặt bích để bắt bulông. Bề mặt phía trong của đai phủ minium và cố kết vào nó bằng sợi của vải bạt mỏng được quét cả 2 phía bằng bột minium, sau đó truyền cho đai lực kéo để khe hở giữa các mép $\leq 8 - 10$ mm, hàn phần bên của đai với ống dẫn, tháo những bulông liên kết tạm và hàn khe hở giữa các đầu ống (khoảng cách giữa các đầu ống nối cho phép đến 40mm).

Để thực hiện công tác hàn, người ta đào ở phía dưới chỗ nối ống một hố sâu xấp xỉ 1m, và khi vận tốc dòng chảy lớn hơn 0,35m/s thì phải có kết cấu bảo vệ hố đào. Đai có kết cấu như trên được sử dụng đối với ống dẫn có $\phi \leq 400$ mm khi chiều dài đoạn ống nối thêm ≤ 10 m. Trong mọi trường hợp đều phải làm sạch trước chỗ hàn bằng chổi sắt hay bằng đục gió (đục chạy bằng khí nén).

Trong những năm gần đây, ống thép được thay bằng ống bê tông cốt thép thường hoặc ống bê tông cốt thép dự ứng lực (hình 6-3). Những mối nối dưới dạng miệng loe, cho phép xoay

ống nối 3⁰ mà không phá hoại cường độ và độ kín của mối nối (độ kín này được đảm bảo bằng vòng đệm cao su). Những ống dẫn bằng xi măng-amiăng được sử dụng là rất hợp lý nhờ độ vĩnh cửu và độ bền hóa học của nó lớn. Giá thành của những ống này không đắt, nhưng yêu cầu phải tuân theo những biện pháp vận chuyển và lắp đặt chúng rất thận trọng.



Hình 6-3. Ống B.T.C.T $\phi 600\text{mm}$

1- Lõi bê tông; 2- Thép quấn lò xo; 3- Lớp xi măng bảo vệ.

Việc đổ bê tông dưới nước những chỗ hư hỏng được tiến hành có nê-m hoặc xảm trước. Để bọc ống dưới nước trong áo bê tông, trước tiên thợ lặn phải chuẩn bị nền bằng đá dăm, trên đó lắp đặt ván khuôn gỗ hoặc ván khuôn kim loại. Sau đó làm đầy khuôn bằng hỗn hợp bê tông có thành phần theo tỉ lệ 1:1:2 theo phương pháp đổ bê tông dưới nước. Khắc phục độ võng của ống dẫn bằng cách thi công đổ đá, hoặc đặt gối đỡ, chiều cao gối đỡ lấy theo số đo tại chỗ.

Khi sửa chữa những phần cách ly không lớn lắm của ống dẫn, hoặc để bảo vệ mối hàn, có thể thực hiện lớp cách ly ở dưới nước. Thợ lặn dùng chổi quét sơn quét lên bề mặt ống dẫn một lớp mỏng chất cách ly ($\leq 1\text{mm}$), sau đó bọc chổi quét lớp cách ly bằng băng vải hay vải bạt. Trước khi nhúng chìm vải bạt, người ta tẩm nó bằng dung dịch chất cách ly, gồm 48% bitum-dầu mỏ hoặc matit bitum, 10% colophan (nhựa thông), 8% xi măng - nhôm ôxyt, 14% minium sắt và 20% xăng. Những thành phần này (trừ xăng) được chứa trong thùng và đốt nóng đến trạng thái lỏng, sau đó làm nguội, rồi đổ xăng vào (sẽ nhận được sản phẩm nặng hơn nước).

Những kết quả thí nghiệm cho thấy rằng chất cách ly dính kết với bề mặt kim loại ở dưới nước cũng giống như lớp phủ bitum bình thường trong không khí. Nói chung, màng cách ly ở dưới nước có đủ độ bền và độ chặt để không bị bong tróc và trôi đi. Sau 7-10 ngày ở dưới nước, chất cách ly sẽ rắn lại.

Trước đây, những ống pôlyêtilen được sử dụng chỉ để làm ống dẫn ở trong nhà, sau này làm ống dẫn bên ngoài, trong đó có đường ống tự chảy của những công trình lấy nước và làm ống nước thải với đường kính $\phi \leq 300\text{mm}$.

Những ống pôlietylen hoàn toàn đáp ứng được những yêu cầu về vệ sinh hiện đại để cung cấp nước có chất lượng tốt nhất và phù hợp với Tiêu chuẩn Quốc tế.

Những ống polyêtilen ở trong đất được bảo quản tốt, có trọng lượng nhỏ, sức kháng hóa học và độ bền lớn, lắp ráp dễ dàng.

Êtilen được trùng hợp thành polyêtilen là vật liệu cơ bản để nhận được polyêtilen nặng.

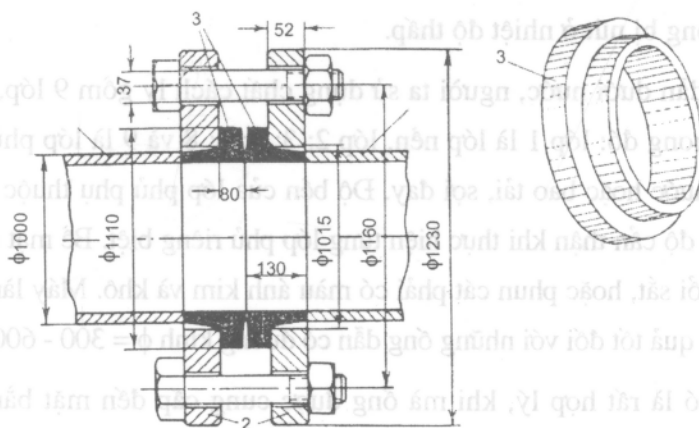
Tính chất của polyêtilen nặng cho trong bảng 6-1.

Bảng 6-1. Tính chất cơ lý của polyêtilen nặng

Các chỉ tiêu	Đơn vị tính	Trị số
Độ chặt	-	0,94 - 0,96
Cường độ chịu kéo	kG/cm ²	220 - 270
Độ giãn dài khi kéo đứt	%	500
Độ cứng theo thang Moz	-	63 - 67
Độ giãn dài theo nhiệt độ	mm/m ⁰ F	0,15 - 0,20
Modun đàn hồi	kG/cm ²	(7÷10).10 ³

Những ống polyêtilen có đường kính $\leq 178\text{mm}$ được quấn vào tang để vận chuyển, những ống có đường kính lớn hơn thì vận chuyển dưới dạng ống thẳng (cắt ra thành từng phân đoạn).

Mối nối hàn đối đầu bền chắc và kinh tế. Nó được áp dụng để hàn nối những ống dẫn bằng kim loại có đường kính lớn, trong đó cường độ của mối nối bằng cường độ của chính ống dẫn. Những mối nối hàn có độ chống thấm nước hoàn hảo. Để nối những đoạn dài của ống dẫn, bao gồm từ những ống riêng biệt, được nối với nhau bằng hàn đối đầu, thì người ta dùng mặt bích bằng hợp kim silumin (nhôm, silic) (hình 6-4). Những mặt bích được sử dụng để nối vào ống máy bơm, hay van, cũng như trong trường hợp cấu tạo nắp (cửa) của đường ống. Cho phép dùng mối nối đối đầu bằng đồng thau đối với ống dẫn $\phi < 63,5\text{ mm}$.



Hình 6-4. Mối nối giáp mặt của ống polyêtilen loại nặng $\Phi 1000\text{mm}$

1- Ống polyêtilen; 2- Mặt bích; 3- Ống bọc.

Đối với khuỷu nối, tê (T), cút v.v... của đường ống chịu áp lực, thì nên sử dụng chi tiết nối bằng kim loại, bởi vì chất dẻo có thể bị hư hỏng do ứng suất phát sinh khi uốn và do ăn mòn. Việc cố định các chi tiết nối bằng kim loại vào ống dẫn được thực hiện nhờ mối nối mặt bích. Đối với những đường ống không chịu áp lực, có thể sử dụng những chi tiết nối bằng chất dẻo, những chi tiết này được phủ bằng lớp bê tông để đảm bảo độ an toàn của ống dẫn.

Khi vượt sông hay hồ, thì cần phải cung cấp ống dẫn pôliêtilen bằng chất tải, nếu không nó sẽ nổi lên. Khi hạ ống dẫn trong môi trường nước tĩnh, thì mỗi tải trọng dần phải $\leq 15\%$ trọng lượng của một mét dài ống dẫn. Những ống lớn được hạ với việc sử dụng các khối nặng bằng bê tông dưới dạng vòng hoặc nửa vòng. Nửa vòng đó cần phải được cố định bằng những sợi phòng gỉ. Giữa ống dẫn và khối nặng bằng bê tông phải lót vật liệu bảo vệ: sợi gai, sợi lanh hay tấm chất dẻo để ngăn ngừa bề mặt ngoài của ống dẫn bị mài mòn.

Nếu khi đào đường hào gặp đá, hoặc những chướng ngại khác, thì có thể đi vòng qua sẽ có lợi hơn là phá nó đi. Khi đó bán kính đường lượn tròn để tránh nếp uốn hay vòng lên của ống dẫn cần phải ≥ 30 lần đường kính ngoài của ống và đoạn lượn tròn đó không được có mối hàn.

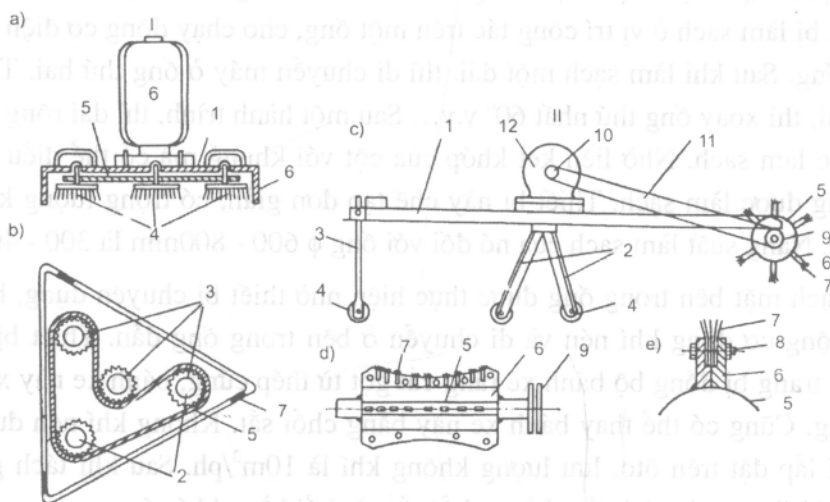
Bảo vệ ống dẫn bằng thép khỏi gỉ

Cần phải đặc biệt chú ý đến lớp cách ly của ống dẫn ở dưới nước, bởi vì các ống thép dễ bị ăn mòn và chủ yếu là do tác dụng của nước. Bởi vì ống dẫn tự chảy có chiều dài không lớn, nên lắp đặt chúng tại mặt bằng thi công để đánh sạch và tạo lớp cách ly là hợp lý, nhưng tốt nhất là cung cấp những ống có chiều dài giới hạn đã quét lớp cách ly, để tại chỗ lắp đặt chỉ việc thực hiện mối nối. Lớp phủ chống ăn mòn cần phải được bảo toàn chất lượng cách ly của nó ≥ 30 năm: lớp bao phủ bề mặt kim loại đều và chặt, không thấm nước, không bị mềm ra khi nhiệt độ cao, và không bị nứt ở nhiệt độ thấp.

Để bảo vệ ống dẫn dưới nước, người ta sử dụng chất cách ly gồm 9 lớp, có chiều dày tổng cộng bằng 11mm, trong đó: lớp 1 là lớp nền, lớp 2; 3; 5; 6; 8 và 9 là lớp phủ bitum, lớp 4 và 7 là bìa amiăng cách nước hoặc bao tải, sợi đay. Độ bền của lớp phủ phụ thuộc vào sự gia công bề mặt ống dẫn và mức độ cẩn thận khi thực hiện từng lớp phủ riêng biệt. Bề mặt cách ly sau khi làm sạch bẩn, gỉ bằng chổi sắt, hoặc phun cát phải có màu ánh kim và khô. Máy làm sạch ống bằng ly tâm gọn, nhẹ cho kết quả tốt đối với những ống dẫn có đường kính $\phi = 300 - 600\text{mm}$.

Việc áp dụng nó là rất hợp lý, khi mà ống được cung cấp đến mặt bằng thi công là ống trần (không có lớp cách ly). Năng suất công tác của máy là 90m^2 bề mặt/ca.

Để làm sạch ống dẫn khỏi bẩn, gỉ, thì những dụng cụ điện khí hóa cho kết quả khá tốt. Bộ phận công tác của nó là chổi sắt (hình 6-5).



Hình 6-5. Những dụng cụ điện khí hóa để làm sạch ống thép

I- Chổi điện; II- Thiết bị điện di động:

a- Nhìn từ mặt bên; b- Dạng tổng quát của thiết bị; c- Nhìn từ trên xuống;

d- Tang gắn chổi; e- Chi tiết liên kết chổi.

Dụng cụ bao gồm khung kim loại hình tam giác 1, ở những góc của nó, tại ổ bi, trang bị ba trục 2. Ở những trục này, lồng và cố định bánh răng 3. Những chổi sắt lượn tròn 4 được cố định vào trục. Toàn bộ ba bánh răng có chổi sắt cố định vào chúng, được nối với nhau bằng xích 5. Chổi sắt quay được nhờ động cơ điện 6, công suất 1kw, được cố định ở thân của dụng cụ. Để tránh ép mạnh trên bề mặt làm sạch và để dụng cụ di động dễ dàng theo ống dẫn, người ta cố định vào thân của nó ba trục 7, định vị vị trí chổi.

Chổi điện di chuyển bằng tay dọc theo ống dẫn để làm sạch nó. Sau khi làm sạch nửa trên của ống, thì xoay ống 180° để làm sạch nửa ống còn lại.

Trong thực tế thi công lắp đặt đường ống còn có những phương pháp khác để làm sạch ống khỏi vẩy gỉ. Thiết bị cơ khí (hình 6-5,c) bao gồm khung kim loại 1, tựa vào cột 2. Ở phía sau của khung có cột 3 để điều chỉnh vị trí của khung khi thiết bị làm việc. Để di chuyển khung này dọc theo ống dẫn, thì các cột 2, 3 được tựa trên trục lăn 4. Ở phần trước của khung, tại ổ trượt đặt tang (trống) 5, bao gồm những ống dài 500 - 1000mm có đường kính 100 - 150mm. Ở mặt chính của tang hàn sáu bản kim loại 6, dày 10 - 12mm, mặt ngoài của nó có dạng ôvan, với bán kính lượn tròn lớn hơn bán kính của ống 1,2 - 1,5 lần. Ở cạnh ngoài của những bản này có 9 rãnh cắt để liên kết vào chúng chổi 7 gồm những sợi kim loại. Chổi được ép giữa hai bản bằng bulông 8, một trong hai bản này hàn với ống, bản còn lại tháo lắp được (trong trường hợp thay chổi kim loại).

Tang quay nhờ bánh đai 9, 10 và dây curoa (đai truyền) 11, từ động cơ điện 12.

Việc làm sạch ống được thực hiện bằng cách sau: Hai ống được đặt nằm song song nhau. Sau đó đặt thiết bị làm sạch ở vị trí công tác trên một ống, cho chạy động cơ điện và di chuyển máy dọc theo ống. Sau khi làm sạch một dải, thì di chuyển máy ở ống thứ hai. Trong lúc làm sạch ống thứ hai, thì xoay ống thứ nhất 60^0 v.v... Sau một hành trình, thì dải rộng 300mm theo chu vi ống được làm sạch. Nhờ liên kết khớp của cột với khung mà có thể điều chỉnh áp lực của chổi lên ống được làm sạch. Thiết bị này chế tạo đơn giản, có trọng lượng không lớn, sử dụng thuận tiện. Năng suất làm sạch của nó đối với ống ϕ 600 - 800mm là 300 - 400m²/ca.

Việc làm sạch mặt bên trong ống được thực hiện nhờ thiết bị chuyên dụng, hoạt động do tác dụng của động cơ dùng khí nén và di chuyển ở bên trong ống dẫn. Thiết bị có đầu làm sạch xoay được trang bị đồng bộ bánh xe răng cưa từ thép cứng, bánh xe này xoay lấy phoi thép từ vách ống. Cũng có thể thay bánh xe này bằng chổi sắt. Không khí nén được cung cấp từ máy nén khí lắp đặt trên ô tô, lưu lượng không khí là 10m³/ph. Sau khi tách gỉ và vảy sắt khỏi vách ống, thì làm sạch vách ống bằng chổi sắt và thổi bằng khí nén.

Nếu quét bitum nóng lên bề mặt lạnh của ống, thì lớp cách ly rất mau nguội, lực dính kết với bề mặt kém và màng phủ nứt nhiều do lớp cách ly không thích ứng.

Để ngăn ngừa tình trạng đó, thì trên bề mặt sạch khô của ống, người ta quét trước lớp nền bằng một lớp mỏng bitum pha loãng (một phần bitum và 3 phần xăng theo thể tích). Quét hỗn hợp đều đặn và miết bằng chổi lông. Trên bề mặt ống sẽ còn lại lớp màng bitum liên kết chặt với nó. Chi phí cho lớp nền xấp xỉ 0,6l/m², bề mặt ống. Thùng và bể, trong đó bảo quản chất nền và xăng cần phải luôn luôn kín và cách xa nguồn gây cháy $\geq$ 40m.

Khi quét lớp nền bằng tay, người ta sử dụng thiết bị phun được dùng để quét dung dịch ở dưới nước.

Phần đã làm sạch của ống dẫn, cần phải tiến hành sơn lót ngay trong ngày. Không nên tiến hành công tác cách ly trong thời tiết ẩm ướt. Phần chưa sơn lót, để lại qua đêm, hoặc bị mưa làm ướt thì phải làm sạch lại.

Để làm lớp phủ bitum, người ta dùng "men bitum" (matit) gồm 85% (tính theo trọng lượng) bitum và 15% bột cao lanh khô, nó được đưa vào bằng một phần nhỏ trong bitum, đốt nóng đến 180 - 200°C. Tuy nhiên, cần xét đến cao lanh dưới tác dụng của dòng bảo vệ catốt sẽ được đưa ra khỏi lớp phủ, do ở trong bitum hình thành mạng ống mao dẫn. Lớp phủ được quét ở trạng thái nóng bằng cái bay chuyên dụng và miết bằng miếng vải bạt. Hợp lý hơn, là đưa vào trong thành phần của menbitum 10% cao su, được nghiền vụn đến cỡ hạt < 1mm. Cho thêm như vậy, sẽ nâng cao được độ bền cơ học và độ chịu lạnh của lớp phủ.

Để tăng cường lớp phủ, thì giữa lớp 3 và lớp 5, lớp 6 và lớp 8, người ta bố trí lớp cách nước, nó làm tăng cường độ cơ học của lớp phủ, nhưng cũng sẽ làm kém đi tính bảo vệ, do tính hút ẩm của nó.

Để bảo vệ lớp cách ly của ống dẫn khỏi hư hỏng, người ta bọc chúng bằng giấy da. Việc bọc như vậy sẽ ngăn ngừa lớp cách ly khỏi bị hư hỏng do những nguyên nhân liên quan đến việc chuyển chở, với tác dụng cơ học của đất khi đắp đường hào, với khả năng di chuyển của

ống dẫn theo mặt bằng thi công lắp ráp, hoặc với tác dụng của dao động nhiệt độ. Ngoài ra việc bọc bằng giấy da sẽ ngăn cản sự chảy lớp cách ly khỏi ống dẫn trong thời tiết nóng.

Matit để làm lớp phủ bảo vệ được bảo quản và chuyên chở trong thùng gỗ hoặc thùng kim loại. Sau khi giải phóng khỏi thùng, nó được đốt nóng đến 200°C rồi lọc qua lưới có kích thước lỗ 2 - 3mm và quét lên bề mặt sạch của lớp nền đã sấy khô, trong thời tiết mùa hè, phải qua 4 - 6 giờ sau khi sơn lót mới quét lớp phủ bảo vệ.

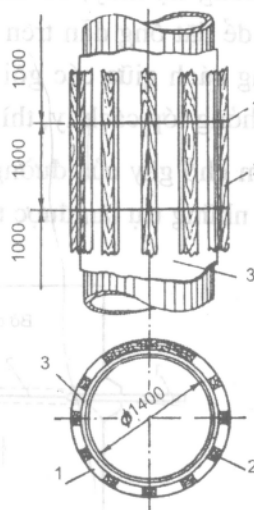
Bởi vì các đốt ống dẫn dưới nước phải di chuyển nhiều lần trên đất, và khi lắp đặt bằng phương pháp đưa lên có thể làm hư hỏng lớp cách ly, nên để bảo vệ lớp phủ cách ly, người ta sử dụng lớp lót (hình 6-6). Thường đó là các thanh gỗ hay các tấm ván mỏng, đặt dày đặc ở phía dưới, ở phần còn lại đặt gián đoạn. Lớp lót lớn hơn so với cần thiết, bởi vì giấy da bị rã ra và phá hủy nhanh chóng.

Chất lượng lớp cách ly được kiểm tra bằng cách sau:

a) Theo trạng thái bề mặt; bề mặt cần phải đều đặn, không có vết cháy, lõm, nếp gấp, khe hở, đứt gãy; cho phép có vết cháy $\nless 2\text{-}3\text{mm}$.

b) Theo độ dính bám của lớp cách ly với ống dẫn: sự dính kết của vỏ bọc với lớp phủ bitum được kiểm tra bằng cách cắt lớp cách ly bằng 2 đường dưới góc 45° - 60° và bóc ra từ góc đỉnh, khi đó lớp cách ly của bề mặt ống dẫn và vỏ bọc của lớp phủ phải không bị tách ra.

c) Theo chiều dày của lớp phủ: chiều dày của lớp phủ phải bằng 11mm, điều đó được kiểm tra qua từng 50 - 100m và không ít hơn 4 điểm, bằng cách xuyên thủng lớp cách ly nhờ kim nhọn của thước đo sâu.



Hình 6-6. Lớp lót của ống dẫn

1- Đai bằng thép sợi ϕ 4-6mm với bước 1-1,5m; 2- Thanh nẹp dọc;

6-2. ĐẶT ỐNG DẪN TRONG ĐƯỜNG HÀO

6-2-1. Phương pháp "đưa lên"

a) Ưu điểm và điều kiện áp dụng

Hiện nay, việc lắp đặt đường ống ở dưới nước bằng phương pháp đưa lên theo đất được áp dụng rộng rãi, bởi vì nó có những ưu điểm sau: thi công đơn giản, không ảnh hưởng đến lưu lượng thông thuyền trên sông, dây neo buộc không lớn.

Phương pháp này được áp dụng khi mặt bằng thi công có đủ kích thước để lắp ống và bố trí đường hạ thủy, địa hình của bờ sông và của tuyến ống dưới nước êm thuận.

Phương pháp này có lợi về kinh tế đối với ống có độ uốn đầy đủ, nghĩa là khi đường kính ống $\leq 400\text{mm}$.

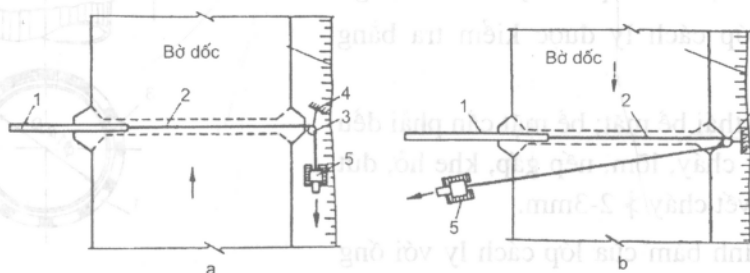
b) Biện pháp thi công

Trình tự công nghệ của những thao tác cơ bản là: Hàn nối ống dẫn, thí nghiệm, quét lớp cách ly, bọc lót và dần tải ở trong bờ; làm đường hạ thủy, trên đó bố trí ống dẫn, dây kéo được đặt ở đáy đường hào; ống dẫn nhờ máy kéo hoặc tời được đưa lên qua vật chướng ngại ở dưới nước; sau khi hoàn thành việc đưa lên thì thợ lặn theo dõi, kiểm tra những ống dẫn đã đặt.

Một số phương pháp đưa lên ống dẫn xuống đáy sông, chỉ rõ trên hình 6-7.

Trên đường hạ thủy, có thể bố trí xe con, hoặc trụ lặn với cự ly gián cách là 15 - 20m (hình 6-8), để đặt ống dẫn trên đó. Trường hợp hãn hữu, cũng có thể dùng con lặn hay máng dẫn. Khoảng cách giữa các gối đỡ phải tính toán như đối với dầm liên tục nhiều nhịp. Để đề phòng làm hỏng lớp cách ly, thì nên bọc trực lặn bằng cao su.

Để giảm chỗ gãy của đường hạ thủy thì phần trên bờ của nó có thể làm dưới dạng đường hào, sau đó những trụ lặn được tiếp tục ở một số khoảng cách kể từ bờ.

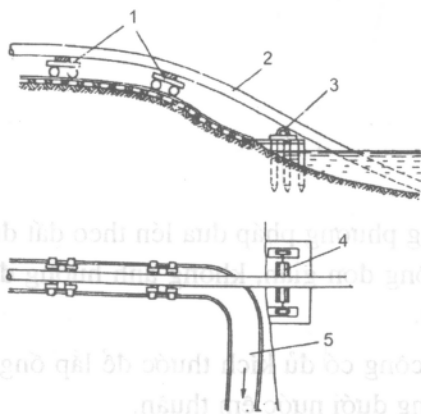


Hình 6-7. Sơ đồ đưa lên ống dẫn dưới nước

a- Máy kéo và ống dẫn đặt ở 2 bờ đối diện nhau;

b- Máy kéo và ống dẫn đặt ở trên cùng một bờ;

1- Ống dẫn; 2- Dây kéo; 3- Puli; 4- Neo; 5- Máy kéo.



Hình 6-8. Sơ đồ đường hạ thủy

1- Xe con;

2- Ống;

3- Trụ lặn;

4- Trụ lặn;

5- Đường dẫn.

Cũng có khi phải đào rãnh (hình 6-9) với độ sâu như thế nào đó, để nó được làm đầy nước từ sông (hồ), rồi hạ ống dẫn vào rãnh sau đó đưa lên nó theo đáy, hoặc thả nổi vào chỗ lấp đất. Phương pháp này đặc biệt hợp lý đối với ống đường kính lớn, không cho phép uốn gấp.

Với chiều dài lớn của tuyến ống tự chảy, và dải ven bờ kích thước nhỏ, không cho phép làm đường hạ thủy bằng chiều dài của đường hào dưới nước, thì có thể đưa những ống dẫn có mối nối hàn. Trong trường hợp này, ống dẫn được chia ra thành một số phân đoạn. Đầu tiên, đưa lên phân đoạn thứ nhất, để đầu của nó còn cách trục lặn <1m, thì hạ phân đoạn thứ hai và nối đầu phía trước của nó với phân đoạn thứ nhất bằng mối hàn, rồi chụp vào nó ống bọc và phủ lớp cách ly. Sau đó, lặp lại các thao tác đối với đầu phân đoạn thứ hai v.v... Phương pháp này không nên áp dụng khi lưu tốc của dòng chảy lớn, vì khi ngừng đưa ống dẫn xuống, có thể gây lắng đọng bùn ở đường hào và ở phần đã đặt ống dẫn bởi lớp đất bồi tích (phù sa, bùn cát).

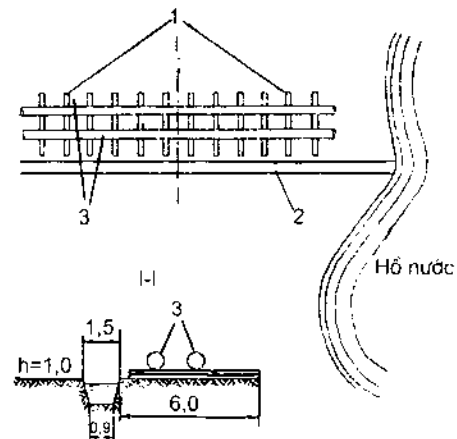
Nếu điều kiện tại chỗ thuận lợi, thì có thể đưa phân đoạn trước vào vị trí yêu cầu, sau đó nhấc đầu của nó lên trụ nổi và nối với phân đoạn tiếp sau bằng mối nối hàn. Trong trường hợp cần thiết ở một đường hào, có thể đặt một số đường ống song song được liên kết với nhau và tiến hành đưa lên như đối với một đường ống...

Đầu của ống dẫn được bịt bằng cái nút, để ống thông qua theo đất được dễ dàng thì nút này có dạng côn, với đáy lớn hơn tiết diện ống một chút. Để buộc dây kéo, người ta hàn vào phần đầu của ống dẫn một hai cái móc, nhờ đó ống dẫn được đưa lên chính xác theo trục đường hào. Khi đó, nên sử dụng lực kéo, cố định trị số lực kéo ở đây. Để giảm ma sát của ống dẫn với đất, người ta truyền thêm cho ống độ nổi âm không đáng kể, từ 5 đến 12 kG/m, phụ thuộc vào đường kính và chiều dày vách ống, được điều chỉnh bằng cách liên kết nó với phao chuyên dụng.

Để tránh cho lớp cách ly không bị hư hỏng khi đưa lên theo đất, thì có thể bọc nó bằng các tấm gỗ mỏng. Tốc độ đưa lên ống dẫn < 0,5m/s, nên dùng máy kéo để khắc phục sức cản khởi động. Đầu ống dẫn có nắp bịt bằng thép để đất cát không chui vào trong ống khi nó di chuyển.

Khi thi công tuyến ống dẫn tự chảy, có chiều dài đáng kể, thì sử dụng phao xếp dỡ là hợp lý, nó cho phép tạo được trị số độ nổi tính toán bất kỳ của ống dẫn.

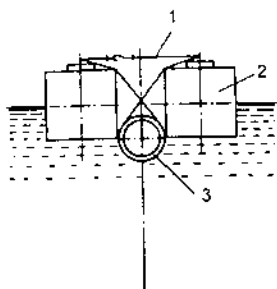
Sự cố kết ống dẫn vào phao (hình 6-10), đảm bảo cho ống dẫn có độ nổi âm 25kG/m, khi vận tốc tính toán của dòng chảy là 0,57m/s. Phao có thể sử dụng với ống dẫn có đường kính bất kỳ.



Hình 6-9

Hạ ống dẫn từ triển đà vào rãnh

1. Triển đà; 2. Rãnh; 3. Ống dẫn

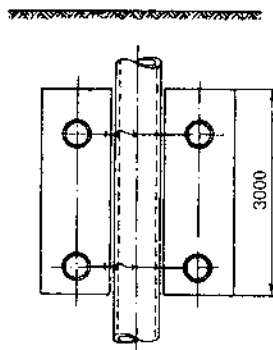


Hình 6-10. Cấu kết ống dẫn với phao

1- Dây cáp $\phi 16\text{mm}$;

2- Phao;

3- Ống dẫn $\phi 500 \div \phi 600\text{mm}$.



Dưới đây, dẫn ra một số quan hệ phụ thuộc, có thể sử dụng khi tính toán lực kéo và kiểm tra cường độ của ống dẫn khi lắp đặt nó bằng phương pháp đưa lên:

Lực kéo ống dẫn trên đường ray khổ hẹp:

$$P_1 = \frac{Q + q_x \cdot n}{R} (f_1 + f_2 \cdot r) (1 + k_1) + g f_3 L$$

Lực kéo P_1 lúc khởi động (bắt đầu dời chỗ) được lấy lớn hơn 1,5 lần đối với thành phần thứ nhất, còn đối với thành phần thứ hai (dây kéo) thì không thay đổi.

Lực kéo khi dùng trụ lăn

$$P_2 = \frac{Q}{R} (f_4 + f_2 \cdot r) \cdot 1,4 + g f_3 L_1$$

Khi khởi động, P_2 được tăng giống như P_1 .

Khi có độ dốc của ống dẫn về phía nước, thì lực kéo nhận được bằng cách giảm lực P_1 và P_2 đến trị số bằng trọng lượng của bộ phận di chuyển, nhân với $\sin \alpha$, trong đó α là góc nghiêng của đường di chuyển, tính bằng độ.

Khi nâng ống dẫn ở một đầu đến bề mặt song song với mặt phẳng nằm ngang của nước:

$$l_1 = \sqrt[4]{\frac{24 H \cdot E \cdot I}{q_{dn}}}, \text{cm} \quad ; \quad H = \frac{10,6 \cdot \sigma^2 \cdot I}{q_{dn} \cdot E \cdot d_n^2}, \text{cm}$$

Ứng suất lớn nhất:

$$\sigma_{\max} = 0,306.d_n \sqrt{\frac{q_{d.n}.H.E}{I}}, \text{ kG/cm}^2$$

Trong trường hợp nâng đầu ống dẫn đến bề mặt với góc uốn (không song song với mực nước nằm ngang)

$$l_1 = \sqrt[4]{\frac{72H.E.I}{q_{dn}}}, \text{ cm} \quad ; \quad H = \frac{1,93.\sigma^2.I}{q_{d.n}.E.d_n^2}, \text{ cm}$$

$$\sigma_{\max} = 0,72.d_n \sqrt{\frac{q_{d.n}.H.E}{I}}, \text{ kG/cm}^2$$

Ý nghĩa của các ký hiệu trong các công thức trên như sau:

- σ - Ứng suất cho phép của vật liệu ống, khi chịu uốn, kG/cm².
- l - Khoảng cách giữa các xe con (gối đỡ), m;
- l_1 - Chiều dài đoạn ống bị tách ra khỏi đất, cm;
- L - Chiều dài ống dẫn, m;
- L_1 - Chiều dài dây kéo, m;
- n - Số xe con;
- H - Chiều cao nâng ống dẫn khỏi đáy sông, cm;
- q_d - Trọng lượng 1m ống dẫn, kg;
- $q_{d.n}$ - Trọng lượng 1m ống dẫn ở trong nước, kg;
- q_x - Trọng lượng xe con (xấp xỉ 300kg);
- Q - Trọng lượng phân đoạn vận chuyển của ống dẫn, kg;
- g - Trọng lượng một mét dài dây, kg;
- r - Bán kính trục lăn của xe con, cm;
- R - Bán kính bánh xe của xe con, cm;
- d_n - Đường kính ngoài của ống dẫn, cm;
- k_1 - Hệ số sức cản phụ của đường (0,3 ÷ 0,6);
- f_1 - Hệ số ma sát lăn của bánh xe theo đường ray (0,05 ÷ 0,12 cm);
- f_2 - Hệ số ma sát trượt của trục ở ổ bi, lấy bằng 0,25;
- f_3 - Hệ số ma sát trượt của cáp thép với đất (0,5 ÷ 1,0);
- f_4 - Hệ số ma sát lăn:
 - gỗ với thép là 0,2cm;
 - gỗ với gỗ là 0,16cm;
 - thép với thép là 0,10cm;

Để đưa lên ống dẫn, người ta sử dụng tời, máy kéo, tàu kéo (tàu thủy). Tời đặt ở bờ đối diện với ống dẫn, còn khi sông (hồ) rộng, thì đặt tời trên phương tiện nổi trong hướng lắp đặt ống dẫn, hoặc ở trên bờ với dây kéo đảo chiều qua puli, cố định ở sà lan hay kệ nổi sẽ đảm bảo cho sự di chuyển của ống dẫn được đều đặn và êm thuận.

Khi chiều dài của tuyến ống tự chảy lớn đáng kể, thì thường sử dụng tàu kéo, nhưng yêu cầu tốc độ của tàu phải $\geq 6\text{km/h}$.

Tùy thuộc vào điều kiện cụ thể của khu vực thi công, đặc điểm của công trình, công suất của tàu kéo, có thể sử dụng 3 sơ đồ lắp đặt ống dẫn với sự trợ giúp của tàu kéo:

1) Kéo ống dẫn bằng tàu kéo theo phương cho trước nhờ dây kéo, buộc ở đầu ống dẫn, sơ đồ này được áp dụng khi vận tốc dòng chảy $\leq 0,3\text{m/s}$ và việc đặt ống dẫn trên đáy sông được tiến hành mà không phải thi công đường hào;

2) Kéo ống dẫn bằng tàu kéo theo dây dẫn hướng, chuyển ra theo tuyến ống đã định và được giữ bằng neo. Sơ đồ này được áp dụng khi lắp đặt ống dẫn trong đường hào; với vận tốc dòng chảy $\leq 1\text{m/s}$;

3) Kéo ống dẫn bằng tàu kéo, nhờ dây đảo chiều qua puli cố định ở đầu ống dẫn. Dây được cố định vào neo theo tuyến định hướng. Để ngăn ngừa puli bị kẹt do đất nhét vào, cần phải đặt nó cao hơn cao độ mặt đất. Thực hiện theo sơ đồ này hoàn toàn bảo đảm lắp đặt ống dẫn chính xác theo tuyến đã định.

Cũng có thể tính lực kéo khởi động khi đưa lên ống dẫn xuống đáy sông theo công thức tổng quát sau:

$$R = k.P.f$$

Trong đó:

P - Trọng lượng của ống lót và ống dẫn đã phủ lớp cách ly, ở trong nước, có kể đến độ nổi phụ thêm do không khí chứa đầy trong ống, kg (lấy theo thiết kế).

f - Hệ số ma sát (xem bảng 6-2);

k - Hệ số khởi động, lấy bằng 2.

Bảng 6-2. Hệ số ma sát trượt ở trong nước

Đặc trưng của bề mặt tiếp xúc	Hệ số ma sát trượt trong nước f
Gỗ với gỗ, ngang thớ	0,7
Gỗ với đất (khi bề mặt gỗ nhẵn)	0,5
Gỗ với đá	0,55
Gỗ với thép	0,65
Thép với thép	0,44
Thép với á sét, á cát, sét mềm, bùn	0,32
Thép với đất cuội và cát nhỏ	0,38 - 0,42
Thép với đá chắc	0,45
Thép với đá cuội	0,50

Trong quá trình đưa lên ống dẫn xuống đáy sông, có thể xảy ra ngừng cưỡng bức, do lực lấp lớn hơn lực khởi động lúc ban đầu. Điều đó được giải thích là do có lực hút ống dẫn vào đất. Lực hút này phụ thuộc vào loại đất, diện tích tựa của ống dẫn trên đất, và thời gian ống ở trạng thái tĩnh. Thực tế, trong đất cát không có lực hút. Trong đất sét, nó được đặc trưng bởi lực đơn vị p trên $1m^2$ diện tích tựa. Lực hút đơn vị được tính khi thời gian dừng lại của ống $\frac{1}{2}$ giờ trong đất sét và á sét chặt $p = 0,03 T/m^2$, trong đất dính $p = 0,06 T/m^2$.

Như vậy, khi khởi động lại:

$$R = k.P.f + pF$$

Trong đó:

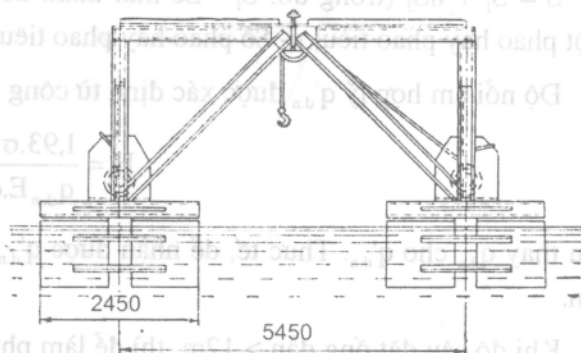
F- Diện tích tựa của ống dẫn trên đất, m^2 .

Để đầu nối của ống dẫn không bị chèn lấp trong đất, người ta hàn vào nó nắp đáy, được tạo hình côn đặc biệt, nắp đáy này đồng thời là đầu bắt dây kéo. Để ngăn ngừa sự cắt của dây kéo ở trong đất, người ta xây dựng trụ cọc ở trong bờ để treo ròng rọc đứng giữ dây.

6-2-2. Phương pháp hạ ống dẫn từ trụ đỡ

Theo phương pháp này, có thể thực hiện việc lắp đặt ống dẫn xuống đáy sông từ trụ nổi, trụ chân dê, hoặc trụ cọc cố định. Việc đặt ống dẫn nên bắt đầu tiến hành từ chỗ nước sâu nhất theo hướng vào trong bờ, để bán kính cong của ống dẫn khi đó $\frac{1}{2}$ bán kính tính toán cho phép. Trụ được tính toán có xét đến trọng lượng của ống dẫn, tải trọng của phao và áp lực dòng chảy của nước. Ngoài những trụ chính, giữ cho ống ở trạng thái treo, còn có những trụ phụ để ngăn cản sự lệch dòng của nó. Phương pháp này đòi hỏi số lượng lớn trụ và tời, thực hiện đúng chiều sâu hạ, và vì thế công việc trở nên phức tạp và có yêu cầu lớn về thiết bị sử dụng.

Khi hạ ống dẫn từ trụ chân dê hay trụ cọc, đóng theo trục tuyến ống, thì ống dẫn được đưa đến theo dòng nước (ống có nắp bịt ở đầu). Cũng có trường hợp ở trụ cọc cứng, cấu tạo sàn có khe hở dọc, ống dẫn được chế tạo trên đà giáo, lăn đến dầm ngang, bố trí ngang với khe hở dọc ở sàn, và hạ xuống. Nói chung, phương pháp này phức tạp, giá thành cao. Trước khi hạ, ống dẫn được đổ đầy nước, và để giảm trọng lượng truyền vào trụ, người ta sử dụng phao. Việc xây dựng những trụ này chỉ thích hợp khi chiều sâu nước $< 7 \div 8m$, và vì chúng cản trở thông thuyền, nên chỉ được áp dụng khi sự lưu thông của tàu và các phương tiện nổi khác ít. Nhược điểm của phương pháp này là tốn kém nhiều vật liệu.



Hình 6-11. Điểm gối nối trên phao

Dùng trụ nổi tốt hơn trụ cọc hay trụ chân dê, bởi chúng lắp ráp nhanh, có khả năng quay vòng nhiều lần, tốn ít vật liệu.

Trên hình 6-11 chỉ rõ trụ nổi bằng phao dài 6m, có trọng tải 6T. Những phao mềm bằng cao su có trọng tải 5T, thuận tiện khi chuyên chở ống dẫn có trọng lượng không lớn, nhưng cũng không loại trừ khả năng hư hỏng cao su. Thời tiết lạnh dễ làm cho cao su bị giòn, vì thế mùa đông, nên sử dụng phao cứng hoặc phao chế tạo bằng cao su nhân tạo.

Sau khi kiểm tra vị trí của ống dẫn, thì cố định những điểm gối nổi vào neo. Sau đó, làm đầy ống dẫn bằng nước, trọng lượng của nó được phao tiếp nhận hoàn toàn. Sau khi xả một phần không khí từ phao mềm, thì trọng lượng này được truyền cho điểm gối. Dây từ tời đến điểm gối được xả dần dần để hạ đều ống dẫn, tránh nghiêng để tải trọng ở dây như nhau. Khi phát hiện có sai sót trong quá trình hạ ống dẫn, thì có thể nâng nhẹ nó lên bằng cách bơm không khí vào phao mềm. Bởi vì hệ thống ống dẫn - phao có độ nổi âm không lớn, nên thợ lặn dễ dàng chuyển dời vị trí của nó theo phương cần thiết.

Những ống dẫn đường kính nhỏ, thường có độ nổi âm, vì thế để kéo chúng đến chỗ lắp đặt, người ta thường liên kết vào chúng những cái thùng rỗng, cây gỗ tròn, phao mềm v.v... Lượng dự trữ của độ nổi dương lấy bằng 10%. Độ nổi được sử dụng có kết quả khi nước tĩnh, dòng chảy yếu và gió không lớn để lắp đặt ống dẫn bởi những phân đoạn riêng, dài 200 ÷ 500m.

Lực kéo để kéo ống dẫn có thể tính sơ bộ theo công thức:

$$F = f.S.v, \text{ kG.}$$

Trong đó:

F- Lực kéo;

f- Hệ số ma sát ở bề mặt thấm ướt, lấy bằng 0,3;

v- Tốc độ kéo, m/s;

$S = S_1 + nS_2$ (trong đó: S_1 - Bề mặt thấm ướt của ống dẫn, m^2 ; S_2 - Bề mặt thấm ướt của một phao hay phao tiêu; n- Số phao hay phao tiêu).

Độ nổi âm hợp lý $q'_{d,n}$ được xác định từ công thức:

$$H = \frac{1,93.\sigma^2.I}{q_{d,n}.E.d_n^2}, \text{ cm}$$

nếu thay $q_{d,n}$ cho $q'_{d,n}$. Thực tế, để nhận được $q'_{d,n}$ thường người ta tháo phần phao ra khỏi ống dẫn.

Khi độ sâu đặt ống dẫn > 12m, thì để làm phương tiện nổi, cần sử dụng gỗ tròn khô, bởi vì các thùng rỗng, với áp lực của nước có thể bị phân tán đi.

Những ống dẫn đường kính lớn, có độ nổi dương. Đặc điểm của việc lắp đặt chúng là cho phép có độ uốn nhỏ của phần hạ xuống. Những phân đoạn đã được chuẩn bị (quét lớp cách ly, thử rò, bít kín ở đầu ống bằng nắp có đệm cao su...) có chiều dài đến 250m được hạ xuống nước theo dầm ngang đặt nghiêng (có độ dốc) về một phía của cầu cạn. Đối với ống dẫn tự chảy có thể được hạn chế bằng một phân đoạn. Ở một nắp phải dự tính có van để nối với ống

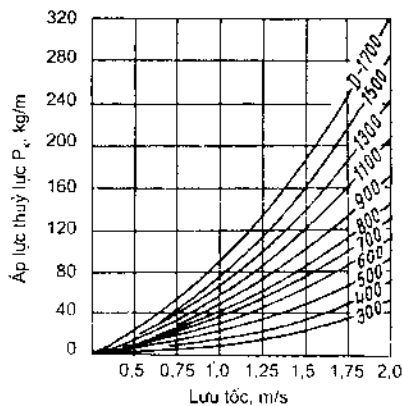
mềm dẫn không khí, ở nắp kia có van để đưa nước vào và ra. Kéo phân đoạn ống dẫn bằng canô, rồi hạ nó xuống đáy sông từ điểm gối nổi, và trong trường hợp hãn hữu thì hạ từ cầu cạn hay trụ cọc (đối với đoạn ở trong bờ khi dòng chảy mạnh).

Thường sử dụng phao cứng, sà lan làm điểm gối nổi, trên đó có trang bị tời để nâng, hạ các phân đoạn ống. Khoảng cách giữa các điểm gối được tính từ điều kiện cường độ của ống dẫn như đối với dầm nhiều nhịp.

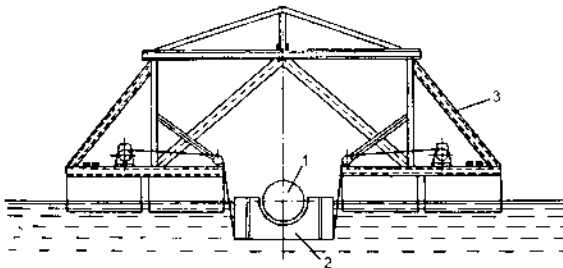
Khi có dòng chảy, được tính áp lực P_x của dòng nước (hình 6-12). Tổng tải trọng:

$$q = \sqrt{(q'_{dn})^2 + P_x^2},$$

Trên gối nổi, có cấu tạo sàn để đặt tời (hình 6-13).



Hình 6-12. Biểu đồ quan hệ áp lực thủy lực tác dụng vào ống dẫn dưới nước với đường kính ống dẫn và vận tốc nước khi hệ số nhớt $N = 0,0101 \text{ cm}^2/\text{sec}$ và nhiệt độ nước $t = 20^\circ\text{C}$



Hình 6-13. Thùng lắp ráp để hàn mối nối

1- Ống dẫn; 2- Thùng lắp ráp;
3- Giá long môn nổi.

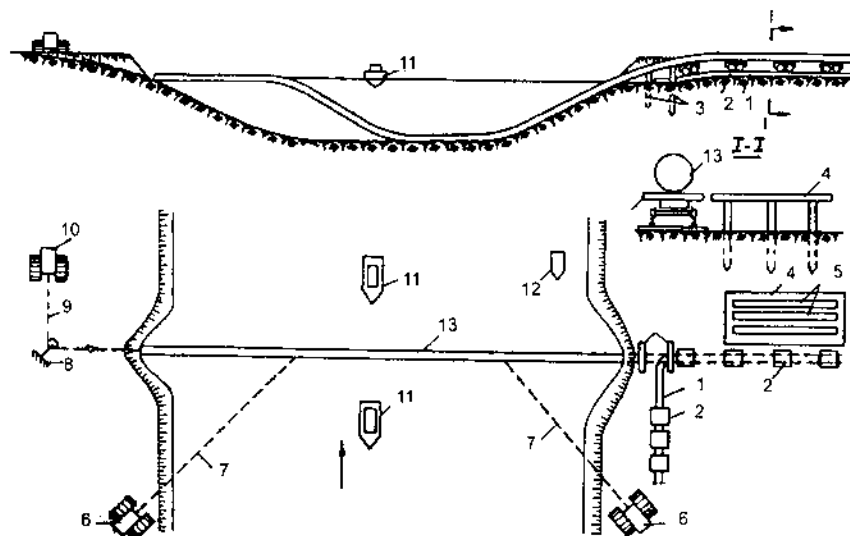
Phân đoạn ống được hạ xuống với việc sử dụng dây kéo hoặc cọc dẫn hướng.

6-2-3. Đặt ống dẫn xuống đáy sông bằng phương pháp hạ chìm tự do

Phương pháp hạ chìm ống dẫn tự do là nhận chìm ống dẫn ở tuyến định sẵn bằng nước đổ đầy vào bên trong ống dẫn.

Bằng cách như vậy, có thể đặt những ống dẫn có đường kính $\phi \geq 1400 \text{ mm}$. Phương pháp này có thể áp dụng với địa hình bất kỳ của tuyến ống, với chiều sâu nước khác nhau, khi vận tốc dòng chảy $\leq 2 \text{ m/s}$.

Tổ chức thi công theo phương pháp này (hình 6-14) như sau:



Hình 6-14. Sơ đồ đặt ống dẫn bằng phương pháp hạ chìm tự do

- 1- Đường sắt khổ hẹp; 2- Xe con; 3- Trụ lặn; 4- Giá lắp ráp; 5- Phân đoạn ống;
6- Máy kéo; 7- Dây kéo; 8- Neo; 9- Dây kéo; 10- Máy kéo; 11- Tàu kéo;
12- Thuyền lặn; 13- Ống dẫn.

Trên mặt bằng thi công, người ta hàn đoạn ống vào điểm nối, chiều dài của nó lớn hơn bề rộng vật cản dưới nước một chút. Sau đó quét lớp cách ly, hàn nắp đáy, rồi hạ xuống nước và kéo vào tuyến ống. Sau đó, đổ nước vào một đầu ống ở trong bờ và hạ dần đoạn ống nối xuống đáy đường hào. Để không khí đi ra ở đầu kia của ống dẫn, thì ở nắp đáy có lắp van. Trong quá trình đưa tổ hợp ống vào tuyến, hạ và giữ nó, sẽ phát sinh ứng suất ở kim loại của ống dẫn và dẫn đến làm hư hỏng ống. Vì thế, quá trình hạ ống dẫn được chia thành các giai đoạn, quyết định bằng tính toán. Khi đó, phải xác định khoảng cách, tại đó đặt điểm gối, dây giằng ống dẫn và xác định ứng lực phát sinh ở kim loại ống trong quá trình đặt ống dẫn xuống đáy sông.

Ứng suất tổng cộng ở kim loại ống dẫn phát sinh do tác dụng của lực ngang, gây nên bởi nước chảy, và lực đứng tác dụng vào ống dẫn, được xác định theo công thức:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_n^2 + \sigma_d^2},$$

Trong đó:

σ_n - Ứng suất phát sinh trong ống dẫn do tác dụng của lực ngang;

σ_d - Ứng suất phát sinh trong ống dẫn do tác dụng của lực đứng.

Khi đó ứng suất tổng cộng cần phải $\leq R_2$; $R_2 = 0,64\sigma_T$, trong đó σ_T - Giới hạn chảy của vật liệu ống dẫn.

6-2-4. Những công việc thực hiện dưới nước khi đặt ống dẫn

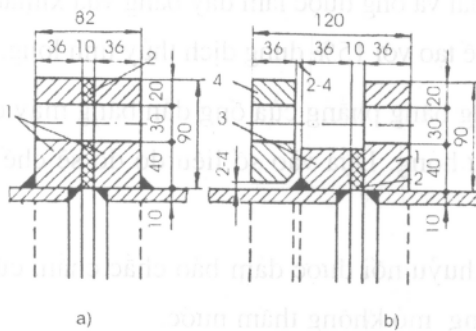
Thi công lắp đặt đường ống xuống đáy sông (hồ) được tiến hành cả trên nước và dưới nước, bao gồm: cung cấp các phân đoạn ống dẫn đến chỗ hạ, hạ chúng xuống đường hào, nối các phân đoạn ống với nhau và đắp đất lấp đường ống.

Thường thì các phân đoạn ống được hàn ở trên bờ, hay trên mặt nước, trước khi hạ xuống đường hào. Những phân đoạn riêng lẻ của ống dẫn đường kính lớn thì được nối ở dưới nước.

Những thao tác lắp đặt, sửa chữa và khôi phục đường ống dưới nước sẽ được trình bày tóm tắt ở dưới. Nếu khi đặt dưới nước, ống dẫn không tiếp xúc chặt trên đáy đường hào, thì thợ lặn cần phải đổ cát đệm dưới đáy ống, và khi mức độ không chặt lớn thì phải dùng đá học, sỏi, hay đá dăm.

Những đường ống cấp khí được đặt có độ dốc về phía cấp khí để đảm bảo cho dòng khí ngưng tụ ở thiết bị lắng được đẩy đi theo độ dốc của ống.

Các đốt ống đường kính lớn được hạ và nối với nhau ở dưới nước bằng mặt bích. Để thuận tiện cho việc nối ống và khớp lỗ bulông, người ta sử dụng đốt ống có một đầu là mặt bích đặc, còn đầu kia là mặt bích xoay (hình 6-15).



Hình 6-15. Mặt bích dùng cho ống dẫn ở dưới nước

- a- Mặt bích đặc;
- b- Mặt bích xoay;
- 1- Mặt bích hàn vào đầu ống
- 2- Tấm đệm;
- 3- Vòng tựa;
- 4- Mặt bích xoay.

Ở những mặt bích đặc, vòng tựa được hàn kín với đầu đốt ống, còn ở mặt bích xoay, thì đường kính trong của vòng tựa lấy lớn hơn đường kính ngoài của ống dẫn một chút và không hàn với ống dẫn, để nó có thể xoay tự do quanh ống dẫn. Vòng tựa hàn kín với ống dẫn được xem là gối tựa đối với vòng tựa xoay.

Khi nối ống dẫn, thợ lặn khớp lỗ của mặt bích đặc và mặt bích xoay, bắt hai bulông ở vị trí đối xứng nhau qua đường kính mặt bích, giữa 2 mặt bích có tấm đệm bằng cao su hoặc cao su-amiăng để đảm bảo kín nước, sau đó xỏ nốt những con bulông còn lại và xiết chặt. Để xiết chặt lần cuối các đai ốc, người ta chụp vào cán cờ lê một đoạn ống dài khoảng 1m, nhờ tăng chiều dài tay đòn, nên tăng được lực xiết bulông.

Khi đặt trực tiếp đường ống xuống đáy sông, hoặc khi đưa nó đến gần trạm bơm, thì mỗi nối ống được thực hiện bằng những tấm nối hình (ống lồng) như trình bày trên hình 6-1,b.

6-3. KHẮC PHỤC NHỮNG HƯ HỎNG TRONG ĐƯỜNG ỐNG

Việc sửa chữa những hư hỏng nhỏ của đường ống thường được tiến hành bằng hàn điện ở dưới nước.

Những khe hở (khe nứt) rộng $10 \div 12\text{mm}$, được tháo nệm trước bằng những dải thép nhỏ, còn ở những lỗ thủng không lớn lắm, hay ở những khe $> 12\text{mm}$ thì người ta đặt vào những tấm ốp, được hàn theo chu vi, hoặc dùng tấm ốp kiểu măng sồng.

Việc thay thế phần hư hỏng của ống dẫn tại mặt bích được thực hiện bằng ống nối bù trừ (hình 6-2,a), còn với ống dẫn nước hàn thì bằng đai (hình 6-2, b).

Để khắc phục sự rò rỉ của ống dẫn có áp, có thể đặt đai kẹp bằng thép tấm dày 8mm có đường kính phù hợp với đường kính ống dẫn và chiều dài lớn hơn chiều dài khe nứt. Đai kẹp gồm 2 nửa nối với nhau bằng bulông trên tấm đệm cao su. Ở nửa trên của đai có 2 lỗ đường kính 100mm (một để nối ống với đai khi cấp vữa xi măng, còn lỗ kia để thoát nước khi đổ bê tông).

Sau khi lắp đặt đai kẹp, thì khoảng trống giữa đai và ống được làm đầy bằng vữa xi măng với tỉ lệ thành phần 1:2 (dùng xi măng mác 400), được chế tạo với 15% dung dịch thủy tinh lỏng.

Khi khôi phục ống dẫn, thợ lặn cắt mép không bằng phẳng của ống dẫn bằng máy cắt dưới nước, đo khoảng cách giữa những đầu ống bị hư hỏng. Dựa vào số liệu đo đó sẽ chế tạo chi tiết xử lý ở trên bờ.

Khi sửa chữa đường ống cao áp, để lắp đặt khuỷu nối được đảm bảo chắc chắn, cũng như để nâng cao chất lượng hàn, người ta sử dụng giếng mỏ không thấm nước.

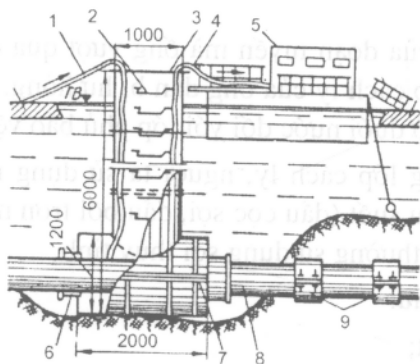
Ví dụ về tổ chức sửa chữa đường ống nhờ giếng mỏ chỉ rõ trên hình 6-16. Giếng bao gồm buồng tháo lắp ở phía dưới và giếng đứng. Hai nửa buồng nối với nhau bằng bulông và được làm chặt khít bởi tấm đệm cao su. Đặt chặt khít ở chỗ tiếp giáp của vách đứng của buồng giếng với ống dẫn được đảm bảo bởi độ ép chặt của vòng bích tháo lắp.

Giếng được chế tạo từ thép tấm dày 5mm. Việc đặt giếng và cố định nó với ống dẫn được thực hiện bởi thợ lặn.

Đoạn ống có đường kính lớn hơn đường kính phần ống bị hư hỏng phải chế tạo với tính toán như thế nào đó để có thể lắp nó vào đầu ống dẫn. Chỗ nối giữa đoạn ống lắp thêm và ống dẫn được xảm kín bằng xơ gia tấm nhựa và ép chặt nhờ vành hãm.

Khi ống dẫn bị hư hỏng, thì việc sửa chữa là lắp đặt đai kẹp, tức là ống nối tháo lắp và để làm chặt khít mối nối ống thì dùng tấm lót bằng cao su.

Những mối nối mặt bích với tấm đệm cao su được cố định bằng cách đổ bê tông dưới nước.



Hình 6-16. Sơ đồ sửa chữa ống dẫn nhờ giếng mở

- 1- Ống mềm cấp không khí vào giếng để thông gió; 2- Bạc lên xuống; 3- Giếng hở; 4- Ống mềm thoát nước; 5- Phao có các phương tiện tháo nước; 6- Vòng bít; 7- Mặt bích tháo lắp; 8- Ống dẫn; 9- Vật dẫn tải bằng gang.

6-3-1. Thử nghiệm và đắp đất đường ống

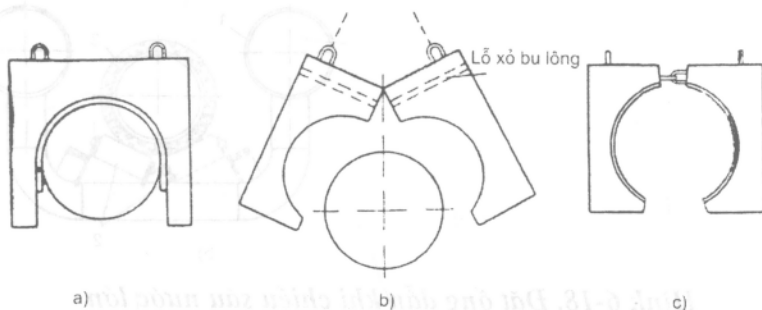
Đường ống đặt trên đất ở đáy sông được xem xét chi tiết, tỉ mỉ bởi thợ lặn. Sau khi xem xét và khắc phục những khuyết tật thì cần phải thử đường ống với áp lực qui định đối với nó. Việc thử đường ống được tiến hành bằng nước, dầu mỏ hay dầu lửa. Khi thử bằng dầu lửa hay dầu mỏ, thì ngay cả sự rò rỉ không đáng kể ở đường ống cũng có thể phát hiện được nhờ vết dầu loang trên mặt nước.

Sau khi thử đường ống thì bắt đầu đắp đất. Việc đắp đất được thực hiện bằng máy bơm đất hay súng phun nước, xới đất từ mép đường hào.

Để gia cố đất đắp bằng cát khỏi bị xói do nước chảy, thường áp dụng biện pháp bỏ đá học, hoặc rải các bao chứa hỗn hợp xi măng và cát (tỉ lệ 1:4).

Khi không có thông tàu và thuyền bè, thì thường đặt ống dẫn trực tiếp xuống đáy sông (không cần chôn ống). Được phép đặt ống dẫn lộ thiên khi chiều sâu nước lớn hơn 2m. Trong những trường hợp như vậy, ống dẫn được cố định ở đáy sông tại những điểm riêng biệt bằng tải trọng dẫn. Khi chiều sâu nước lớn hơn 8m thì việc cố định ống dẫn xuống đáy sông được thực hiện bằng cọc xoắn kim loại.

Trong những trường hợp khác thì áp dụng biện pháp dẫn tải đối với ống dẫn bằng các khối bê tông, bê tông cốt thép và kim loại (xem hình 6-17).



Hình 6-17. Tải trọng dẫn bằng bê tông cốt thép

- a- Dạng yên ngựa; b- Dạng tháo rời; c- Dạng vòng.

6-3-2- Sửa chữa lớp cách ly của đường ống

Do sự xói lở của bờ và sự biến đổi địa hình của đoạn tuyến mà ống vượt qua dưới nước, cũng như do những va chạm cơ học mà đôi khi lớp cách ly của ống dẫn bị hư hỏng. Từ đó nảy sinh sự cần thiết phải tiến hành công tác sửa chữa ở dưới nước đối với lớp phủ bảo vệ ống dẫn.

Trong những trường hợp như thế, để thi công lớp cách ly, người ta sử dụng những loại mastic đặc biệt. Nó được chế tạo từ mỡ dầu mỏ, dầu suốt (dầu cộc sợi, dầu bôi trơn máy), muối quặng crôm và đồng naftenat. Để làm vật liệu cốt, thường sử dụng sợi thủy tinh.

Cụ thể, tỉ lệ thành phần của chất cách ly như sau:

- Lớp nền gồm 70% mỡ dầu mỏ, 30% dầu suốt;
- Lớp bột nhão cách ly gồm 30% mỡ dầu mỏ, 20% dầu suốt, 50% muối quặng crôm khô.
- Chất tẩm đối với sợi thủy tinh gồm 80% mỡ dầu mỏ, 18% dầu suốt và 20% đồng naftenat.

Trình tự quét lớp cách ly bằng mỡ dầu mỏ như sau:

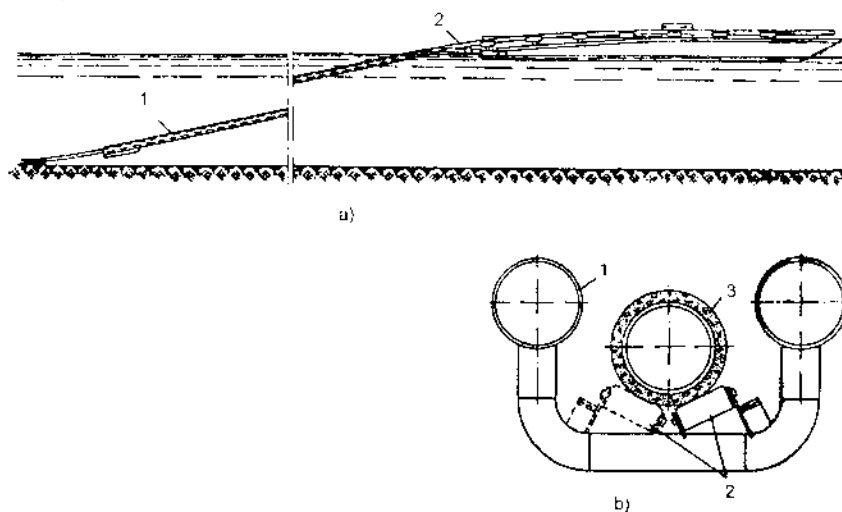
Trước tiên làm sạch cẩn thận những phần hư hỏng của ống dẫn; sau đó quét lớp nền. Trên lớp nền rải lớp bột nhão cách ly dày $5 \div 6\text{mm}$. Cuối cùng bọc ống bằng sợi thủy tinh đã tẩm các thành phần như đã trình bày ở trên.

6-4. NHỮNG ĐẶC TRƯNG CỦA VIỆC ĐẶT ĐƯỜNG ỐNG Ở BIỂN

Việc mở rộng phạm vi khoan ở biển cho thấy rằng công tác khoan có thể thực hiện ở mọi chiều sâu nước. Điều đó đòi hỏi phải có trình độ công nghệ đặt đường ống dưới nước phù hợp.

Theo mức độ tăng chiều sâu nước, mà việc đặt đường ống sẽ trở nên phức tạp hơn; vì thế trước tiên yêu cầu phải có một hệ thống kết cấu đặc biệt để giữ ống.

Một trong những biện pháp đó là giữ phần đã lắp đặt của ống dẫn bằng máng chia dẫn hướng (hình 6-18).



Hình 6-18. Đặt ống dẫn khi chiều sâu nước lớn

a- Sơ đồ nguyên tắc của sà lan đặt ống dẫn:
1- Máng chia dẫn hướng; 2- Sà lan đặt ống dẫn;

b- Mặt cắt ngang của máng chia:
1- Ống, chứa dây không khí;
2- Trục lăn; 3- Ống dẫn được đặt.

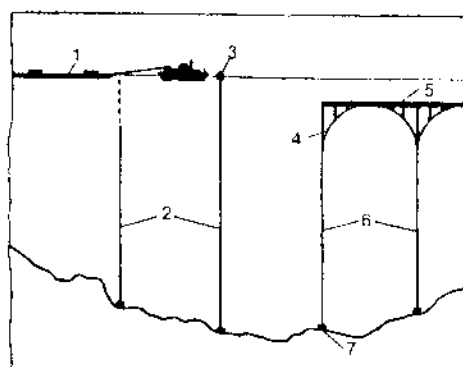
Máng chia được cố định với phần đuôi của sà lan đặt ống và là phần kéo dài của sà lan hạ nó. Máng bao gồm hai dây ống đặt song song, nối với nhau bằng khung ngang, trên đó đặt các trục lăn, theo đó ống dẫn được hạ xuống nước.

Những ống đặt song song được cung cấp bằng phao, xác định theo chiều dài của tuyến ống. Mỗi phao có thể được dẫn tải bằng nước nhằm điều chỉnh độ nổi của hệ thống giữ ống.

Bằng phương pháp như vậy, có thể đặt ống dẫn ở độ sâu đến 100m.

Một trong những vấn đề phức tạp của việc đặt ống dẫn ở độ sâu lớn là có áp lực thủy tĩnh lớn.

Ống dẫn, đường kính lớn có độ nổi dương, được giữ trong nước ở độ sâu xác định bởi hệ thống dây treo, được cố kết ở đáy biển (hình 6-19).



Hình 6-19. Ống dẫn được giữ ở dưới nước

1- Phần đoạn kéo;

2- Dây giữ ống;

3- Phao;

4- Dây chịu lực;

5- Phần đoạn xác định;

6- Dây chịu lực chính;

7- Neo ở đáy.

Chương VII

ĐẶT ĐƯỜNG CÁP DƯỚI NƯỚC

7-1. NHỮNG YÊU CẦU ĐỐI VỚI VIỆC ĐẶT CÁP DƯỚI NƯỚC

Người ta đặt cáp dưới nước bằng cách: chôn sâu nó vào trong đất (để bảo vệ tránh hư hỏng ngẫu nhiên), hoặc đặt trên bề mặt đất ở đáy sông. Để đặt cáp xuống nước, người ta sử dụng cáp riêng, có vỏ chì dày hơn so với cáp đặt trong môi trường khô ráo. Chúng cũng có vỏ bọc bằng sợi thép, cho phép chịu lực kéo dọc trong quá trình lắp đặt. (xem bảng 7-1, và 7-2).

Bảng 7-1. Cáp thông tin đồng trục ở dưới nước

Mác cáp	Công dụng	Số nhóm	Lõi	Lớp cách ly	Vỏ bảo vệ chống ẩm	Dây bọc
KПK, KПOK	Thông tin dưới nước nhiều kênh (12, 24 và 60 kênh)	Một cặp đồng trục	Đồng 5/18 mm	Pôliêtylen		Sợi thép

Bảng 7-2. Cáp điện dưới nước

Loại	Vỏ	Phạm vi sử dụng, vật liệu vỏ bọc cáp	Ghi chú
K	Có vỏ bọc ngoài, với lớp lót bình thường, vỏ bằng thép sợi mạ kẽm	Ở biển và sông, trong vỏ chì	
K _B	Có vỏ bọc ngoài, với lớp lót tăng cường vỏ bọc bằng sợi thép mạ kẽm	Ở biển và sông, khi độ xâm thực cao, trong vỏ chì	Theo đặt hàng riêng

Ở những chỗ chịu xói lở, trên sông nước chảy mạnh, cũng như ở bờ biển trong vùng có sóng, người ta sử dụng cáp hai vỏ.

Để đặt cáp, căn cứ vào khả năng của cáp, người ta lấy chiều dài của một đường cáp thi công như sau: đối với cáp chịu lực là 200m, còn đối với cáp điện thoại là 250m.

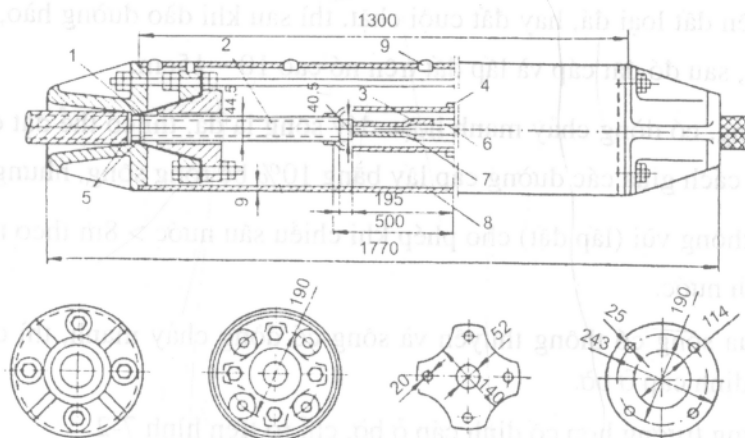
Khi chọn tuyến vượt của cáp, cần phải tránh những chỗ đang hoặc sẽ tiến hành công việc xây dựng. Tốt nhất là đặt cáp theo đường thẳng trong nước ở chỗ sâu và ổn định, tại đó bờ và đáy sông ít bị xói lở và biến đổi.

Trước khi đặt cáp, thợ lặn phải khảo sát đáy sông và đo chiều sâu nước kỹ càng. Các điểm đo lấy cách nhau $5 \div 10$ m để tính toán mặt cắt đáy, xác định mức độ phù hợp của nó đối với

việc đặt cáp và xác định chiều dài cần thiết của cáp. Những cản trở cá biệt trên tuyến vượt của cáp sẽ do thợ lặn khắc phục.

Không phụ thuộc vào việc có hay không có biên bản thí nghiệm của phòng thí nghiệm hay của nhà máy, trước khi đặt cáp, toàn bộ cáp ở tang đều phải tiến hành thí nghiệm. Cáp thông tin được thử bằng cách gõ đập ở toàn bộ dây và thử độ kín bằng cách bơm không khí đến 3atm vào vỏ chì hàn ở các hai đầu.

Trong những trường hợp, chỗ vượt sông có bề rộng lớn, thì chiều dài thi công của cáp được nối bằng ống nối đặc biệt (hình 7-1). Ống nối này có chức năng tiếp nhận lực kéo, phát sinh khi hạ cáp xuống đáy sông.



Hình 7-1. Ống nối cáp dưới nước

- 1- Cuộn băng tấm nhựa; 2- Vỏ chì; 3- Trục bằng giấy; 4- Vành nối đất; 5- Ống chì; 6- Ống lót; 7- Lớp cách ly lõi; 8- Lớp phủ bảo vệ ống; 9- Lỗ để rót hợp chất cách điện.

Ở dưới nước, ngoài nhánh cáp chính, người ta còn đặt cáp dự trữ, để sử dụng trong trường hợp cáp công tác bị hư hỏng.

Khi đó, cần tuân theo khổ giới hạn, nêu trong bảng 7-3.

Bảng 7-3. Khổ giới hạn kiến nghị khi đặt cáp qua vật cản dưới nước

Những đặc trưng	Trị số tối thiểu, m
Độ chôn sâu của cáp vào đáy sông (có thông thuyền và không thông thuyền), với chiều sâu nước $\leq 8\text{m}$	1,0
Chiều sâu đặt cáp dưới nước ở phần trong bờ (trước chỗ nối với đất)	1,0
Khoảng cách từ mép nước đến chỗ nối của cáp dưới nước với cáp trong đất	30,0
Khoảng cách giữa cáp chính và cáp dự phòng trên sông có thông thuyền, bè mảng	300,0

Ở dòng chảy của sông, người ta đặt cáp vồng với mục đích để phòng lực kéo phát sinh do xói ở đáy, và để có thể nâng cáp lên trong trường hợp cần sửa chữa. Chiều dài của cáp để đặt nó có độ vồng (độ chùng) lấy lớn hơn bề rộng sông 10 ~ 15%.

Nếu trong một đường hào đặt nhiều đường cáp, thì khoảng cách giữa chúng phải $\geq 25\text{cm}$.

Trên những tuyến thông thuyền, nơi mà các công việc ở dưới đáy được tiến hành theo chu kỳ, thì cáp được đặt đến cao độ, xác định theo thỏa thuận với cơ quan vận tải thủy.

Mặt cắt dọc của đường hào trước khi đặt cáp cần phải được san bằng bởi thợ lặn.

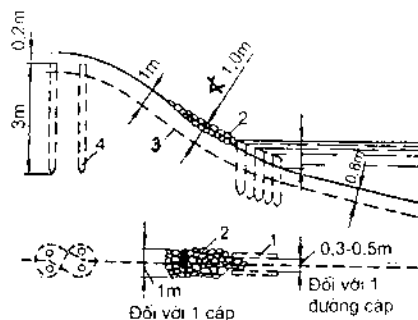
Khi đặt cáp trên đất loại đá, hay đất cuội chặt, thì sau khi đào đường hào, phải đổ một lớp cát dày 15 ~ 20cm, sau đó đặt cáp và lấp đất trên nó cao 10 ~ 15cm.

Ở chỗ vượt sông, có dòng chảy mạnh hoặc đáy sông là đá, thì có thể đặt cáp trực tiếp trên đáy sông. Khoảng cách giữa các đường cáp lấy bằng 10% bề rộng sông, nhưng $\geq 20\text{m}$.

Việc đặt cáp không vùi (lấp đất) cho phép khi chiều sâu nước > 8m theo thỏa thuận với cơ quan khai thác vịnh nước.

Khi rải cáp qua sông có thông thuyền và sông có dòng chảy mạnh, thì cần phải đặc biệt chú ý đến việc cố định cáp ở bờ.

Một trong những trường hợp cố định cáp ở bờ, chỉ rõ trên hình 7-2.

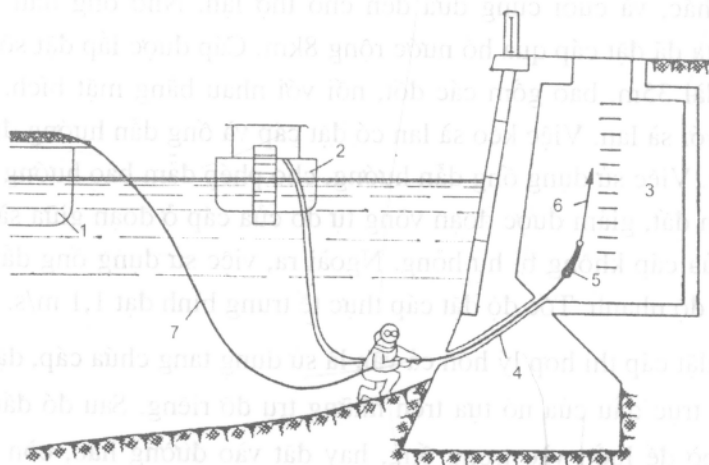


Hình 7-2. Cố định cáp ở bờ và gia cố bờ tại chỗ mực nước thay đổi

- 1- Cọc ván gỗ;
- 2- Mái dốc bằng đá;
- 3- Cáp;
- 4- Cọc.

Cáp được đặt theo hình số 8 xung quanh những cọc đóng vào đất. Tuyến đặt cáp được đánh dấu chính xác phù hợp với những dấu hiệu qui định ở cả 2 bờ sông.

Khi dẫn tới vách bờ, ở đó ống thép được lắp kín, thông qua ống, đầu cáp được luồn vào. Đường kính trong của ống lấy ≥ 2 lần đường kính ngoài của cáp. Để tránh làm bong tróc lớp cách ly của cáp khi luồn nó qua ống, thì đầu phía dưới của ống được mở rộng có dạng phễu. Người ta bôi trơn ống bằng mỡ (dầu đặc bôi trơn máy). Đầu tiên, luồn qua ống sợi có đường kính lớn, sau đó là sợi có đường kính nhỏ hơn. Nhờ những sợi này, với sự trợ giúp của vỏ trục, cố định ở đầu cáp, mà cáp được luồn qua ống (hình 7-3).



Hình 7-3. Sơ đồ luồn cáp vào giếng trong bờ

- 1- Phao chứa cáp; 2- Thuyền lặn; 3- Giếng trong bờ;
4- Ống kim loại; 5- Vỏ bằng sợi thép; 6- Dây để kéo cáp qua ống; 7- Cáp.

Để không làm tổn thương cáp, khi luồn ở lỗ vào của ống, thì nó phải được dẫn hướng bởi thợ lặn (dùng tay).

7-2. PHƯƠNG PHÁP ĐẶT CÁP

Cáp được đặt dưới nước, thường là trong đường hào được đào trước. Khi đó việc đặt cáp được thực hiện bằng cách luồn nó qua những vật cản dưới nước, hoặc hạ nó xuống dưới nước từ những phương tiện nổi.

Hiện nay, phương pháp phổ biến nhất là đặt cáp không có đường hào.

Khi bề rộng sông $\leq 500\text{m}$, thì người ta đưa cáp xuống nước bằng dây và tời, đặt ở bờ đối diện. Trong trường hợp đó, đầu tiên dây được kéo qua sông, một đầu của nó cố định vào tời, còn đầu kia buộc vào đầu cáp. Để tạo độ nổi cho dây, thì treo vào nó các phao tiêu, cách nhau 50m. Sau đó tháo dây cáp khỏi tang tời và treo nó vào phao ở mép nước, phao này có trọng tải phù hợp với trọng lượng cáp.

Khi hạ đến đáy, thì giải phóng cáp khỏi phao, bắt đầu từ giữa sông. Lúc đó thợ lặn làm nhiệm vụ theo dõi để đặt.

Trên những sông lớn, thì hợp lý hơn cả là đặt cáp từ phương tiện nổi. Muốn vậy, cáp được xả ra từ tang cuộn và được đặt dưới dạng số 8 trên phương tiện nổi (bán kính $\phi 15\phi$ cáp). Với cách đặt cáp như vậy, sẽ đảm bảo được việc hạ cáp tiếp theo xuống nước không bị gãy khúc.

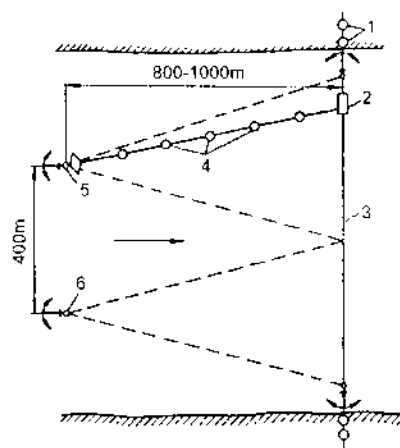
Từ trên phương tiện nổi, cáp được đặt bằng tay. Những công nhân, sử dụng những bộ kẹp chuyên dụng (hoặc không dùng chúng) chuyển cáp tới xuống, rồi đặt lên phao hoặc các

phương tiện nổi khác, và cuối cùng đưa đến cho thợ lặn. Nhờ ống dẫn hướng có bộ phận khuếch tán, người ta đã đặt cáp qua hồ nước rộng 8km. Cáp được lắp đặt số 8 trước trên hai sà lan. Ống đặt cáp dài 35m, bao gồm các đốt, nối với nhau bằng mặt bích. Đầu phía trên của ống liên kết khớp với sà lan. Việc kéo sà lan có đặt cáp và ống dẫn hướng được thực hiện bằng tàu kéo 600 mã lực. Việc sử dụng ống dẫn hướng, cho phép đảm bảo hướng chính xác của cáp, từ boong sà lan đến đất, giảm được đoạn vòng tự do của cáp ở đoạn giữa sà lan và đất, do vậy tránh cho vỏ chì của cáp không bị hư hỏng. Ngoài ra, việc sử dụng ống dẫn hướng cũng đảm bảo đặt cáp với tốc độ nhanh. Tốc độ đặt cáp thực tế trung bình đạt 1,1 m/s.

Tuy nhiên, để đặt cáp thì hợp lý hơn cả vẫn là sử dụng tang chứa cáp, đặt trực tiếp trên tàu, treo trước chúng ở trục đầu của nó tựa trên những trụ đỡ riêng. Sau đó đầu cáp từ tang cuốn được chuyển vào bờ để luồn vào trong ống, hay đặt vào đường hào, còn tàu di chuyển dọc tuyến cáp và theo mức độ di chuyển của nó cùng với sự trợ giúp của thợ lặn đặt cáp được xả ra từ tang cuốn xuống đáy đường hào.

Trong thời gian làm việc của tàu ở hồ nước, nơi không có dòng chảy (nước tĩnh), thì sự chuyển dịch của tàu được thực hiện nhờ tàu kéo.

Khi dòng chảy không lớn, và bề rộng sông cũng không lớn, thì di chuyển tàu theo dây kéo dọc tuyến cáp từ bờ này sang bờ kia. Những thao tác di chuyển tàu trên sông có dòng chảy lớn, được thực hiện phức tạp hơn. Trong trường hợp này phải kéo tàu nhờ neo hoặc dây làm việc theo nguyên tắc mềm (hình 7-4).



Hình 7-4. Đặt cáp từ phao, di chuyển theo nguyên tắc mềm

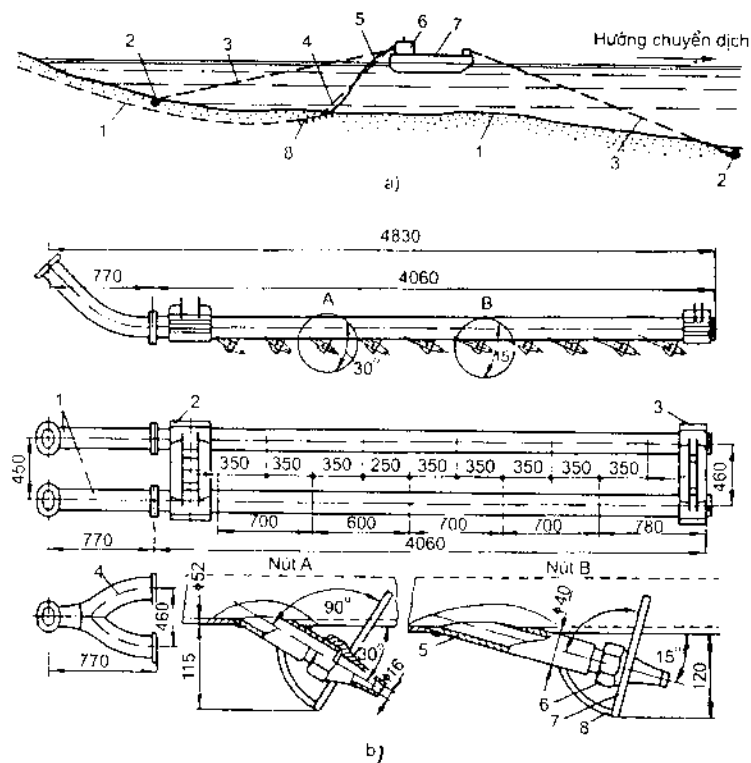
- 1- Cọc tiêu;
- 2- Phao;
- 3- Dây dẫn;
- 4- Phao tiêu;
- 5,6- Vị trí đầu và cuối của neo chính.

Trong trường hợp sau, tàu được giữ bằng dây, cố định vào neo chính, neo này được thả ở khoảng cách 600 ~ 1000m về phía thượng lưu của dòng chảy.

Để nâng cao hiệu suất công tác, hiện nay người ta áp dụng đặt cáp bằng phương pháp cơ giới hóa, không có đường hào đào sẵn, đảm bảo đồng thời thực hiện tất cả các thao tác (đào đường hào dưới nước, đặt cáp và lắp đường hào). Phương pháp này là tiến bộ nhất, nó được xem là phương pháp thuận tiện hơn cả.

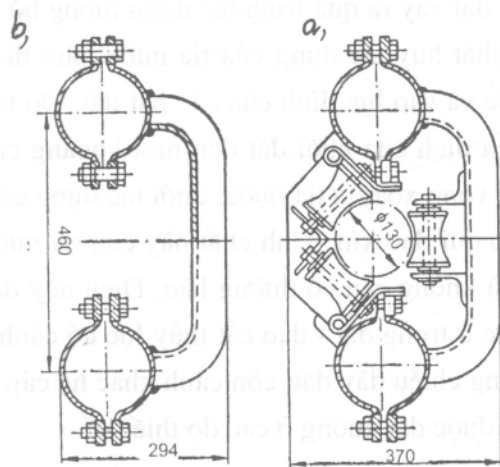
Khi đưa vào thiết bị phun nước, thì ở trong đất xảy ra quá trình tác dụng tương hỗ của các tia nước và môi trường xung quanh (đất). Sự phát huy tác dụng của tia nước, phụ thuộc vào vận tốc nước ban đầu, đường kính lỗ thoát nước và vào lực dính của các hạt đất. Do tác động này, có khả năng xảy ra 2 quá trình: sự chuyển dịch của khối đất đến một khoảng cách xác định; trạng thái lơ lửng của những hạt đất trong vòng xoáy ở tia nước, dưới tác dụng của nó sẽ phát sinh sự trao đổi thủy lực của khối đất theo quỹ đạo kín. Tính chất này của tia nước được lợi dụng để đặt cáp qua vật cản ở dưới nước mà không cần có đường hào. Điều này đạt được bằng cách chuyển dịch tịnh tiến thiết bị thủy lực ở trong đất - dao cắt thủy lực có cánh hướng theo phương chuyển động từ đó tạo tia nước trong chiều dày đất, còn cánh khác hạ cáp xuống. Theo mức độ chuyển dịch của dao thủy lực, cáp được đặt xuống ở cao độ thiết kế.

Để đặt cáp dưới nước, người ta sử dụng thiết bị xới nước thủy lực, bao gồm 2 ống thép phân bố song song, đường kính 152/6mm, dài 4m nối với nhau bằng liên kết ngang (hình 7-5, 7-6).



Hình 7-5. Đặt cáp nhờ máy đặt cáp thủy lực

- a- Sơ đồ máy đặt cáp: 1- Cáp; 2- Neo; 3- Dây trên; 4- Dây kéo; 5- Ống mềm;
6- Máy bơm có động cơ; 7- Phao; 8- Thiết bị cắt (dao thủy lực).
- b- Cấu tạo của thiết bị xới thủy lực: 1- Ống nối chuyển tiếp; 2- Đai đầu; 3- Đai cuối;
4- Khuỷu nối chuyển tiếp; 5- Ống nối; 6- Đầu chụp; 7- Đĩa chặn; 8- Tấm chắn bảo vệ.



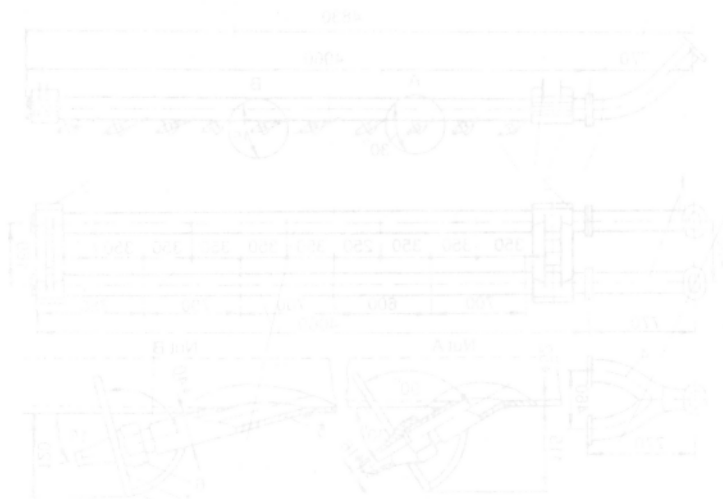
Hình 7-6. Đai của máy đặt cáp thủy lực

a- Đai đầu;

b- Đai cuối.

Ở mỗi ống, qua khoảng cách xác định, bố trí 5 vôi để xả nước cao áp. Ở một đầu ống có nắp đậy, còn ở đầu kia liên kết ống chuyển tiếp, hoặc khuỷu nối ống chuyển tiếp để cố định ống mềm đường kính 150mm, nối với thiết bị xói thủy lực có máy bơm kiểu động cơ.

Để đảm bảo sự hoạt động của thiết bị xói thủy lực, thì đưa vào trong ống nước cao áp xói đất trên chiều dài đủ để cáp võng đều và hạ đến độ sâu 1,5m. Độ chôn sâu của cáp bằng thiết bị cơ giới thủy lực thường được kiểm tra bằng thợ lặn.



Hình 7-5. Đai cáp nhỏ máy đặt cáp thủy lực

Chương VIII

PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN MỘT SỐ DẠNG CÔNG TÁC KỸ THUẬT Ở DƯỚI NƯỚC

8-1. THI CÔNG VÒNG VÂY VÀ TƯỜNG CỌC VÁN

Xây dựng vòng vây và tường cọc ván là một trong những công đoạn phổ biến trong quá trình xây dựng cầu và các công trình thủy lợi.

Vòng vây cọc ván cho phép thực hiện những công việc thi công công trình trong hố móng khô.

Người ta sử dụng vòng vây cọc ván gỗ khi chiều sâu hạ nó vào trong đất không lớn hơn 6m, với điều kiện là đất không có đá. Khi chiều sâu nước $\leq 3\text{m}$ thì dùng cọc ván gỗ dày 10cm, có xẻ rãnh và cắt mộng tam giác, khi chiều sâu nước lớn hơn 3m, thì dùng cọc ván bằng gỗ cây dày 24cm có mộng vuông. Để hạ cọc ván được thuận tiện, thì ghép chúng thành nhóm gồm 2 ~ 3 cọc ván, liên kết với nhau bằng đinh dũa.

Vòng vây bằng cọc ván thép được áp dụng khi chiều sâu hạ cọc ván vào trong đất lớn hơn 6m, hoặc khi phải hạ cọc vào trong đất cuội, sỏi hay đất sét chặt mà nếu dùng cọc ván gỗ thì không đóng được, hoặc khi thi công vòng vây ở chỗ có chiều sâu nước lớn hơn 3m. Mỗi nối của những cọc ván thép có mặt cắt khác nhau, và sự hình thành cọc ván thép ở góc được thực hiện bằng liên kết đỉnh tán, hoặc liên kết hàn chồng, dùng bản ốp dọc.

Thi công vòng vây cọc ván gồm 3 công đoạn, có quan hệ với nhau:

- *Đóng cọc ván thép*, đảm bảo đúng vị trí và cao độ thiết kế, đồng thời lắp hệ vành đai, khung chống, giữ cho tường cọc ván được ổn định và vững chắc. Thường thì khi thực hiện những công việc này không cần có sự tham gia của thợ lặn.

Khi đóng cọc ván thép, để ngăn ngừa những hòn lớn trong đất chồi vào khe nối giữa các cọc ván, thì ở đầu dưới của nó, nên bắt bulông, hoặc dùng kết cấu nút đặc biệt.

- *Chống thấm nước qua tường cọc ván*.

Để giảm lượng nước thấm qua vòng vây cọc ván, thì trước khi thi công đóng cọc ván, nên bôi mỡ vào rãnh nối cọc các thành phần mỡ chống thấm (xôlidôn, mazút, mặt cửa và đất sét).

Trong một số trường hợp, để loại trừ khả năng thấm nước qua vòng vây phải dùng đến thợ lặn. Trước tiên là chuẩn bị nền (thu dọn các chướng ngại, đá tảng v.v...), rồi lắp đặt khung dẫn hướng, chống nước thấm qua rãnh nối cọc ván và nước chảy vào trong vòng vây từ dưới chân cọc.

Để chống nước thấm qua rãnh nối giữa các cọc ván với nhau, có thể sử dụng thành phần hỗn hợp mặt cửa và bột xỉ sàng khô. Hỗn hợp của chất chống thấm nước được chất đầy vào thùng kim loại có thể tích không lớn lắm. Theo mức độ hút nước ra khỏi vòng vây, thợ lặn theo khẩu lệnh chỉ huy từ bên trên sẽ mang thùng chứa hỗn hợp chất chống thấm xuống chỗ rãnh (khóa) nối các cọc ván thép và đến cao độ đáy vòng vây. Sau khi mở thùng, mặt cửa và xỉ nổi lên trong nước và trôi vào lấp kín đường thấm ở khe nối cọc ván.

- Cắt cọc ván thép

Trong quá trình thi công vòng vây cọc ván thép thường phát sinh các trường hợp phải cắt cọc ván thép ở dưới nước. Cắt cọc ván thép ở vị trí thẳng đứng thì không gặp khó khăn gì đặc biệt, nhưng cắt ở vị trí nằm ngang thì phức tạp hơn, bởi tại khe nối, khi đóng cọc, bùn, cát nhét đầy làm gỉ cọc ván thép, mà chỗ đó thì không thể làm sạch được trước khi cắt. Vì thế khi cắt ở khe nối cọc ván thép cần tăng lượng cung cấp oxy.

Công việc cắt cọc ván thép ở dưới nước dễ gây nguy hiểm, nên trước khi tiến hành cắt, phần tử được cắt ra phải dùng dây cáp buộc chặt và dây này phải dẫn vào tời.

Khi thi công vòng vây cọc ván, thợ lặn cũng cần phải kiểm tra và xác định:

- Trị số độ lệch của đỉnh tường cọc ván so với trục đứng;
- Trạng thái của tường cọc ván trên toàn bộ chiều dài của nó (chỗ phình ra, lõm vào và khe hở giữa các cọc ván v.v...);
- Mức độ trôi đất qua khe hở của tường cọc ván.

8-2. THI CÔNG KẾT CẤU LỒNG CŨI

Kết cấu lồng cũi (hoặc thùng chụp) được tập kết trên mặt bằng đã san phẳng sơ bộ ở trong bờ, sau đó tiến hành lắp ráp đến chiều cao đầy đủ để sửa lắp, điều chỉnh mộng ghép ở vành và ở góc, rồi nhờ đường lăn và con lăn để hạ nó xuống nước, đặt trên phương tiện nổi (phao, sà lan), chờ đến vị trí lắp đặt và cố định bằng neo.

Chỗ đặt lồng cũi cần san phẳng trước bằng cách đào đất ở đáy sông, hoặc đổ đá rồi san phẳng (nếu đáy sông không bằng phẳng, hoặc có độ dốc lớn).

Người ta hạ lồng cũi bằng cách tăng cường các vành ở phía trên và chất đá gia tải cho nó.

Công việc của thợ lặn khi lắp đặt lồng cũi là đảm bảo kiểm tra vị trí chuẩn xác của lồng cũi trên nền và vị trí tương đối giữa các lồng cũi với nhau. Ngoài ra, thợ lặn còn phải kiểm tra sự tiếp xúc chặt của đáy lồng cũi với nền, cũng như kích thước của bờ bảo hộ và taluy. Nếu lồng cũi đã lắp dựng, sau khi hạ xuống nền có vị trí không chuẩn xác, thì thợ lặn sẽ xuống nước ở bên trong lồng cũi để bốc đá cho vào rọ thép đưa lên trên. Sau đó lồng cũi nổi lên một chút, và thợ lặn di chuyển trên mặt đất ở bên ngoài theo chu vi lồng cũi để tiếp tục theo dõi và điều chỉnh vị trí của nó.

Trường hợp cần phải đề phòng xói lở ở chân lồng cũi, thì thợ lặn làm nhiệm vụ xếp các bao tải cát, bao tải bê tông hoặc rải đá học ở bên ngoài lồng cũi theo chu vi của nó.

8-3. THI CÔNG MÓNG CỌC DƯỚI NƯỚC

Những công việc khi thi công trụ cọc gỗ ở dòng chủ bao gồm đóng cọc và thi công kết cấu phần trên của trụ.

Thường thì việc đóng cọc được thực hiện bằng búa máy, còn thi công các bộ phận khác của trụ thì dùng cần cẩu, hoặc bằng phương pháp thủ công kết hợp với sàn đạo làm khi đóng cọc.

Cọc đóng, được thợ lặn quan sát và chỉ rõ hướng sai lệch, đồng thời đo độ sai lệch đó, và đo khoảng cách giữa các cọc. Ngoài ra, đôi khi thợ lặn còn phải cắt cọc ở dưới nước, cắt mộng, lắp thanh chống xiên và những thanh giằng liên kết. Cọc được cắt theo đường đặt ở dưới nước nhờ thước đo. Đường cố định vào cọc bằng đinh đĩa hay bộ kẹp. Để cắt cọc, người ta dùng cưa tay hay cưa chạy khí ép.

Mộng cắt ở cọc để bắt thanh giằng (hình 8-1) và ngỗng (chốt ngầm). Ngỗng này liên kết trước vào cọc bằng đinh đĩa. Mặt phẳng dưới của mộng, thợ lặn cắt bằng cưa, còn mặt nghiêng cắt bằng rìu.

Để tạo độ cứng cho trụ, người ta cấu tạo hệ giằng chéo. Hệ giằng này gồm 2 vòng kẹp và thanh kéo. Vị trí của vòng kẹp dưới được định vị bằng cách đóng đinh đĩa vào cọc. Bằng cách tương tự, xác định được vị trí của vòng kẹp trên. Cả hai vòng kẹp này được nối với thanh kéo, chế tạo bằng thép tròn. Việc bố trí các thanh giằng kéo giao cắt chữ thập tạo cho bệ cọc có thể tiếp nhận tải trọng hông từ hai phía.

Khi bố trí thanh giằng kéo ở cọc đóng, nên dùng kết cấu tay đòn (hình 8-2).

Đôi khi có thể lắp thanh giằng chéo mà không cần đến thợ lặn. Muốn vậy phải cố định những vòng kẹp dưới của thanh giằng ở dưới nước vào cọc bằng bulông trước khi đóng cọc, còn những vòng kẹp trên, thì lắp ở trên mặt nước sau khi đóng cọc.

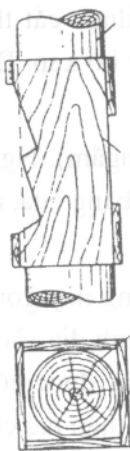
Khi đóng, cọc thường bị lệch ra khỏi tim trục thiết kế. Sai lệch vị trí lớn nhất của đỉnh cọc không được vượt quá $1/30$ chiều dài tự do của nó. Cọc bị xiên lệch quá trị số cho phép thì cần phải nhổ đi, hoặc cắt ở gần đáy sông cũng cho phép kéo cọc thẳng lại bằng cách dùng thanh chống, hay dùng dây kéo, tùy thuộc vào đặc trưng của sự xiên lệch và điều kiện cụ thể tại chỗ đóng cọc.

Việc nối cọc gỗ ở dưới nước được thực hiện trên toàn bộ tiết diện ngang của cọc bằng cách bố trí các vòng kẹp hay bản nối chữ T kết hợp với những tấm ốp bằng thép hoặc bằng gỗ. Cũng có khi người ta dùng ống nối. Khi đó yêu cầu phải điều chỉnh cho bề mặt tiếp xúc ở đầu cọc tốt để đảm bảo truyền lực đều.

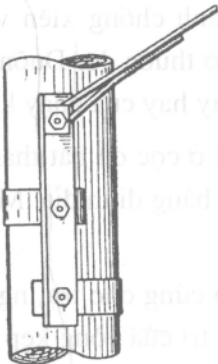
Việc đóng đỉnh, hay lắp đặt bulông vào lỗ khoan ở dưới nước chủ yếu do thợ lặn làm bằng tay. Đôi khi, cũng có thể thực hiện công việc này từ trên thuyền, hay trên các phương tiện nổi khác (xem hình 8-3). Thợ lặn đặt các chi tiết liên kết vào vị trí và nhẹ nhàng đóng nó bằng búa. Sau đó, đặt cọc đệm lên, kẹp chặt, rồi đóng cho đến khi đạt độ chối yêu cầu. Để cọc đệm không chệch ra khỏi liên kết, có thể dùng một đoạn ống ngắn (hình 8-3,a).

Việc đóng các chi tiết kim loại trong mặt phẳng thẳng đứng được thực hiện bằng quả búa treo kiểu con lắc, treo ở thuyền lặn (hình 8-3,b).

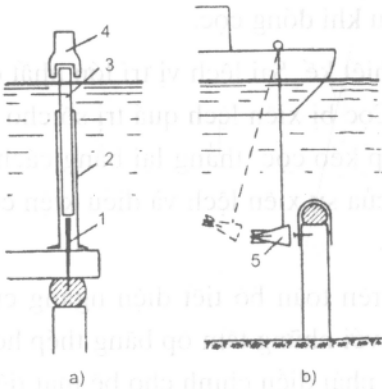
- Khi thi công công trình cọc thợ lặn cần phải xác định:
- Trị số sai lệch của cọc so với vị trí thẳng đứng;
 - Tình trạng và độ nghiêng của mái dốc ở bến hoặc mái dốc ở mố;
 - Tình trạng liên kết giữa các cọc với nhau ở dưới nước, độ chính xác của việc lắp đặt các bộ phận cố kết mức độ kỹ càng, cẩn thận của việc thi công các nút liên kết.



Hình 8-1. Cấu tạo mòng ở cọc theo dưỡng
 1- Cọc; 2- Dưỡng được đóng vào cọc bằng đinh.



Hình 8-2. Kết cấu kiểu đòn của dây kéo



Hình 8-3. Đóng những chi tiết bằng kim loại ở dưới nước

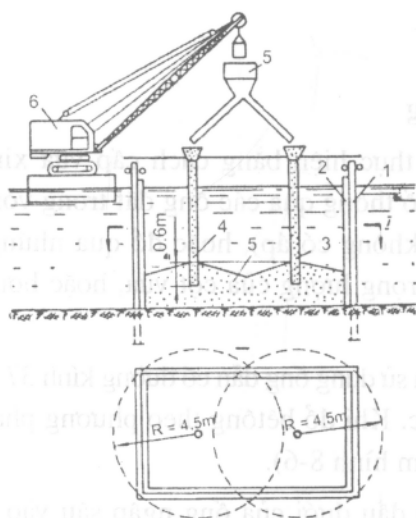
- a- Dùng cọc đệm có đầu nhô khỏi mặt nước; b- Dùng hệ thống treo, hạ xuống từ tàu (thuyền) của thợ lặn;
 1- Đinh; 2- Đoạn ống; 3- Cọc đệm;
 4- Chụp đầu cọc để đóng bằng búa hơi ép; 5- Quả búa treo.

8-4. ĐỔ BÊTÔNG DƯỚI NƯỚC

Việc đổ bê tông dưới nước được thực hiện bằng phương pháp ống dẫn thẳng đứng và phương pháp vữa dâng.

8-4-1. Đổ bê tông dưới nước bằng phương pháp ống dẫn thẳng đứng

Thực chất của việc đổ bê tông dưới nước bằng phương pháp dùng ống dẫn di chuyển theo phương thẳng đứng là cấp hỗn hợp bê tông liên tục, theo ống dẫn xuyên qua nước cắm vào trong hỗn hợp bê tông ở đáy hố móng để loại trừ vữa xi măng bị trôi đi. Chỉ có lớp trên cùng của phần hỗn hợp bê tông đổ đầu tiên là tiếp xúc với nước; toàn bộ khối lượng còn lại của hỗn hợp bê tông, xả ra qua đầu dưới của ống dẫn được lớp bê tông bên trên bảo vệ, không tiếp xúc với nước. Việc đổ bê tông dưới nước bằng phương pháp dùng ống dẫn thẳng đứng có thể tiến hành với chiều sâu nước đến 50m, và chiều dày lớp đổ bê tông $\nless 1,0\text{m}$. Yêu cầu đường kính của ống dẫn bê tông phải $\nless 200\text{mm}$. Trong quá trình đổ bê tông đầu dưới của ống dẫn phải điều chỉnh sao cho luôn luôn ngập vào trong hỗn hợp bê tông (xem hình 8-4)



Hình 8-4. Sơ đồ đổ bê tông bằng phương pháp ống dẫn thẳng đứng

1- Vòng vây cọc ván;

2- Ván khuôn;

3- Ống dẫn bê tông;

4- Hỗn hợp bê tông mới đổ;

5- Phễu nạp bê tông;

6- Cản cầu nổi.

Để hỗn hợp bê tông nhồi ruốt cọc ống, hoặc đổ bê tông cọc khoan nhồi, có mở rộng đáy, thường dùng ống dẫn đặt ở tâm cọc.

Để đổ bê tông tầng đệm ngăn nước trong hố móng, thì số ống dẫn được xác định phụ thuộc vào kích thước và hình dạng của tầng đệm ngăn nước sao cho toàn bộ diện tích hố móng được phủ bởi vùng tác dụng của ống dẫn.

Bán kính tác dụng của ống dẫn đổ bê tông dưới nước được xác định bởi cường độ đổ bê tông và tính chất của hỗn hợp bê tông, theo công thức:

$$R = 6k.I$$

Trong đó:

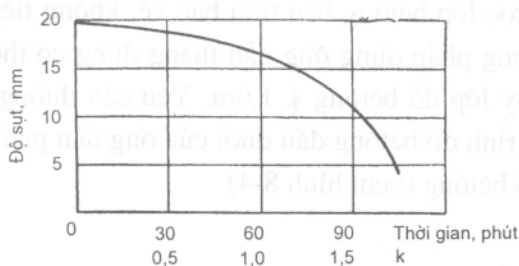
r - Bán kính tác dụng của ống dẫn, m;

k- Chỉ số bảo toàn độ linh động của hỗn hợp bê tông, giờ, xác định theo sơ đồ trên hình 8-5;

I- Cường độ đổ bê tông (lấy vào khoảng $0,4 \div 0,5\text{m}^3/\text{m}^2\text{-giờ}$).

Tỷ lệ thành phần của hỗn hợp bê tông đổ dưới nước được thiết kế phù hợp với những yêu cầu xuất phát từ điều kiện về tính dễ đổ và cường độ cần thiết của bê tông đối với công trình.

Khi chọn thành phần của hỗn hợp bê tông đổ dưới nước, thì cường độ của nó được lấy cao hơn cường độ thiết kế 10%.



Hình 8-5. Đường cong độ linh động của hỗn hợp bê tông để xác định chỉ tiêu k

8-4-2. Đổ bê tông bằng phương pháp vữa dâng

Đổ bê tông bằng phương pháp vữa dâng được thực hiện bằng cách cấp vữa xi măng vào trong các khối cốt liệu lớn đã đổ trước. Vữa được đổ thông qua các ống đặt trong vòng vây hố móng để có thể nâng, hạ chúng tự do (đổ bê tông không có áp), hoặc đổ qua những ống đặt trong cốt liệu lớn để sử dụng hoàn toàn áp lực do trọng lượng của cột vữa, hoặc bơm vữa (đổ bê tông có áp).

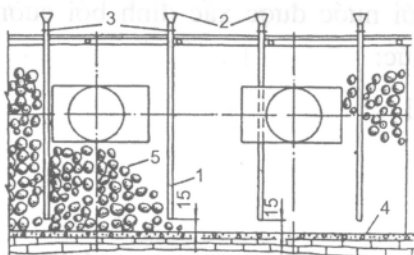
Để đổ bê tông bằng phương pháp vữa dâng, người ta sử dụng ống dẫn có đường kính 37 ~ 100mm. Trên đầu ống đặt một phễu cứng để cấp vữa liên tục. Khi đổ bê tông theo phương pháp này thì đầu dưới của ống dẫn để cách mặt nền một chút (xem hình 8-6).

Trong quá trình đổ vữa, cần phải đảm bảo cho đầu dưới của ống ngập sâu vào trong lớp vữa đã đổ $\nless 0,8m$.

Để làm cốt liệu thô cho hỗn hợp bê tông đổ dưới nước, ta sử dụng đá học có kích thước 150 ÷ 400mm, còn đối với bê tông dưới nước mác ≥ 150 , thì dùng đá dăm, có cỡ hạt 40 ~ 150mm với thể tích lỗ rỗng lớn hơn 45%.

Vữa xi măng cần phải có độ linh động đảm bảo cho nó chảy tự do vào trong cốt liệu.

Bán kính tác dụng của ống dẫn lấy $\nless 3m$, khi đổ đá học, và $\nless 2m$ khi đổ đá dăm.



Hình 8-6. Sơ đồ đổ bê tông dưới nước bằng phương pháp vữa dâng

- 1- Ống $\phi = 50 \sim 75mm$ để cấp vữa;
- 2- Phễu nạp vữa;
- 3- Vòng kẹp ống;
- 4- Lớp đệm đá dăm dày 10cm;
- 5- Đá học đổ thành đồng.

8-5. PHUN VỮA XIMĂNG

Khối xây của trụ có vết nứt và lỗ rỗng thì cần phải trám ximăng bằng cách ép (bơm) vữa phun và phụ gia của nó vào những lỗ khoan trong khối xây.

Vị trí và kích thước của các lỗ phun, thứ tự phun chúng, thành phần của vữa phun và chế độ phun cần phải chỉ rõ trong thiết kế.

Để đánh giá sơ bộ độ chuẩn xác của tài liệu thiết kế, người ta khoan và thí nghiệm lượng hút nước riêng với số lỗ khoan $\leq 10\%$ tổng số lỗ khoan dự kiến. Trên cơ sở kết quả của những thí nghiệm này, sẽ chọn thành phần vữa, khoảng cách giữa các lỗ khoan và áp lực lớn nhất khi phun vữa.

Độ hút nước riêng được biểu thị bằng lượng nước hút ra khỏi lỗ khoan trong một phút, và xác định theo công thức:

$$v = \frac{V}{l.p}$$

Trong đó:

v- Lượng hút nước riêng, l/ph;

V- Lượng hút nước đầy đủ theo thực tế, l/ph;

l- Chiều sâu lỗ khoan khi thí nghiệm, m;

p- Áp lực, m cột nước.

Thành phần kiến nghị của vữa và áp lực phun để trám ximăng khối xây của trụ cầu cho trong bảng 8-1.

Bảng 8-1. Thành phần vữa và áp lực dùng khi phun vữa ximăng

Độ nứt của khối xây	Lượng hút nước riêng l/ph	Thành phần vữa theo trọng lượng				Khoảng cách giữa các lỗ khoan, m	Áp lực atm, ở vùng		
		Ximăng	Nước	Phụ gia			Thấm ướt bởi nước	Thấm ướt tạm thời	Thấm ướt thường xuyên
				Bã rượu sunfit	Xà phòng naptenic				
Lớn	5-10	1	4	0,0025	-	1,5-2	5	6	7
Vừa	1-5	1	5	0,0025	-	1,2-1,5	6	8	9
Nhỏ	1	1	8	-	0,001	1-1,2	8	8	11

Chú thích: 1. Đối với khối xây có vết nứt trung bình, lẽ ra dùng phụ gia là bã rượu sunfit, thì có thể dùng 0,001 xà phòng naptenic;

2. Khi lượng hút nước của khối xây lớn hơn 10l/ph, thì để phun cần dùng vữa ximăng - cát to có thành phần tỉ lệ 1:1 hoặc 1:2.

Những lỗ khoan bố trí theo thứ tự ô cờ (khi có ốp mặt bằng đá thì khoan lỗ ở khe nối giữa các phiến đá ốp) khoan chúng từ trên xuống dưới, xiên một góc 15° so với phương nằm ngang, ở mặt bên của trụ, và khoan thẳng đứng trên bề mặt nằm ngang của trụ.

Trước khi phụt vữa xi măng phải tiến hành xối rửa lỗ khoan bằng nước cao áp với áp lực 2atm cho đến khi nước chảy từ trong lỗ khoan ra không còn đục bẩn, sau đó thổi khí nén cũng với áp lực 2atm trong vòng 10 ~ 15 phút.

Người ta cắm đầu ống bơm vữa vào lỗ khoan, đầu ống quấn chặt xơ gai trên toàn bộ chiều dài ngâm nó trong lỗ khoan. Ống được cắm vào lỗ khoan, cách đầu mút của lỗ 5 ~ 10cm.

Việc bơm vữa được tiến hành liên tục, bắt đầu từ những lỗ khoan ở dưới, khi bố trí chúng ở mặt bên trụ, hoặc từ lỗ khoan trung tâm đối với các lỗ khoan ở vị trí thẳng đứng. Đầu tiên bơm vữa phun với áp lực 0,5atm, rồi tăng dần đến áp lực cho phép.

Nếu thấy xuất hiện nước tiết ra qua khe và vết nứt đã trám, hoặc qua xơ gai quấn ở đầu của những ống cắm vào các lỗ bên cạnh thì chứng tỏ sự chảy đúng của quá trình phụt vữa xi măng.

8-6. LÀM SẠCH VÀ SƠN DƯỚI NƯỚC

8-6-1. Làm sạch bề mặt ở dưới nước

Phương pháp làm sạch các bề mặt ở dưới nước có nhiều dạng khác nhau.

Những phương pháp cơ bản để làm sạch là: cơ giới hóa, dùng lửa và phương pháp thủ công (dùng nạo, bàn chải sắt). Đối với bề mặt gỗ thì dùng chổi bằng rong biển hoặc bằng rơm.

Đối với những phương tiện nổi ở dưới nước, thì việc làm sạch bề mặt kim loại của chúng cần phải tiến hành tại khu vực bến sạch, không nhiễm bẩn và có dầu mỡ.

Để làm bong lớp sơn cũ và gỉ sắt bám chặt bằng phương pháp cơ giới hóa trong điều kiện ở dưới nước, người ta sử dụng búa hơi ép có cấu tạo đặc biệt và đối với việc làm sạch bề mặt kim loại, thì những máy hơi ép cho phép tăng năng suất lao động của thợ lặn lên 5 ~ 8 lần.

Phương pháp dùng lửa được thực hiện nhờ ngọn lửa của mỏ hàn hơi và mỏ đốt xăng - ôxy.

8-6-2. Sơn dưới nước

Khó khăn chính của việc sơn dưới nước là đẩy nước ra khỏi bề mặt của màng sơn. Phương pháp sơn ly tâm ở dưới nước, cho phép sơn bề mặt thành những màng mỏng và chắc.

Thực chất của phương pháp sơn ly tâm là phân bố đều và miết sơn bằng đĩa công tác xóp, quay được nhờ động cơ chạy hơi ép. Sơn rơi xuống dưới áp lực qua lỗ trung tâm ở đĩa, và do tác dụng của lực ly tâm khi quay đĩa, nó được phân bố và miết lên bề mặt kim loại. Năng suất khi sơn ly tâm với loại sơn than đá là $27\text{m}^2/\text{giờ}$, còn đối với sơn màu etinon là $16 \sim 20\text{m}^2/\text{giờ}$.

Chỉ có sơn màu etinon và sơn than đá loại A là thích hợp để sơn dưới nước. Sơn etinon dưới nước, phụ thuộc vào điều kiện khác nhau, sẽ khô lại sau 18 ~ 24 giờ, còn sơn than đá thì khô lại sau 24 ~ 32 giờ.

Khi quét sơn nhiều lớp, để phân biệt các lớp, người ta cho thêm bột màu vào sơn. Các lớp phủ chồng lên nhau, một lớp có bột màu, lớp khác không có.

8-7. THU DỌN LÒNG SÔNG

8-7-1. Thu dọn các kết cấu kim loại, bê tông và BTCT

Khi thu dọn những kết cấu kim loại và kết cấu bê tông cốt thép thì chúng đều được chia nhỏ thành những phần, thuận tiện cho việc lấy lên và chuyển đi.

Việc chia nhỏ những kết cấu kim loại ở dưới nước được thực hiện bằng cắt hơi, cắt điện và cắt bằng điện-ôxy.

Đôi khi, việc cắt nhỏ các tàu ở vũng sông và dàn thép của cầu bằng phương pháp hỗn hợp gồm cắt bằng lửa kết hợp với phá nổ là hợp lý. Trong trường hợp đó, việc phá nổ các bộ phận dưới nước bằng phương pháp nổ mìn chiếm khối lượng lao động lớn nhất.

Khi tiến hành công tác phân nhỏ kết cấu kim loại, cần chú ý chuẩn bị chỗ cắt, bởi vì cắt không đúng sẽ gây nên sự ngàm chặt của phần cắt và việc kéo nó lên sẽ phức tạp, kết quả là công tác thu dọn không đảm bảo chất lượng, làm giảm hiệu suất cắt.

Khi chia nhỏ kết cấu kim loại cần xét đến trường hợp cắt ra bị sập đổ đột ngột và có thể dẽ vào thợ lặn. Vì thế khi cắt kết cấu phải có biện pháp neo giữ nó trong thời gian thợ lặn làm việc. Khi cắt, cần phải đánh dấu chiều dài tối thiểu theo chiều dày nhỏ nhất của kim loại. Nếu phải tiến hành cắt ở tất cả các vị trí, thì thợ lặn bắt đầu thực hiện cắt ở vị trí trên cao, tiếp theo ở vị trí thẳng đứng, rồi cuối cùng cắt ở vị trí dưới thấp. Để theo đúng đường cắt khi khó nhìn, thì nên sử dụng đường dẫn hướng bằng gỗ.

Khi không xuống được chỗ cắt, thì có thể kiểm tra bằng thước thăm đo, hoặc chiếu sáng đường cắt bằng đèn chiếu sáng dưới nước từ phía đối diện.

Việc phân nhỏ các phương tiện nổi là công việc phức tạp hơn so với việc phân nhỏ các kết cấu cầu.

Đặc điểm kết cấu của các phương tiện nổi là số chủng loại thép hình khác nhau lớn, và trong tổ hợp mặt cắt của chúng có tấm vỏ bao bọc, gây khó khăn cho việc cắt kim loại.

Để thuận tiện, người ta khoét lỗ trước để luồn dây cắt vào bên trong kết cấu.

Trình tự cắt cần phải đảm bảo khả năng phân nhỏ kết cấu, như thế nào đó để những phần riêng biệt của kết cấu có thể đưa lên trên mặt nước một cách dễ dàng.

Khi cắt bằng điện - ôxy, hỗn hợp khí thoát ra dễ gây nổ nguy hiểm. Vì vậy khi làm việc ở trong những khoang kín, cần phải giải quyết thông gió. Muốn vậy, ở phía trên của những khoang nằm ngang, phải khoét lỗ đưa ống mềm cấp không khí vào, hoặc đẩy hỗn hợp khí thải ra.

Thu dọn những kết cấu bê tông cốt thép là khối lượng công việc lớn nhất khi thanh thải lòng sông. Thường thì chúng được cắt nhỏ bằng phương pháp phá nổ.

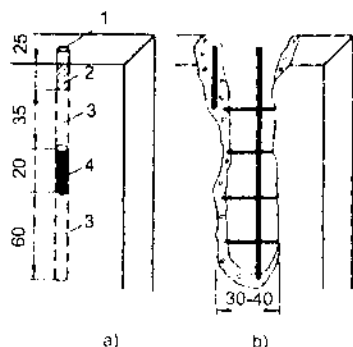
Vì bê tông cốt thép không phải là vật liệu đồng nhất, nên khi cắt phá kết cấu bê tông cốt thép ở dưới nước, thì trước tiên cho nổ mìn để phá vỡ bê tông, sau đó mới cắt cốt thép.

Đôi khi, dùng những lượng thuốc nổ nhỏ để phá vỡ kết cấu bê tông cốt thép lại là hợp lý. Khi đó, những mảnh đá dăm vỡ vụn ra sẽ lắng xuống đáy sông, và người ta chỉ lấy từ dưới

nước lên những khung cốt thép. Phương pháp này thích hợp với hàng loạt công trình, mà ở đó cần phải thu dọn lòng sông.

Xác định biện pháp đập phá bê tông, phụ thuộc vào kết cấu của bộ phận bê tông cốt thép cần phá hoại và loại thuốc nổ. Thường thì hầu như người ta áp dụng phương pháp mìn đắp, bởi vì phương pháp này đơn giản nhất.

Khi mà bộ phận kết cấu có phần nhô lên khỏi mặt nước và trong điều kiện thi công cần phải hạn chế trọng lượng thuốc nổ, thì hợp lý hơn cả là nạp mìn lỗ đơn. Khi tiến hành nổ mìn theo phương pháp này, thì lượng thuốc nổ không lớn lắm, được đặt vào lỗ sao cho ở phía trên và phía dưới nó có khoảng trống và miệng lỗ có nút bịt kín (hình 8-7).



Hình 8-7. Phá tường bê tông cốt thép bằng nạp mìn lỗ đơn

a- Sơ đồ nạp mìn;

b- Lỗ trống sau khi nổ;

1- Lỗ mìn nhỏ;

2- Nút mìn;

3- Khoảng trống;

4- Thuốc mìn.

Khi thuốc mìn nổ, nhiệt độ và áp lực bên trong lỗ mìn rất cao, dẫn đến phá hoại bê tông trên toàn bộ chiều dài lỗ khoan. Nạp mìn có khoảng trống cho phép giảm được đáng kể lượng chi phí thuốc nổ.

Một trong những công đoạn của việc thu dọn lòng sông là nhấc những khối bê tông hay kết cấu kim loại bị cắt nhỏ ra lên khỏi mặt nước. Công đoạn này có thể thực hiện bằng những phương pháp khác nhau và với những phương tiện khác nhau.

Đôi khi trong những điều kiện đặc biệt (thu dọn lòng sông ở gần bờ, hay ở chỗ chật hẹp v.v...) người ta lại áp dụng phương pháp đơn giản nhất là nhấc những mảng bê tông vỡ hay kim loại lên khỏi mặt nước bằng những bộ kẹp chuyên dụng có răng. Sức nâng tải của những bộ kẹp này là 30 ~ 40T. Tuy nhiên sử dụng những bộ kẹp này cũng có nhược điểm là làm mất tính cơ động. Hiện nay, những thiết bị kẹp như thế được trang bị ở trên sà lan hay trên phương tiện nổi ghép bằng phao, xem chúng như dạng đơn giản nhất của cần cẩu nổi.

Những cần cẩu kiểu HK-10/5 là những cần cẩu nổi hoàn thiện hơn. Chúng bao gồm hệ phao, trên đó đặt khung đỡ, cần nâng tải, và tời điện, tời tay.

Ưu điểm của cần cẩu HK-10/5 là ở khả năng tháo lắp nhanh, chuyên chở cầu ở dạng tháo rời theo đường sắt hay đường bộ, và có tính cơ động cao ở trên nước.

Để vớt các kết cấu kim loại từ dưới nước lên cũng có thể sử dụng cần cẩu xích hoặc cần cẩu ô tô di động đặt trên các phương tiện nổi ghép bằng phao. Để ghép thành hệ nổi, người ta dùng các phao đơn, có khung cứng bằng kim loại, được bọc kín bằng thép tấm. Mối nối liên kết các phao được thực hiện bằng 3 loại bản nối, và 3 loại bulông có đường kính $d = 27\text{mm}$,

chúng chỉ khác nhau về chiều dài, số lượng bulông được xác định bằng tính toán, phụ thuộc vào kết cấu lắp ghép các phao và vào tải trọng tác dụng.

Những đặc trưng kỹ thuật của phao, nêu trong bảng 8-2, còn lực cho phép trên phao và ở mối nối cho trong bảng 8-3.

Bảng 8-2. Những đặc trưng kỹ thuật của phao KC-Y và KC-3

Tên các chỉ tiêu	Đơn vị tính	Phao	
		KC-Y	KC-3
Kích thước:			
- Dài	m	7,2	7,2
- Rộng	"	3,6	3,6
- Cao	"	1,8	1,8
Trọng lượng phao	T	7,2	5,9
Lượng choán nước	m ³	45	45
Độ chìm do trọng lượng bản thân	m	0,3	0,25
Trọng tải ứng với mạn khô 50cm	T	26	27
Tải trọng cho phép:			
- Phân bố đều tại các nút của sườn mạn	T/m ²	30	25
- Tại các nút của sườn ngang (cong gang) ở điểm giao với vách dọc	"	36	37
- Tại điểm bất kỳ của sườn ngang	"	-	2
- Tại nút của khung sườn dọc ở đầu phao	"	-	21

Bảng 8-3. Mômen uốn và lực cắt cho phép đối với hệ phao lắp bằng phao KC-3

Điều kiện làm việc của hệ phao	Lực cho phép			
	Ở phao		Ở mối nối của phao	
	M, T.m	Q, T	M, T.m	Q, T
- Uốn phao trong mặt phẳng của mạn, khi chiều cao của hệ phao là 1,8m	417	112	420	112
- Uốn phao trong mặt phẳng đầu phao	140	96	140	96
- Uốn trong mặt phẳng của boong phao, khi chiều cao của hệ phao là 3,6m	480	168	470	168
- Uốn trong mặt phẳng đầu phao	610	192	610	192

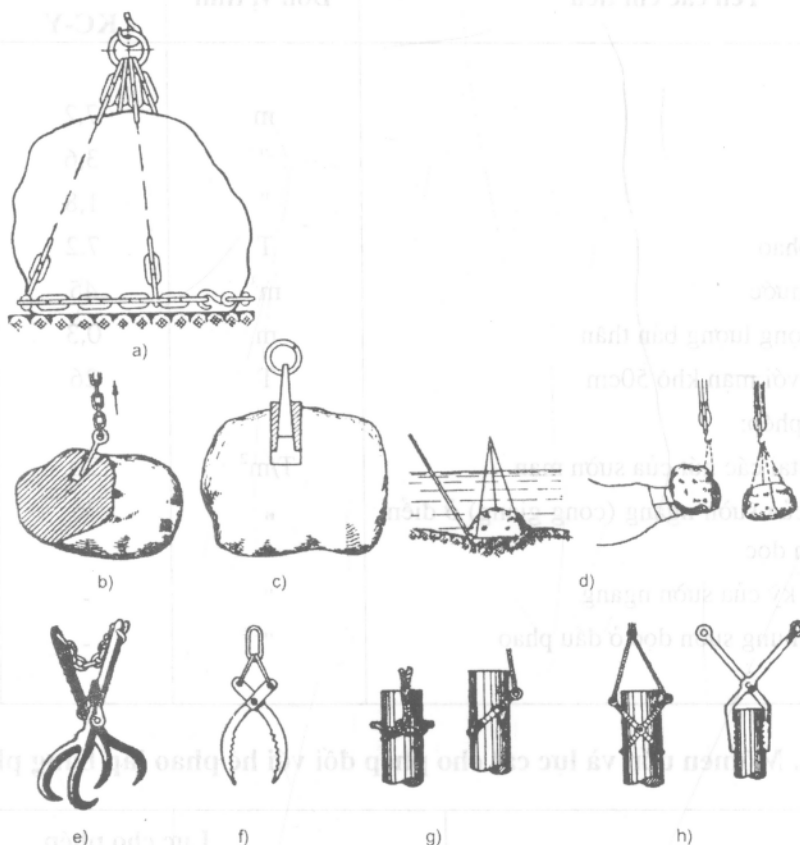
Chú thích: Trị số của M ứng với khi Q = 0 và trị số của Q ứng với khi M = 0.

Trong trường hợp thu dọn lòng sông dưới cầu đang khai thác, mà không có cần cầu, thì

cũng có thể cho phép dùng hệ palăng cố kết cấu vào kết cấu nhịp của cầu để kéo các mảnh kim loại và các vật nặng khác lên. Việc sử dụng kết cấu dàn cầu để kéo các vật nặng lên khỏi mặt nước chỉ có thể được thực hiện sau khi đã tính toán, kiểm tra khả năng chịu lực của kết cấu cầu về độ bền.

8-7-2. Thu dọn đá hòn và đá tảng

Việc treo buộc và lấy từ dưới nước lên những hòn đá lớn và đá tảng, có thể thực hiện bằng dây xích (hình 8-8,a)



Hình 8-8. Treo buộc những vật khác nhau ở dưới nước

a- Bằng xích; b- Bằng đinh có vấu; c- Bằng nêm; d- Bằng lưới; e- Bằng móc;
 f- Bằng bộ gấp; g- Bằng dây cáp và bộ kẹp; h- Bằng bộ kẹp -gấp.

Hệ dây treo buộc bằng xích bao gồm: Những vòng xích, móc treo, 4 nhánh dây xích và vòng đỡ vật cũng bằng dây xích. Khi treo buộc, thì xích vòng luồn xuống phía dưới hòn đá, còn móc thì cố định ở vòng treo của 4 nhánh xích.

Khi phải lấy những hòn đá riêng lẻ ra khỏi lòng cột ống, khi mà ở phía dưới hòn đá không thể luồn dây treo buộc được, thì người ta khoan vào hòn đá một lỗ đến chiều sâu 10 ~ 15cm với tính toán như thế nào đó để nó không đi qua trọng tâm của hòn đá. Sau đó cắm vào lỗ

khoan một chiếc đinh vấu, khi nâng hòn đá lên thì đinh vấu sẽ ép chặt vào mặt bên của lỗ khoan. Phương pháp này đảm bảo ngàm móc hòn đá hoàn toàn chắc chắn (hình 8-8,b, c).

Cũng có thể lấy những hòn đá riêng lẻ, có trọng lượng 100 ~ 200kg lên khỏi mặt nước nhờ lưới đan bằng dây thép (hình 8-8,d).

Việc thu dọn những vật thể nhỏ, có thể thực hiện bằng những bộ móc (hình 8-8,e) hoặc bộ gắp (hình 8-8,f).

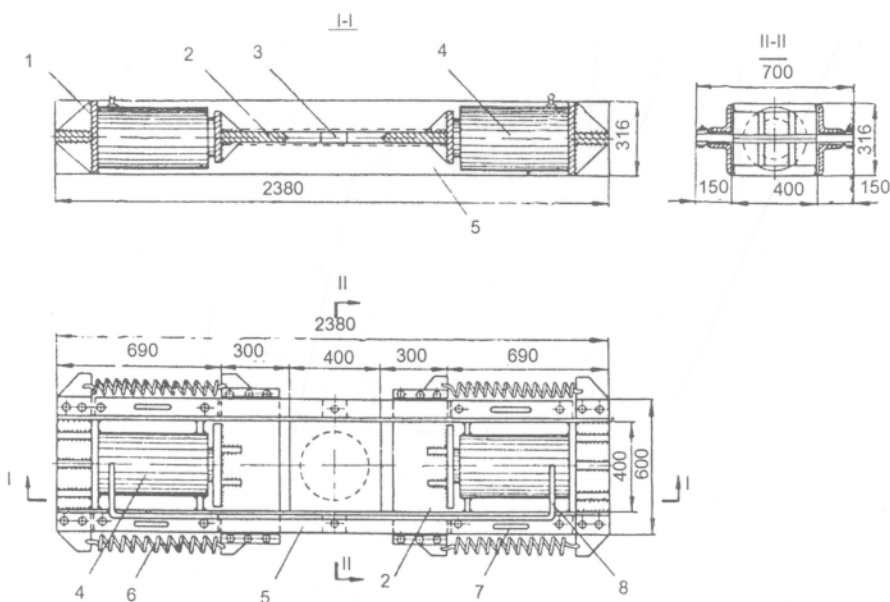
8-7-3. Thu dọn cọc gỗ

Người ta thu dọn cọc ở dưới nước bằng các phương pháp nhỏ (hình 8-8, g, h), cưa, xói, đào.

Thường thì dùng cần cẩu nổi để nhổ cọc. Do lực nhổ cọc, đặc biệt ở giai đoạn bắt đầu nhổ, yêu cầu khá lớn, nên sức nâng của cần nổi cần phải không thấp dưới 20 ~ 40T. Vì công tác nhổ cọc dễ gây nguy hiểm, nên cần phải bố trí những công nhân nhiều kinh nghiệm và có tác phong làm việc cẩn thận thực hiện công tác này. Công việc buộc đầu cọc ở dưới nước sẽ do thợ lặn đảm nhiệm.

Để nhổ cọc và cọc ván thép cũng có thể sử dụng những máy nhổ cọc chuyên dụng (MIII-2), hoặc búa song động, treo vào đầu cần cẩu nổi, hay vào giá đặt trên phương tiện nổi.

Thường có thể hạn chế việc nhổ cọc bằng cách cắt hay cưa cọc ở cao độ đáy sông. Khi cưa cọc ở dưới nước thì thợ lặn thường dùng cưa tay. Thuận tiện hơn thì dùng máy cắt cọc (hình 8-9). Máy cắt này là khung kim loại vuông góc. Trên đó cố định hai kích thủy lực kiểu ống lồng, trọng tải 40 ~ 20T.



Hình 8-9. Máy cắt cọc dưới nước

1- Bản tựa (gối); 2- Dao cắt; 3- Bộ phận không chế; 4- Kích ống lồng 40/20T;

5- Khung; 6- Lò xo; 7- Vòng quay để treo buộc; 8- Ống dẫn.

Dao cắt cố định với pittông kích. Khi làm việc, những lưới dao này chuyển động theo

nguyên lý của máy cắt tôn, nghĩa là tiến về phía của nhau trong phương riêng. Kích hoạt động do ép chất lỏng (dầu biến thể) thông qua máy bơm, máy bơm này là máy bơm nhiên liệu áp lực cao, đến 120atm, làm việc nhờ mô-tơ điện, công suất 1kw và số vòng quay là 1450v/ph.

Công tác cắt cọc được tiến hành như sau: máy cắt cọc được treo ở dây công tác của cần dài có sức nâng tải không lớn lắm của cần cầu nổi. Máy bơm với mô-tơ điện được bố trí ở sàn công tác của cầu. Những ống kim loại nối khớp được dẫn từ máy bơm đến kích.

Máy cắt cọc chụp vào thân cọc và được hạ đến đáy sông. Chạy mô-tơ, truyền động cho máy bơm cao áp hoạt động, ép nhiên liệu lỏng vào kích. Chất lỏng được cung cấp cho đến khi dao cắt cố định ở pittông kích không hoạt động nữa. Cọc cắt xong sẽ tự nổi lên trên mặt nước, hoặc phải dùng cần cầu nhắc lên.

Sau đó, van ở máy bơm chuyển mạch, và van ở ống được mở ra, theo đó nhiên liệu lỏng chảy vào thùng chứa, và nhờ lò xo đặc biệt, pittông kích trở về vị trí ban đầu.

Thời gian cắt một cọc gỗ, đường kính 30cm là 2,5 ~ 3phút. Số công nhân phục vụ là 2 người, 2 người này làm việc ở cần cầu.

Chương IX

NHỮNG CÔNG VIỆC DƯỚI NƯỚC KHI XÂY DỰNG VÀ KHAI THÁC CÁC CÔNG TRÌNH THỦY LỢI

9-1. LẮP ĐẶT CÁC KHỐI XÂY

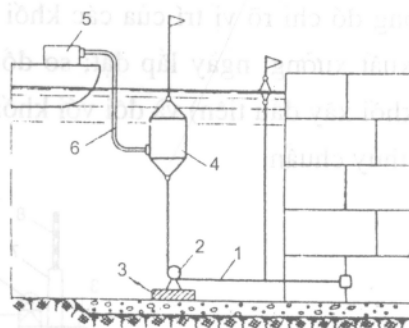
Những tường chắn và tường bến được xây dựng từ những khối xây là đơn giản nhất, và do đó thường dùng nhất.

Những khối bê tông được chế tạo ở trên bờ, rồi dùng cần cẩu nhấc lên và đặt thành hàng theo qui định, mà không sử dụng vữa ở khe nối. Trọng lượng của các khối riêng biệt có thể đạt tới 50 ~ 100T.

Trước khi đặt các khối xây của hàng đầu tiên, thợ lặn phải tiến hành xem xét, kiểm tra kích thước và nền của nó. Nếu nền bị xói lở, hay đọng bùn, thì thợ lặn phải làm sạch bùn bằng xối nước, sau đó san bằng mặt nền, rồi đặt các khối xây sát vào nhau. Phải lập văn bản kiểm tra, nghiệm thu nền để đặt các khối xây và chỗ đặt các khối xây được đánh dấu bằng phao tiêu.

Khối thứ nhất đặt ở góc hay ở trung tâm tường hoặc ở đầu tường. Muốn vậy, cần cẩu nhấc khối xây, được buộc vào phao tiêu, rồi hạ xuống nước với tính toán như thế nào đó, để khối xây còn cách mặt nền một khoảng cách $\approx 25\text{cm}$. Sau đó, thợ lặn xuống nước kiểm tra vị trí của khối xây đối với chỗ đặt nó. Những kết quả kiểm tra của thợ lặn, được truyền đạt tới những người ở trên mặt nước qua telephone. Việc hạ khối xây cuối cùng xuống nền, chỉ được tiến hành theo hiệu lệnh của thợ lặn, thợ lặn dùng xà beng để điều chỉnh khối xây này vào vị trí thiết kế.

Người ta tiến hành định vị tuyến đáy của hàng khối xây đầu tiên ở dưới nước dựa vào cọc bê tông cốt thép dài, dầm chữ U. Nhưng tốt hơn cả là dùng dulong chuyên dụng (hình 9-1). Bằng việc sử dụng bộ dulong này, có thể thực hiện cùng một lúc định vị 3 hàng khối xây trên phân đoạn dài $\leq 50\text{m}$ với độ chính xác lớn.



**Hình 9-1. Dulong để đặt các khối xây
dưới nước**

- 1- Dây dẫn hướng; 2- Trục lặn;
- 3- Bản thép; 4- Phao tiêu;
- 5- Máy hơi ép; 6- Sà lan

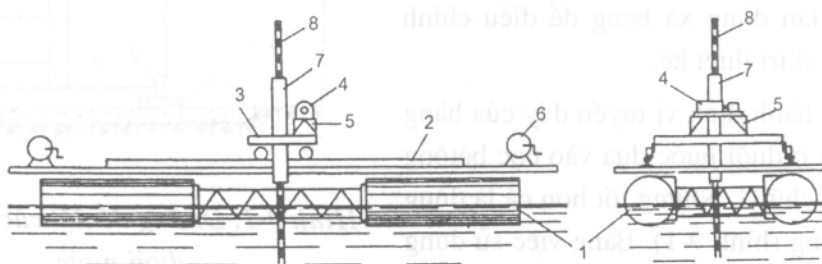
Khi đặt khối xây cuối cùng, thợ lặn kiểm tra độ chuẩn xác của khối xây bằng thước, đặt nó vào cạnh hai khối đã đặt trước (khối ở dưới hay khối bên). Vị trí của mỗi khối, trị số khe nối và bờ bảo hộ sẽ được kiểm tra sau khi xây xong mỗi hàng. Những khe hở xuất hiện ở những chỗ gãy đứt (chỗ thay đổi độ dốc, chỗ ngoặt, chỗ đột biến) của mặt bằng và mặt cắt, thì thợ lặn sẽ làm đầy những khe hở đó bằng đá hoặc bê tông được cung cấp dưới dạng trong các bao, túi.

Cần phải lát các khối bảo vệ trên bờ bảo hộ và trên mái dốc của nền, sau khi đặt hàng khối xây đầu tiên của tường và kiểm tra trước trạng thái của bờ bảo hộ cũng như của mái dốc. Để treo buộc các khối, người ta sử dụng dây treo buộc thông thường, móc treo chuyên dụng, hoặc các thiết bị kẹp kiểu miệng kim.

Sau khi kết thúc việc lắp đặt từng phần riêng biệt của công trình, thì tiến hành chất tải tĩnh bằng cách đặt lên trên nó những khối bê tông sẽ dùng để lắp đặt tiếp phần tường còn lại. Sau khi chất tải các khối xây, thì thợ lặn xem xét kiểm tra và điều chỉnh các khối xây để không có biến dạng (trượt, trôi).

Công tác đo đạc được thực hiện bằng thước đo sâu hay thước thủy bình, còn khi khối lượng công tác đo đạc lớn, thì người ta sử dụng thiết bị nổi chuyên dụng (hình 9-2). Nó là kết cấu gồm 4 phao hình trụ, đường kính 1000mm, dài 2,5m có sàn bằng gỗ. Trên sàn đặt đường ray, theo đó xe con có gắn thước đo di chuyển được. Sự di chuyển của xe con được thực hiện nhờ bộ phận dẫn động đặt trên sàn công tác của xe. Khi đo đạc, nhờ đặt các tời theo phương di chuyển của xe con và nó được cố định bởi neo, đồng thời nhờ sự di chuyển của xe con, có cần gắn mia thủy chuẩn, mà có thể tiến hành đo đạc chính xác cao trình của các khối xây lắp đặt.

Người ta xác định việc lắp đặt từng hàng khối xây dựa vào những tài liệu sau: bản vẽ thiết kế, trong đó chỉ rõ vị trí của các khối xây trên mặt bằng, có kèm theo số hiệu của mỗi khối, ngày xuất xưởng, ngày lắp đặt; sơ đồ, chỉ rõ vị trí của mỗi khối đối với tuyến đáy (đối với hàng khối xây đầu tiên) và đối với khối xây nằm ở bên dưới (đối với những hàng còn lại); nhật ký đo thủy chuẩn.

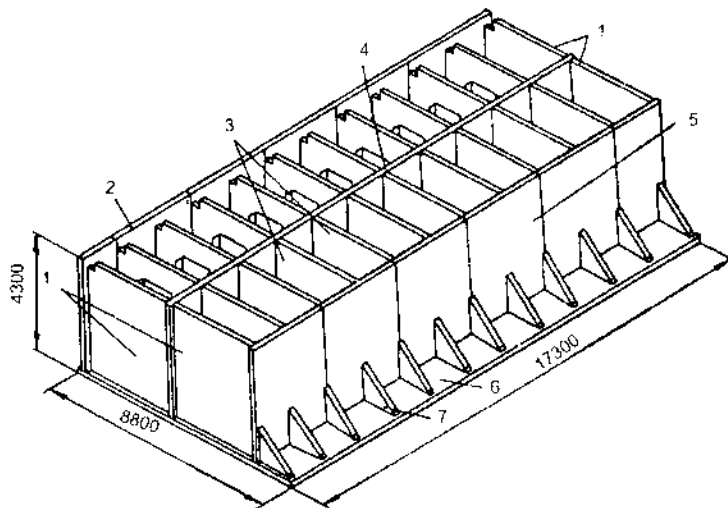


Hình 9-2. Thiết bị nổi dùng cho công tác đo đạc

- 1- Phao; 2- Đường ray; 3- Xe con; 4- Bộ phận dẫn động; 5- Giá đỡ;
6- Tời; 7- Thanh nối; 8- Mia thủy chuẩn.

9-2. LẮP ĐẶT CÁC KHỐI LỚN

Những khối lớn là những hộp nổi bằng bê tông cốt thép lắp ghép có tường ngăn ngang và tường ngăn dọc (hình 9-3)



Hình 9-3. Kết cấu khối lớn

1- Tường đầu; 2- Tường chính diện; 3- Tường ngăn; 4- Tường giữa;
5- Tường sau; 6- Bản đáy; 7- Tường chống phân công xon của bản đáy.

Trong nhiều trường hợp để lắp và hạ xuống nước những khối lớn có thể sử dụng các triển tàu và đường trượt hiện có.

Những khối lớn được tập kết ở trên bờ, thử độ chống thấm nước, sau đó nhờ độ nổi của bản thân, được chuyên chở đến chỗ lắp đặt bằng tàu kéo. Ở vị trí lắp đặt, khối xây được kẹp giữ bằng 4 dây giằng cố định vào neo.

Người ta đặt mỗi khối theo tuyến định hướng của công trình sau khi thợ lặn đã kiểm tra cẩn thận nền đá. Sau khi điều chỉnh khối vào đúng hướng tuyến, thì đổ nước vào cho tới khi nó không lệch với nền. Sau đó, tiến hành kiểm tra lần cuối vị trí của nó trên mặt bằng, rồi hạ xuống nền. Nếu khối lắp đặt, sau khi hạ xuống nền có vị trí không chuẩn, hoặc thợ lặn phát hiện thấy đáy khối tiếp xúc không chặt với nền, thì cần phải tiến hành tháo dỡ tải trọng dần, để khối xây nổi lên cho thợ lặn kiểm tra lại nền và khắc phục những tồn tại, rồi mới chính thức đặt khối xây xuống nền.

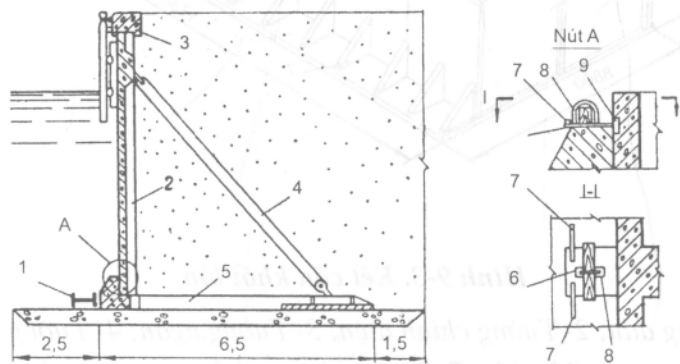
Để đảm bảo sự tựa chặt của khối xây lớn trên toàn bộ diện tích đáy và giảm độ lún của nền, thường người ta tiến hành phun vữa xi măng vào dưới đáy khối xây thông qua ống dẫn, được đặt khi chế tạo khối xây.

Có thể chất tải cho các khối xây lớn bằng hỗn hợp cát - sỏi, đá học hay bê tông nhờ cần cầu đặt trên sà lan.

Khi xây dựng công trình bằng những khối lớn, thì thợ lặn cần phải kiểm tra: bề rộng và trạng thái bờ bảo hộ của nền đá ở cả 2 phía của khối lắp đặt; độ chuẩn xác của sự nối tiếp một khối với những khối đã đặt trước; trị số khe hở giữa các khối lắp đặt; vị trí của khối đối với phương thẳng đứng.

9.3. XÂY DỰNG KÈ DẠNG GÓC

Khi xây dựng kè sông ở trên đất, không cho phép đóng cọc và cọc ván, kè dạng góc bằng bê tông cốt thép lắp ghép (hình 9-4) là dạng kết cấu có tính công nghiệp và kinh tế.



Hình 9-4. Kết cấu kè dạng góc

1- Dầm chữ I; 2- Phần tử thẳng đứng; 3- Xà mũ bằng BTCT đổ toàn khối; 4- Thanh neo; 5- Bản móng; 6- Bản lắp ráp có rãnh; 7- Thanh; 8- Vòng móc để nâng; 9- Chi tiết đặt sẵn.

Việc xây dựng kè dạng góc, tùy thuộc vào nhịp độ thi công có thể tổ chức hai hoặc một số trạm lặn. Khi đó một trạm và tổ thợ phụ thực hiện công việc đắp và san bằng cẩn thận nền đá (sai số $\pm 3\text{cm}$), còn trạm kia lắp những bộ phận của kè.

Để lắp đặt chính xác, thì ở đầu dưới của tấm đứng, đặt trước bản lắp ráp có rãnh cắt để bố trí vòng nâng ở phần thò ra của bản móng. Bản lắp ráp được hàn lúc lắp ráp sơ bộ những bộ phận ở trên bờ. Bản này dùng để dẫn hướng đối với việc lắp đặt dưới nước những bản đứng vào vị trí thiết kế trên bản móng, đồng thời để cố định các phần tử lắp đặt. Để việc định hướng của nó được thuận tiện, thợ lặn hàn thêm vào bản lắp ráp 2 thanh (xem hình 9-4 - Nút A).

Đầu dưới của thanh neo được cố định nhờ liên kết khớp với các chi tiết đặt sẵn trước khi hạ bản móng xuống nước.

Để đặt những bản móng vào vị trí thiết kế, người ta dùng những thanh dầm bằng thép chữ I đặt trên mặt nền đá để dẫn hướng.

Việc treo buộc bản móng cùng với thanh kéo tăng cường được thực hiện ở vòng nâng. Sau khi đặt bản móng lên nền, thì nâng đầu trên của thanh neo nhờ dây kéo lên phía trên và cố định tạm thời ở phao tiêu.

Dùng cần cẩu đưa bản đứng vào tuyến định hướng ở đáy kè, ngàm 1/4 bản vào 1/4 của những bản bên cạnh đã đặt trước, rồi hạ xuống nước. Bằng cách như vậy, thợ lặn đặt những bản đứng lên móng, để rãnh cát của bản lắp ráp gắn vào bản đứng trùng khớp với vòng nâng của bản móng. Sau đó điều chỉnh phần trên cao của bản đứng vào tuyến kè, còn ở mẫu chìa ra của bản móng thì thợ lặn đóng nêm cho chặt. Cố định phần trên của bản đứng bằng những bản thép, hàn vào đầu thò ra của cốt thép và vào những chi tiết đặt sẵn.

Người ta làm liền khối tường bằng bê tông nhờ một cái hòm hạ xuống nước.

9-4. XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH TRÊN CỌC – CỌC ỐNG

Trong thực tế xây dựng các công trình thủy lợi, đã áp dụng rộng rãi việc xây dựng bến tàu kiểu cầu cạn và kiểu kè.

Những cọc ống đường kính 0,6 ~ 1,6m sử dụng cho những công trình này, có thể hạ vào trong đất bằng búa đóng xung kích hoặc búa chấn động. Kết cấu phần trên của bến tàu và trụ tựa được đổ bê tông toàn khối, hay dùng kết cấu bê tông cốt thép lắp ghép. Sau khi hạ xong cọc ống, thì thi công mái dốc để cập bến.

Sau khi tạo được độ nghiêng thiết kế của mái dốc thì đắp lớp đệm cát. Trước khi đổ đá, thợ lặn san bằng diện tích nằm ngang và mái dốc theo đường viền thiết kế. Đất được đổ trực tiếp từ ô tô tự đổ và san bằng máy ủi.

Tiến hành đổ đá theo nguyên tắc của tầng lọc ngược (đá nhỏ nằm ở lớp dưới, còn đá lớn hơn ở bên trên). Khi đó, đá được rải đều trên toàn bộ mái dốc, có xét đến độ an toàn được qui định bởi thiết kế do độ lún và độ chìm của đá vào trong đất. Kiểm tra độ chuẩn xác của việc đổ đá ở dưới nước bằng cách đo đạc và bằng sự quan sát của thợ lặn.

Những công trình hộ bờ (kè) bằng cọc ống là kết cấu mới và hiện nay đang được áp dụng rộng rãi, bởi lẽ nó có độ cứng lớn đáng kể so với những dạng kết cấu khác. Ví dụ mômen uốn cho phép của 1m tường bằng cọc ống ứng suất trước lớn hơn 3 lần so với tường bằng cọc ván thép Lat-xen V và cọc ván bằng bê tông cốt thép ứng suất trước dày 45cm.

Đảm bảo độ chống thấm nước của công trình hộ bờ kiểu kè bằng cách làm đầy khe hở giữa các cọc ống bằng hỗn hợp bê tông đổ dưới nước theo phương pháp ống dẫn thẳng đứng. Ván khuôn để đổ bê tông dưới nước lấp đầy khe hở giữa các cọc ống sẽ do thợ lặn lắp đặt.

9-5. XÂY DỰNG ĐÀ TRƯỢT VÀ Ụ TÀU CÓ MÁI CHE

Khi xây dựng đà trượt và ụ tàu, thì lao động lặn được sử dụng khi thực hiện công tác ở phần xiên dưới nước.

Trong thực tế xây dựng những phần dưới nước của đà trượt và ụ tàu, thì những dạng kết cấu sau đây được áp dụng: đầm, bản bê tông cốt thép đặt trên nền balát-tà vệt.

Khi xây dựng đà trượt từ những cấu kiện bằng bê tông cốt thép, người ta thực hiện một số giải pháp kết cấu.

Một trong những giải pháp kết cấu đó là đường dốc (đường nghiêng) của đà trượt được xây dựng trên các tấm bê tông, đặt trên lớp đệm bằng nền đá đầm. Khi đó, những tấm riêng lẻ có thiết bị dẫn hướng riêng, đảm bảo độ chuẩn xác về vị trí của chúng trong mặt bằng. Tuy nhiên, khi thực hiện công tác ở dưới nước, khó đạt được độ cứng cần thiết của nền, do vậy với những kết cấu này không đảm bảo được độ chính xác của việc lắp đặt tấm theo chiều cao và không loại trừ khả năng biến dạng của nền có thể xảy ra. Nhược điểm của kết cấu này là trong quá trình khai thác, độ lún của tấm ở những chỗ riêng biệt rất khó khắc phục.

Kết cấu đà trượt kiểu đầm, đặt trên trụ gồm những khối rỗng bằng bê tông cốt thép, cọc hay cọc ống, được làm liền khối bằng bê tông đổ dưới nước.

Trong trường hợp thứ nhất, những khối rỗng được đặt trên lớp đệm bằng đá hộc hay đá đầm được tăng cường bằng phun vữa xi măng. Những khối ở dưới có chiều cao không đổi, trên tất cả các trụ, còn những khối ở trên có chiều cao thay đổi phụ thuộc vào độ dốc thiết kế của đà trượt (thường là 1:8). Trên trụ, người ta đặt kết cấu nhịp bê tông cốt thép dạng hộp vào khoang rỗng của khối trụ. Việc làm liền các khối với kết cấu nhịp được thực hiện bằng cách đặt khung cốt thép và đổ bê tông dưới nước sau khi đã lắp ráp và kiểm tra cẩn thận vị trí của đầm bê tông cốt thép dọc.

Trong đất yếu thì xây dựng trụ từ những cọc ống bê tông cốt thép chế tạo bằng phương pháp quay li tâm là hợp lý. Trong nhiều trường hợp, phần nằm nghiêng dưới nước được xây dựng trên cọc bê tông cốt thép.

Đà trượt và ụ tàu trên nền balát - tà vệt là phổ biến và kinh tế hơn. Tùy thuộc vào điều kiện khai thác, có thể sử dụng tà vệt gỗ, tà vệt bê tông cốt thép. Do phần dốc của đà trượt và ụ tàu gồm cả phần ở trên mặt nước và phần ở dưới mặt nước, nên những công tác xây dựng cơ bản đối với các công trình này theo điều kiện thi công được chia ra thi công ở trên mặt nước và thi công ở dưới nước.

Phần có độ dốc của đà trượt ở trên mặt nước được thực hiện bằng phương pháp thi công thông thường, còn phần dốc của đà trượt ở dưới nước được thực hiện bằng phương pháp thi công vòng vây, ngăn nước (đề quai đắp đất, đề quai kiểu cũi, đề quai ván cừ), hoặc thi công không có vòng vây ngăn nước, mà sử dụng lao động của thợ lặn. Nếu tính toán thì giá thành của đề quai ngăn nước khi thi công đà trượt chiếm khoảng 80% giá thành của những hạng mục chính khi thi công phần dưới nước của đà trượt, cho nên hiện nay người ta đã áp dụng phương pháp khác để thi công phần dốc của đà trượt ở dưới nước.

Toàn bộ phần dưới nước của đường trượt được lắp trên một khung kim loại chung hay trên khung kim loại ở dưới mỗi đường riêng biệt. Trong trường hợp sau, độ song song của đường

trượt đạt được bằng cách đặt giữa các đường thanh đường đặc biệt. Thực ra trong trường hợp đó không đảm bảo được độ cứng cần thiết của kết cấu.

Việc thi công phần dưới nước của cơ cấu nâng - hạ của đà trượt được thực hiện theo trình tự: đặt đèn pha theo trục đường của phần dốc của đà trượt; đào sâu dưới đáy; đặt kết cấu dẫn hướng; đổ lớp cát san bằng sơ bộ; rải lớp nền balát đá dăm, san bằng thật kỹ; lắp đường trượt của phần dưới nước trên khung kim loại bằng việc sử dụng đường trượt đã chế tạo sẵn của phần ở trên nước của cơ cấu nâng - hạ; kéo trên mặt nước và hạ phần dưới nước xuống nền đã chuẩn bị xong; chèn đá dăm dưới tà vẹt, chạy thử và nắn đường; làm đầy khe hở giữa các tà vẹt bằng đá dăm.

Trình tự thi công nêu trên tạo khả năng phối hợp các hạng mục công việc để tăng tốc độ xây dựng công trình.

Để thực hiện những công việc đào sâu ở đáy, thì hợp lý nhất là sử dụng tàu cuốc nhiều gầu. Nên tiến hành những công việc này khi mực nước dâng cao, để có thể đào được khối lượng đất lớn nhất ở gần bờ. Công việc nạo vét đáy của tàu cuốc sẽ là tối ưu khi mực nước là:

$$A = a + H - h$$

Trong đó:

a- Độ cao tối thiểu của rãnh đào đất, m;

H- Chiều sâu lớn nhất hạ khung của tàu cuốc, m;

h- Độ an toàn do xét đến sự làm việc không chuẩn xác của tàu cuốc ($\frac{1}{3}$ 0,1m).

Do công việc đào đất bằng tàu cuốc, bề mặt đáy không đều (có dạng bậc) để làm bằng nó phải tiến hành đổ cát. Khó khăn khi đắp cát ở dưới nước là cần phải đảm bảo độ chính xác lớn ($\leq 10\text{cm}$) và tạo được nền cát chặt. Việc kiểm tra độ chính xác của nền đắp cát được thực hiện nhờ thiết bị định chuẩn riêng biệt đối với mỗi đường, theo đó thợ lặn xác định được độ sai lệch. Thiết bị định chuẩn là 2 hàng cọc gỗ, đóng ở cả hai bên đường, người ta đóng vào đó những tấm ván xiên dày 5cm, với tính toán như thế nào để đỉnh của chúng trùng với cao độ thiết kế của đất đắp.

Người ta đắp cát bằng cần cẩu nổi có treo gầu ngoạm. Độ chuẩn xác của việc đắp cát được xác định theo trị số khe hở giữa thước, di chuyển bởi thợ lặn theo hướng xác định với bề mặt của đất đắp.

Bằng cách tương tự, sẽ tiến hành đắp đá dăm. Trong trường hợp này phải đặt thiết bị định chuẩn như thế nào đó để đỉnh của chúng trùng với cao độ đáy của tà vẹt. Việc san bằng bề mặt của nền balát được tiến hành bằng thủ công hay bằng cơ giới.

Việc làm chặt nền balát ở dưới nước trong quá trình rải chúng, đạt được nhờ máy chèn tà vẹt và máy chấn động bề mặt, thích dụng trong điều kiện dưới nước. Kết quả tốt nhất đạt được khi rải balát thành từng lớp dày 20-25cm.

Việc hạ khung, có đường trượt lắp trên nó xuống nước và việc đặt nó trên nền đã chuẩn bị xong là phần việc quan trọng nhất khi thi công đà trượt. Việc kéo khung trong nước được tiến

hành nhờ tời, đặt trên phương tiện nổi. Cũng có thể sử dụng tời nâng của đà trượt, muốn vậy cần phải thực hiện việc đặt chúng trước khi đặt phần dưới nước của đường trượt dốc.

Trong phạm vi di chuyển của khung ở trong nước, người ta tiến hành treo nó vào phao, số lượng phao được xác định bằng tính toán, phụ thuộc vào trọng lượng của khung, và của đường trượt lắp trên nó. Sau đó, tiến hành kiểm tra vị trí của khung theo định chuẩn của đường và hạ nó xuống nền nhờ tời, đặt trên phao.

Thợ lặn theo dõi vị trí của khung sau khi đặt, đặc biệt chú ý đến độ tiếp xúc chặt của nó với nền và biến dạng của khung.

Sau khi theo dõi, kiểm tra và đo thủy chuẩn sơ bộ đỉnh ray, cũng như khắc phục những sai lệch về vị trí của khung thì tiến hành nắn sửa và chạy thử phần dốc (nghiêng) của cơ cấu nâng - hạ. Để chạy thử đường, người ta sử dụng xe đẩy của đà trượt, xe này được trang bị thước đo thủy chuẩn và chất tải làm đối trọng.

Sau 4-6 hành trình, thì tiến hành đo thủy chuẩn kiểm tra cao độ đỉnh ray, đồng thời điều chỉnh những bộ phận riêng biệt của đường trượt theo máy thủy chuẩn vào vị trí thiết kế. Khi đó, đá dăm ở dưới đáy tà vẹt, hoặc phải lấy bớt đi, hoặc phải bổ sung thêm vào là tùy thuộc vào sự cần thiết phải điều chỉnh cao độ cho phù hợp với yêu cầu của thiết kế. Việc nâng đường được thực hiện bằng xe con trang bị riêng, cùng với những kích răng là hợp lý. Việc chạy thử đường trượt được coi là hoàn thành, nếu sự cán của xe con chịu tải, lặp lại 3 lần mà không gây nên độ lún dư bổ xung lớn hơn 1mm.

Khi đặt đường của bộ phận nâng hạ trên nền balát- tà vẹt, được phép có sai số sau:

1. Tăng cao cục bộ của đỉnh ray ở cả hai đường $\leq \pm 40\text{mm}$ trong điều kiện nằm đều ray theo chiều dài với độ nghiêng $\frac{1}{500}$.

2. Khổ của đường ray (khoảng cách giữa các mép trong của đỉnh ray) không được vượt quá qui định + 3mm. Không cho phép có hẹp khổ ray.

3. Sự vượt quá của đỉnh một ray đối với đỉnh ray của đường song song ở một mặt cắt ngang bất kỳ là $\leq 7\text{mm}$.

4. Sai lệch độ nghiêng thực tế của một hay một số đường dốc đối với độ nghiêng của mặt phẳng của những đường khác cho phép là $\pm 0,001$ (1mm/1m).

5. Sự vượt quá của đỉnh ray một đường hay của một số đường trên toàn bộ chiều dài (bao gồm cả phần ở dưới nước) đối với những đường khác (những đường còn lại) cho phép $\leq \pm 50\text{mm}$.

6. Sai lệch độ nghiêng thực tế của mặt phẳng đường dốc trên toàn bộ chiều dài của chúng so với thiết kế qui định, cho phép trong phạm vi $\pm 0,002$ (2mm/1m).

9-6. XÂY DỰNG NHỮNG DẠNG CÔNG TRÌNH KHÁC

Việc xây dựng đập (đê), âu (tàu, thuyền), cống, ụ tàu và công trình lấy nước, thường được thực hiện trong đê quai với việc bơm tháo nước, mà không cần có sự tham gia của thợ lặn.

Những thợ lặn được lấy theo chỉ để theo dõi trạng thái kỹ thuật của phần dưới nước của công trình và thực hiện những công việc sửa chữa.

Trong một số trường hợp riêng, khi xây dựng những công trình kể trên, thì việc sử dụng lao động của thợ lặn lại là hợp lý.

Khi hoàn thành việc xây dựng những đập nước lớn, những trạm thủy điện, nhằm rút ngắn thời hạn đưa chúng vào khai thác, hoặc do hoàn cảnh liên quan đến việc làm đầy hồ chứa nước, thì cho phép làm ngập cầu cạn và những công trình phụ khác.

Sau này, những công việc về tháo dỡ những công trình này được thực hiện bằng cần cẩu, di chuyển theo cầu cạn. Cần cẩu thu dọn kết cấu nhịp, cùng với phần bộ hành và tiến hành giải phóng nó khỏi trụ. Sau đó, thợ lặn cắt trụ ở nền bằng điện-ôxy và đưa nó lên khỏi mặt nước bằng cần cẩu.

Hiện nay, những công trình lấy nước, được thiết kế, thì công nó không cần tường chắn, dề quai. Khi xây dựng chúng, tất cả những công việc đào đường hào dưới nước, hạ hành lang tự chảy lắp ghép v.v... đều do thợ lặn thực hiện. Khi đó, giá thành và thời gian thi công đều giảm so với phương pháp thi công trong hố móng.

9-7. CÔNG VIỆC SỬ CHỮA KHÔI PHỤC VÀ KHAI THÁC CÔNG TRÌNH

Do tác động của những yếu tố khác nhau mà những công trình thủy lợi, trong giai đoạn khai thác có thể bị phá hoại và hư hỏng từng phần. Trong những trường hợp như thế, sau khi theo dõi, kiểm tra, sẽ quyết định giải pháp khôi phục, sửa chữa. Khi đó, cần phải đảm bảo một số nguyên tắc chung.

Ở các công trình khối lớn, những phần bê tông chất lượng xấu phải đục bỏ, làm sạch bề mặt, những lỗ, hốc có thể tích $\geq 0,7 - 1\text{m}^3$ thì phải đổ bê tông lấp đầy. Muốn vậy, phải đóng vào lỗ những tấm ván khuôn, ép chặt vào tường, khe hở giữa ván khuôn và tường được nút kín, rồi đổ đầy bê tông vào lỗ bằng phương pháp ống dẫn thẳng đứng.

Ở phần phía trên của các tấm ván khuôn, người ta cấu tạo có khe hở cho nước thoát ra do bê tông bị ép.

Trong trường hợp, những khối riêng biệt của kè và tường bị đẩy ra hay sụt xuống, thì việc khôi phục chúng được tiến hành bằng cách xây lại, hoặc gia cố bằng đổ bê tông dưới nước.

Để gia cường những công trình, có những bộ phận nằm dưới nước bị hư hỏng, thì có thể đắp bằng đổ đá, hay các khối xây, hoặc mở rộng công trình bằng đóng những cọc đơn.

Người ta khôi phục tường cũng bằng cách đổ bê tông. Để lớp bê tông đổ mới liên kết chắc với tường thì tốt nhất là cấy những thanh thép vào tường, nó ngàm trong vật thể như thanh neo.

Việc khai thác những công trình thủy lợi ở dưới nước, thường xuyên liên quan đến việc sử dụng lao động của thợ lặn.

Khi tiến hành các công việc dưới nước ở những vùng liền kề với các công trình thủy lợi thì

phải đặc biệt chú ý thực hiện các qui định của Qui phạm an toàn kỹ thuật khi thi công ở trên mặt nước và ở dưới nước. Trước khi đưa giấy giao nhiệm vụ cho thợ lặn, thì tất cả những công tác ở trong khu vực của trạm thủy điện, đập nước và trạm bơm cần phải phối hợp với điều phối viên năng lượng, còn những công việc ở âu thuyền và những công trình khác thì phải phối hợp với điều phối viên giao thông. Những công tác này, cần phải được tiến hành ở ngoài giới hạn của vùng nguy hiểm (bảng 9-1).

Bảng 9-1. Giới hạn vùng nguy hiểm của công trình thủy lợi

Tên công trình	Khoảng cách từ cửa đập (cửa van), m	
	Về phía thượng lưu	Về phía hạ lưu
Âu thuyền	200	100
Trạm bơm	100	100
Trạm thủy điện	300	200
Đập nước	300	200
Đập tràn và cống tháo nước	50	30
Cửa chắn và cửa dự phòng (cấp cứu)	20	20
Vượt sông bằng phà	10	1

Trong điều kiện sử dụng những chi tiết dưới nước của cửa cống hai cánh, đôi khi phát sinh những hỏng hóc, cần phải tiến hành sửa chữa ngay trong lúc thông thuyền. Thuộc về những công việc này là: khôi phục những tấm đệm làm chặt kín bị hư hỏng, thay dây cáp; hoặc điều chỉnh chúng tại chỗ sau khi nó bị trật ra khỏi rãnh của ròng rọc, kiểm tra những puli ở dưới nước, thay những chi tiết bị biến dạng của cửa cống, xiết chặt các mối nối, liên kết bằng bulông v.v...

Trong thời gian sửa chữa cửa cống, tuyệt đối không được xả nước và tạo thành dòng chảy ở vùng đang thi công. Để tránh sự chuyển động do gió tập trung, người ta giằng các cánh cửa cống lại.

Công tác lặn ở trạm thủy điện được hạn chế, chủ yếu ở việc làm sạch phai khỏi rác bẩn và theo dõi sự thấm nước qua công trình. Sự xuất hiện nước đục ở vùng hạ lưu là dấu hiệu đầu tiên cho biết công trình bị xói.

Người ta xác định trước chỗ bị thấm thấu nước và thả bao tải chứa đá học xuống đó. Nếu chỉ bằng áp lực nước mà các bao tải đá đã bị ép vào chỗ thấm thì không nên dùng tay và tuyệt đối không đưa thợ lặn xuống đó. Trong trường hợp như vậy, thợ lặn chỉ tiến hành công việc

theo dõi ở phía hạ lưu trong điều kiện bán kính 40m, kể từ chỗ làm việc, với điều kiện vận tốc nước chảy $\geq 1\text{m/s}$.

Với những chỗ hư hỏng không lớn, thì độ thấm nước có thể được làm rõ nhờ thợ lặn. Thợ lặn sử dụng cây sào có tấm cao su và tải trọng dần nhẹ để ngăn cản sự nổi lên của nó. Thợ lặn chỉ cần di chuyển cây sào ở phía trước mặt.

Sau khi lộ rõ chỗ thấm nước và xác định những đặc trưng của biện pháp cần thiết, thì bắt tay vào việc xử lý chỗ thấm (làm sạch và thu dọn đá hoặc bê tông bị phá hoại, bịt chỗ thấm bằng đất sét, đá, bao tải chứa xi măng, hoặc bằng cách đổ bê tông dưới nước). Khi đó, trước khi đưa thợ lặn xuống nước, phải đưa các tấm ván xuống chỗ hư hỏng.

Trong giai đoạn khai thác các công trình lấy nước, thì công việc làm sạch lưới khỏi bùn, rác v.v... trong mùa lũ do thợ lặn đảm nhiệm. Những công việc này được phép thực hiện sau khi ngừng thu nhận nước. Nếu không ngừng thu nhận nước, thì thợ lặn chỉ có thể làm việc trong trường hợp, nếu đường ống nhận nước có đường kính $\geq 0,7\text{m}$ với lưới thoát nước có kích thước của ô lưới $\geq 20 \times 20\text{cm}$.

Sự thấm nước ở cửa van của ụ tàu cũng được khắc phục nhờ các thợ lặn. Họ làm sạch rãnh cửa van khỏi cát và các tạp vật khác, rồi xảm kín các khe hở.

Chương X

NHỮNG CÔNG VIỆC DƯỚI NƯỚC KHI KHÔI PHỤC VÀ XÂY DỰNG TRỤ CẦU

10-1. KHÔI PHỤC TRỤ CẦU

Khi khôi phục trụ cầu bị phá hoại ở dưới mức nước nằm ngang, cần phải thu thập những tài liệu về kích thước hình học của những phần dưới nước của chúng với tất cả những cao độ cần thiết và những thông tin khác. Khi không thể nhận được những tài liệu này, thì những kích thước cơ bản của phần dưới nước của trụ, nên xác định nhờ sự quan trắc của thợ lặn và bằng cách khoan kiểm tra.

Chọn phương pháp khôi phục trụ bị phá hoại, phụ thuộc vào mức độ hư hỏng của nó và những thiết bị thi công sẵn có. Xác định khả năng và tính hợp lý của việc khôi phục trụ cầu dựa vào kết quả khảo sát tình trạng hư hỏng của khối xây. Cần phải phân ra những khối xây không cần sửa chữa. Thuộc vào loại này, là những khối xây:

- Khối xây bị vỡ vụn thành những mảnh và khối riêng.
- Những khối xây có số lượng lớn những vết nứt với bề rộng khe nứt lớn đáng kể;
- Khối xây nằm ở bên trên những vết nứt ngang và vết nứt xiên của trụ, khi chuyển vị của phần trên đối với phần dưới vượt quá trị số cho phép theo tính toán; khi thể tích (khối lượng) của khối xây không đáng kể, thì nên dỡ bỏ phần bên trên của trụ, ngay cả khi nó không có chuyển vị;
- Khối trên cùng được giữ bởi phần trụ có lỗ thủng cục bộ, mà kích thước và vị trí của nó có thể sẽ gây nguy hiểm trong quá trình sửa chữa khối xây;
- Khối xây không hư hỏng, chỉ có chất lượng thấp thì có thể dỡ bỏ dễ dàng bằng những dụng cụ đơn giản.

Tùy thuộc vào trạng thái của các khối xây bị phá hoại ở dưới nước, mà có thể tiến hành tháo dỡ nó bằng phương pháp thủ công, bằng dụng cụ khí ép, hay bằng phương pháp nổ mìn nhỏ. Khi áp dụng phương pháp phá bỏ khối xây bằng nổ mìn, thì cần phải có biện pháp ngăn ngừa làm hư hỏng những bộ phận không nằm trong khối xây đó.

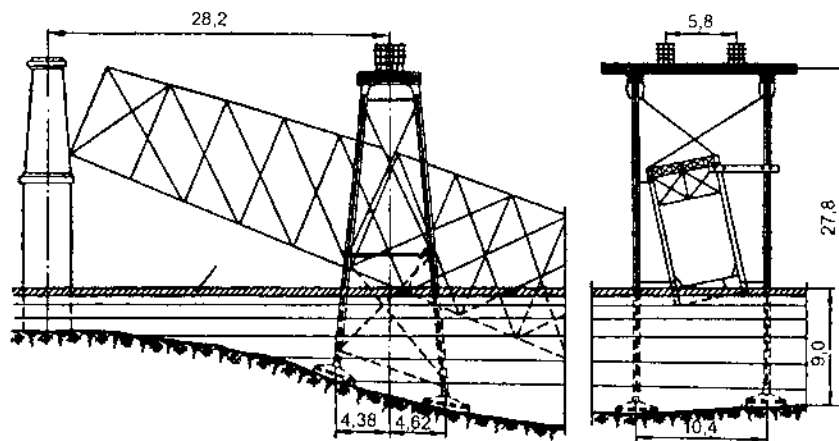
Việc khôi phục những trụ trên sông ở dưới mực nước thi công, chỉ có thể tiến hành sau khi đã thu dọn hết tất cả các mảnh vụn của bê tông, khối xây, hay kim loại v.v... ở xung quanh theo chu vi trụ. Việc thu dọn đó được thực hiện bởi thợ lặn với sự hỗ trợ của cần cẩu nổi. Thợ lặn dùng búa khoan đục lỗ vào trong khối bê tông, rồi đặt vào nó chiếc "chìa khóa" chuyên dụng, chìa khóa này được buộc vào dây cáp, sau đó kéo dây nhả khối bê tông lên. Những tảng

đá không lớn và những mảnh bê tông vụn được lấy lên bằng gàu ngoạm, hoặc thợ lặn thu nhặt cho vào giỏ thép, rồi dùng cần cẩu nhấc lên khỏi mặt nước. Những mảnh vụn của khối xây bị phá hoại đều phải vận chuyển vào trong bờ để không cản trở dòng chảy.

Ở chân nón, đất được hút bằng tàu hút bùn, do đó các mảnh vỡ lặn về phía trụ làm sạch. Bằng cách như vậy phần không bị phá hoại của trụ được lộ ra từ những mảnh vỡ của bê tông và xung quanh nó, phần làm sạch không lớn lắm của đáy sông, rộng 1 ~ 1,5m được tạo thành. Phần này, đủ để không cản trở công tác đóng cọc, cọc ván, khoan lỗ v.v...

Khi phá dỡ các kết cấu kim loại (kết cấu nhịp, cọc ván thép v.v...), người ta sử dụng mỏ cắt bằng điện - ôxy và áp dụng phương pháp nổ mìn.

Kết cấu kim loại được cắt nhỏ bằng phương pháp nổ mìn trong trường hợp chúng không còn được sử dụng trong tương lai, và việc nổ mìn không ảnh hưởng xấu đến phần không hư hỏng của trụ. Những bộ phận cắt ra của dàn thép, được đưa lên khỏi mặt nước bằng cần cẩu hoặc bằng những thiết bị riêng. Khi treo buộc, dây cáp buộc quanh thanh mạ, hay hệ liên kết của dàn. Tại chỗ tiếp xúc của dây buộc với kim loại dàn thép, thợ lặn phải đệm bằng ván gỗ. Phần không bị hư hỏng của kết cấu nhịp được nhấc lên bằng những thiết bị riêng. Khi đó, dưới mạ hạ, tại nút gối, đường hào được xới, và cũng ở đó bó dầm thép chữ I được đưa vào nhờ cần cẩu và thợ lặn; phần chính của kết cấu nhịp cũng được giải phóng khỏi đất bằng xới nước. Việc nâng dàn, nếu cần cẩu nổi không đủ sức nâng thì khi đó việc nâng dàn sẽ được thực hiện bằng hệ thống palăng đặt ở giá nâng dàn, đó là kết cấu dạng tháp đặt trên nền tạm (nền cọc, chống nề, nền đắp v.v...) (xem hình 10-1).



Hình 10-1. Giá nâng dàn

Khi có cọc, cản trở việc xây dựng công trình ngăn nước tạm thời để khôi phục trụ, thì có thể nhỏ chúng bằng cần cẩu, hoặc là cắt đi.

Việc khôi phục những trụ ở dưới nước được tiến hành trong hố móng lộ thiên, với việc tháo nước ra khỏi vòng vây ngăn nước (đê quai, thùng chụp, vòng vây cọc ván thép v.v...)

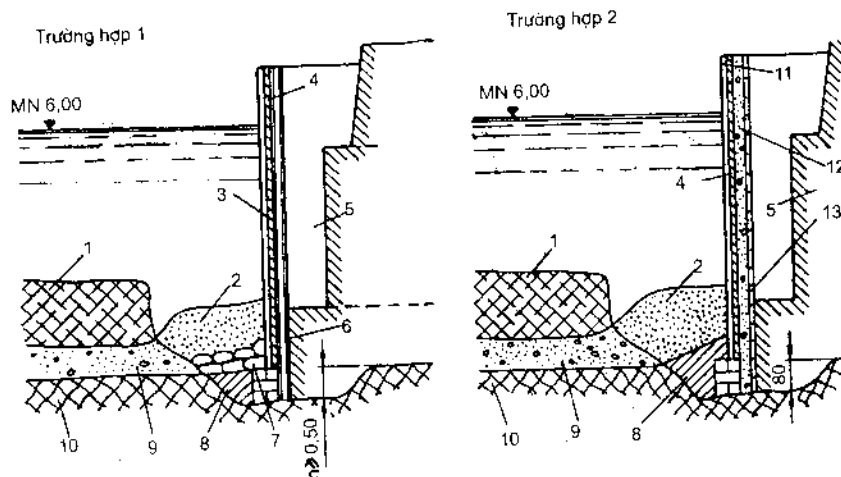
Thi công đê quai là hợp lý khi chiều sâu nước không lớn. Tháo nước ra khỏi đê quai bằng máy bơm, số lượng và công suất của chúng xác định phụ thuộc vào kích thước hố móng, chiều sâu cần thiết tháo nước và hệ số thấm của đất.

Nếu đáy sông là đá hay đất nửa đá, thì để bảo vệ hố móng, người ta xây dựng đê quai kiểu cũ, đổ đầy đá hoặc cát. Trong trường hợp đó, thợ lặn chuẩn bị nền, để đắp đê quai kiểu cũ và xếp những túi chứa đất sét theo chu vi để nâng cao độ kín của đê quai.

Cũng cần lưu ý rằng việc xây dựng đê quai kiểu cũ đòi hỏi chi phí lao động lớn, vì thế việc áp dụng nó không phải lúc nào cũng hợp lý.

Trong những trường hợp như vậy, có thể áp dụng vòng vây ngăn nước dạng thùng chup không có đáy. Theo kết cấu của nó, thùng chup không có đáy có thể chế tạo bằng gỗ, thép, hoặc bê tông cốt thép.

Thùng chup không đáy bằng gỗ gồm những tấm ván không thấm nước, cố định vào khung gồm những thanh gỗ vuông, hoặc gỗ tròn (hình 10-2). Khung của thùng chup phải có độ cứng và độ bền cần thiết để tiếp nhận áp lực nước. Thường nó gồm các thanh đứng, thanh chống ngang và thanh xiên. Các phần tử của khung được cố định bằng liên kết bulông. Vỏ của thùng chup gồm 2 lớp ván dày 4 ~ 6cm.



Hình 10-2. Thùng chup không đáy bằng gỗ

- 1- Cầu BTCT bị phá hoại; 2- Khối đắp bằng cát nhỏ; 3- 3 lớp giấy dầu; 4- 2 lớp ván; 5- Bê tông; 6- Thanh đứng; 7- Bê tông trong bao; 8- Bê tông dưới nước; 9- Đất bồi (phù sa); 10- Đá mácma; 11- Lớp giấy dầu; 12- Bê tông dày 12cm. 13- Ván gỗ.

Để tăng độ cứng của thùng chup, những tấm ván của mỗi lớp thường đóng vào khung xiên dưới góc 45° với phương ngang, và có chiều xiên khác nhau ở mỗi lớp ván. Độ chống thấm nước của thùng chup được đảm bảo bằng lớp đệm giấy dầu giữa các tấm và khe hở giữa chúng được trét kín bằng xơ gai tấm nhựa đường.

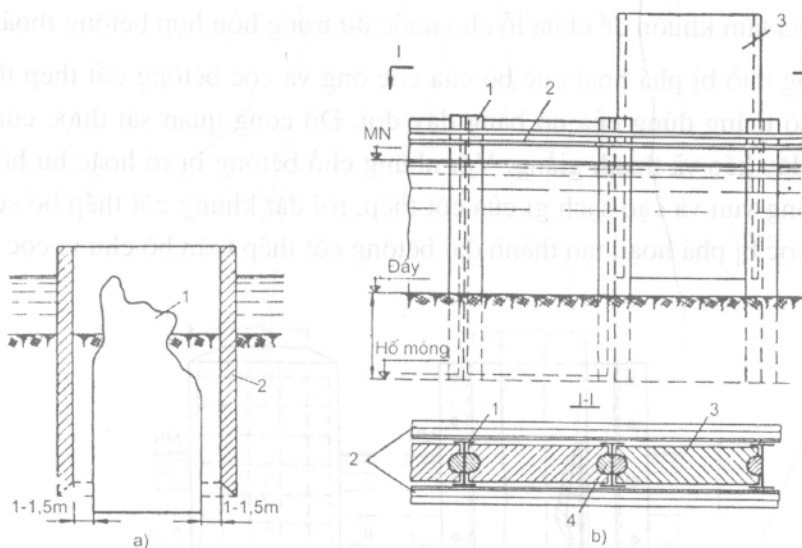
Thùng chup được hạ xuống đáy sông nhờ tải trọng dần (thường dưới dạng đá học) chất lên sàn ở sườn khung. Để chống thấm nước ở dưới chân thùng chup, thì thợ lặn xếp các bao tải hay túi chứa đầy hỗn hợp bê tông hoặc đất sét vào giữa thanh giằng dưới cùng của thùng chup và đáy hố móng theo toàn bộ đường chu vi của thùng chup.

Để có thể sử dụng luân chuyển nhiều lần, thì dùng thùng chụp không đáy bằng thép có khung chống bằng thép hình và vỏ bằng thép tấm, gồm những tấm hàn riêng biệt, nối với nhau bằng liên kết bulông, tại khe nối đệm zoăng cao su để chống thấm nước.

Thùng chụp không đáy cũng có thể chế tạo bằng bê tông cốt thép, gồm những tấm riêng biệt do thợ lặn hàn ở dưới nước.

Để khôi phục trụ bị phá hoại ở độ sâu dưới đáy dòng chủ, người ta sử dụng giếng chìm (hình 10-3,a). Những kích thước trên mặt bằng của giếng cần phải lớn hơn kích thước của trụ $1 \sim 1,5\text{m}$ để khi giếng lún xuống, có thể đào đất ở dưới chân của nó bằng máy hoặc bằng thủ công nhờ thợ lặn.

Trong điều kiện địa chất là cát sỏi có lẫn đá tảng thì dùng vòng vây kiểu phai có hiệu quả tốt (10-3,b). Thực hiện nó như sau:



Hình 10-3. Phương pháp thi công vòng vây khi sửa chữa cầu

a- Giếng chìm: 1- Trụ bị phá hoại; 2- Giếng

b- Vòng vây: 1- Cột khung bằng thép chữ I; 2- Thanh giằng bằng ray;

3- Tấm bê tông cốt thép; 4- Tấm đệm chặt bằng cao su.

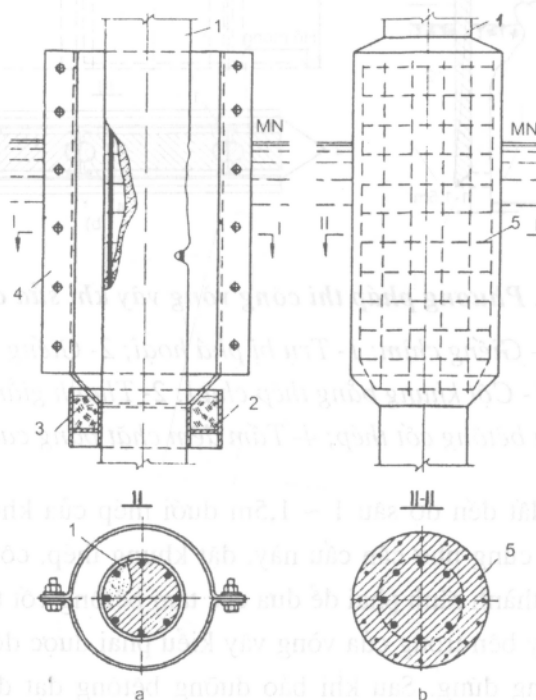
Theo chu vi trụ, đào đất đến độ sâu $1 \sim 1,5\text{m}$ dưới mép của khối xây bằng cầu ngọam. Trong hố móng được đào, cũng nhờ cần cẩu này, đặt khung thép, cột đứng của nó bằng thép chữ U hay thép chữ I, làm thành rãnh phai để đưa các tấm bê tông cốt thép xuống và có che lớp đệm chống thấm nước. Đáy bên trong của vòng vây kiểu phai được đổ bê tông dưới nước bằng phương pháp ống dẫn thẳng đứng. Sau khi bảo dưỡng bê tông đạt đến cường độ bằng 25% cường độ thiết kế, thì bơm hút nước từ trong hố móng ra và tiến hành sửa chữa trụ ở trạng thái khô. Nếu khi bơm hút nước ra, phát hiện có dòng chảy ở các khe của phai, thì thợ lặn phải trét kín các khe đó từ bên ngoài bằng cách sử dụng phớt, xơ gai hay mạt cưa trong hỗn hợp với xi măng qua sàng.

Thi công hồ móng trong đất cát, á sét và bùn thì phổ biến nhất là dùng vòng vây cọc ván (cọc ván thép hoặc cọc ván gỗ). Về cấu tạo, có thể dùng một lớp hoặc hai lớp cọc ván.

Trong kết cấu vòng vây cọc ván 2 lớp, thì đất giữa 2 lớp tường cọc ván được lấy ra bằng máy hút bùn, hoặc bằng cầu ngoạm đến độ sâu 1 ~ 2m dưới đáy tự nhiên, rồi đổ đầy đất sét mềm đầm chặt. Khi dòng chảy của nước lớn thì người ta đổ bê tông vào khe hở giữa trụ và tường cọc ván bằng phương pháp đổ bê tông dưới nước theo ống dẫn thẳng đứng.

Việc sửa chữa trụ ở dưới nước thường do thợ lặn tiến hành. Để vá bít những lỗ rỗng ở thân trụ, thợ lặn dùng vòng nạo (bàn nạo, lưới nạo) bằng thép cạo sạch thật kỹ bề mặt các lỗ rỗng. Sau đó, cố định tấm khuôn vào tường nhờ cọc gỗ đóng sát vào trụ và nệm. Những khe hở giữa các tấm khuôn và tường trụ được bít kín bằng bao tải hay xơ gai, sau đó dưới sự giám sát của thợ lặn, người ta đổ bê tông theo ống dẫn bằng thép hay ống mềm vào lỗ hổng ở thân trụ. Ở phần phía trên của tấm khuôn để chừa lỗ cho nước dư trong hỗn hợp bê tông thoát ra.

Khi vá những chỗ bị phá hoại cục bộ của cọc ống và cọc bê tông cốt thép thì thợ lặn phải kiểm tra trước độ thẳng đứng của nó bằng dây dọi. Độ cong quan sát được của cọc cần phải chỉnh sửa bằng dây kéo và thanh giằng. Với những chỗ bê tông bị rỗ hoặc hư hỏng cục bộ, thì phải đục bỏ bê tông vụn và cạo sạch gỉ của cốt thép, rồi đặt khung cốt thép bổ sung, sau đó đổ bê tông vào chỗ cọc bị phá hoại, tạo thành đai bê tông cốt thép toàn bộ chu vi cọc (hình 10-4).



Hình 10-4. Kết cấu đai bê tông cốt thép khi sửa chữa cọc BTCT

a- Lắp đặt ván khuôn;

b- Cọc sau khi sửa chữa;

1- Cọc; 2- Hộp; 3- Đất sét béo; 4- Ván khuôn; 5- Cốt thép tăng cường

Để trét kín những khe nứt ở trụ, phải tiến hành khoan lỗ tại những khe nứt đó để đặt ống dẫn vữa, và trong thời gian phun vữa, thợ lặn theo dõi vữa phun chảy ra.

Việc khôi phục chỗ bị phá hoại ở những kết cấu cọc thép, được thực hiện bằng cách thay bằng những bộ phận kết cấu riêng, hoặc gia cố chúng bằng hàn. Thợ lặn tiến hành tháo những bộ phận bị hư hỏng, lắp những bộ phận mới, hoặc hàn vào đó những bản ốp, nói chung không được tháo các bộ phận của kết cấu trong điều kiện nó đang làm việc (kết cấu đang chịu lực).

10-2. XÂY DỰNG TRỤ CẦU

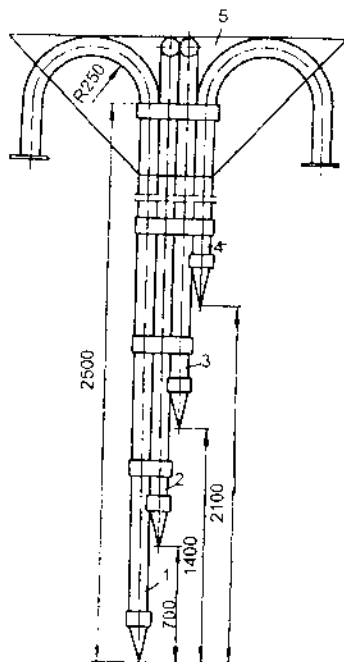
Đặc trưng của công tác kỹ thuật dưới nước khi xây dựng trụ cầu, phụ thuộc vào loại nền và móng.

Móng sâu bằng cọc ống bê tông cốt thép lắp ghép được sử dụng dưới dạng: cọc ống, đường kính bằng $0,4 \div 1,0\text{m}$, hạ có mũi cọc kín hoặc hở; cột ống đường kính bằng $1,6 \div 3,0\text{m}$, khoan vào trong nền đá hoặc đặt vào trong đất không phải là đá. Cọc ống có thể đặt thẳng đứng hoặc xiên.

Cọc ống thường được hạ bằng búa chấn động. Lực ma sát của đất với bề mặt trong của cọc và phản lực đất ở mũi cọc được khắc phục bằng cách lấy đất trong lòng cọc bằng gầu ngoạm, ống hút thủy lực, thiết bị bơm dâng bằng khí nén, hoặc máy bơm bùn.

Đối với đất dính kết cấu yếu, thì có thể lấy nó ra khỏi lòng cọc bằng máy hút bùn không khí (thiết bị bơm dâng bằng khí nén) và máy hút bùn thủy lực (ống hút thủy lực) kết hợp với việc làm tơi đất trước bằng tia nước áp lực cao (bằng xói nước). Vị trí của máy hút bùn thủy lực ở trong lòng cọc ống được định vị bằng cơ cấu dẫn hướng riêng, nó đặc biệt quan trọng khi hạ cọc xiên.

Để đào đất sét chặt và đá vôi yếu, người ta sử dụng dao cắt thủy lực bao gồm 4 ống xói nước, bố trí theo bậc (ở những cao độ khác nhau) (hình 10-5).



Hình 10-5. Dao thủy lực

1, 3- Ống đường kính $\phi 75\text{mm}$ có một lỗ trung tâm $\phi 20\text{mm}$; 2, 4- Ống đường kính $\phi 75\text{mm}$, có một lỗ trung tâm $\phi 20\text{mm}$ và 4 lỗ hông $\phi 8\text{mm}$;

5- Bộ sàn để chất tải.

Áp lực của nước cấp vào ống xối $\leq 20\text{atm}$.

Những hòn đá nhỏ còn lại ở đáy cọc khi lấy đất bằng máy hút bùn không khí hay máy hút bùn thủy lực sẽ được lấy lên bằng máy bơm cát thủy lực; những tảng đá lớn được phá vỡ bằng thiết bị khoan.

Thường thì khi lấp đất đá cuội từ trong lòng cọc ống nhờ máy hút bùn thủy lực và máy hút bùn không khí, thì ở chân cọc tạo thành nút gôm đá và cuội lớn, nút này triệt tiêu khả năng xói tiếp tục và hạ cọc vào trong đất. Để loại trừ nút này, phải đưa thợ lặn xuống chân cọc, nhặt những hòn đá lớn đó, cho vào giỏ thép rồi dùng cầu đưa lên khỏi mặt nước.

Đối với những hòn đá tảng phát hiện thấy ở dưới chân cọc ống, thì thợ lặn, lặn nó vào công trình phụ giữa các cọc ống. Cũng có khi người ta đập vỡ những hòn đá tảng đó bằng búa hơi ép, hoặc bằng phương pháp phá nổ với lượng thuốc nhỏ.

Do lực kích thích lớn của búa chấn động và sức cản đáng kể của đất, nên trong thực tế thường xảy ra trường hợp phá hoại cọc ống ở chỗ mối nối. Lúc đó phần trên của cọc ống bị phá hoại, dẫn vào bên trong ở phần dưới. Những hiện tượng cọc bị phá hoại như vậy sẽ do thợ lặn phát hiện, đo đạc kích thước và xác định những đặc trưng của sự phá hoại. Từ đó sẽ đưa ra những giải pháp kỹ thuật để sửa chữa gia cường. Thường thì những chỗ hư hỏng như vậy được xử lý bằng cách cấu tạo đai bằng bê tông cốt thép, hoặc đổ bê tông vào trong lòng cọc ống.

Việc thi công kết cấu bệ trên nền cọc ống thường được tiến hành trong vòng vây ngăn nước như khi khôi phục trụ cầu. Vòng vây ngăn nước làm bằng phao là một ngoại lệ. Khi chiều sâu nước lớn, thì người ta duy trì vòng vây nổi trong suốt thời gian xây dựng trụ. Trong trường hợp đó, vòng vây ngăn nước được trang bị hệ thống đối trọng bằng khí nén. Vòng vây nổi được liên kết vào cọc định vị. Việc nhấn chìm nó xuống nước được thực hiện bằng cách cho nước vào tất cả các phao, trừ phao ở góc. Sau khi hạ đến cao độ thiết kế, thì đổ bê tông bịt đáy vòng vây bằng phương pháp đổ bê tông dưới nước. Sau khi bê tông đông cứng, thì bơm hút nước ra khỏi vòng vây để tiến hành thi công bệ.

Để có thể giải phóng vòng vây sau khi xây dựng xong trụ cầu thì một trong những tường phao đầu của nó phải cấu tạo tháo lắp. Công việc tháo dỡ vòng vây này thường do thợ lặn thực hiện.

Có trường hợp tường vây bị hút vào trong đất. Khi đó để giải phóng khỏi đất và rút phao ra, thì thợ lặn phải thực hiện công việc này với sự hỗ trợ của các thiết bị xói hoặc hút bùn.

Giếng chìm của trụ cầu thường xây dựng toàn khối, hoặc lắp ghép bằng bê tông cốt thép. Người ta hạ nó đến tầng đất chặt, chủ yếu nhờ khắc phục lực ma sát bên bằng trọng lượng bản thân giếng, kết hợp với lấy đất trong lòng giếng bằng gầu ngoạm, máy hút bùn không khí hay máy hút bùn thủy lực.

Khi chân giếng đạt đến cao độ thiết kế, thì thợ lặn tiến hành kiểm tra đất ở đáy giếng. Sau đó đổ bê tông dưới nước để bịt đáy giếng chìm.

Khi hạ giếng, thì trọng lượng của giếng ở cao độ thiết kế, có tính lực đẩy nổi của nước phải lớn hơn lực ma sát bên của đất không nhỏ hơn 25%.

Người ta xác định trị số của lực ma sát theo những số liệu kinh nghiệm hạ giếng trong những điều kiện tương tự. Khi không có những số liệu này, thì có thể lấy giá trị sơ bộ của lực ma sát trên 1m^2 mặt bên giếng với đất như sau:

Cát $1,2 - 2,5 \text{ T/m}^2$

Sỏi $1,5 - 3,0 \text{ T/m}^2$

Đất sét $2,5 - 5,0 \text{ T/m}^2$.

Độ thẳng đứng của giếng và vị trí chuẩn xác của nó trên mặt bằng khi hạ cần phải được kiểm tra thường xuyên sau mỗi mét hạ theo chiều sâu.

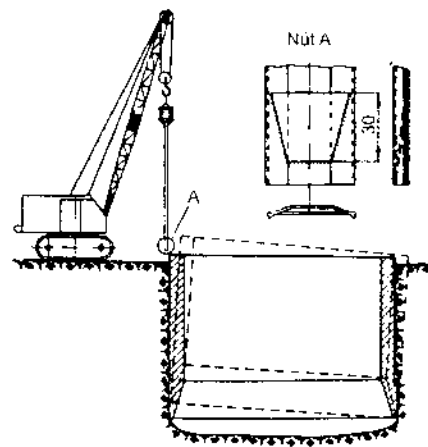
Để chỉnh sửa độ nghiêng lệch của giếng trong quá trình hạ nó, người ta sử dụng ống xói đặt theo chu vi giếng.

Một phương pháp khác rất đơn giản và có hiệu quả để chỉnh sửa độ nghiêng lệch của giếng khi hạ là rung hạ cọc ván thép cắm trên đỉnh giếng bằng búa chấn động.

Người ta hàn bản nối vào cọc ván phẳng (hình 10-6), bản này khi hạ giếng sẽ làm tăng sự xô dịch của giếng một chút. Sau một số lần hạ giếng sẽ có vị trí thẳng đứng.

Cũng có thể điều chỉnh độ xô dịch và nghiêng lệch của giếng bằng cách đào đất hoặc xói nước ở một phía. Những công việc này do thợ lặn thực hiện ở bên trong lòng giếng. Khi đó, ở dưới chân tường giếng nên đặt tà vẹt, những tà vẹt này được lấy đi sau khi điều chỉnh giếng.

Cản trở việc hạ giếng thường là những hòn đá tảng lớn, những cấu kiện kim loại, cọc v.v... Trong trường hợp đó, vai trò của thợ lặn là đào những lỗ mìn nhỏ để phá vỡ đá tảng, cắt phá những kết cấu kim loại bằng cắt dưới nước, xói và treo buộc để nhổ cọc v.v...



Hình 10.6. Điều chỉnh độ nghiêng lệch của giếng khi hạ

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1- Подводно технические работы в строительстве
Н.А Кицах; К. А Забела -Киев 1970
- 2- Опыт строительства водозаборных сооружений
Эг-Годес -Ленинград 1970
- 3- Справочник по ремонту мостов и труб на железных дорогах
Москва -1973
- 4- Нормативный справочник по буровзрывным работам
Москва -1975
- 5- Краткий справочник по открытым горным работам
Н. В. Мельников -Москва 1974
- 6- Устройство искусственных оснований и фундаментов
И. А. Ганичев -Москва 1972
- 7- Организация работ по строительству мостов
Г. П. Соловьев -Москва 1978
8. Đập đá đồ và đất-đá hỗn hợp.
X.N - môi xép - Nhà xuất bản nông nghiệp 1978.
9. Bê tông và phương pháp thi công trong xây dựng giao thông.
Nhà xuất bản Giao thông vận tải - 1987.

MỤC LỤC

Lời nói đầu.....	3
Chương I. Công tác lặn	
1-1. Khái niệm chung	5
1-2. Trang thiết bị lặn	5
1-3. Cơ sở vật lý của việc đưa thợ lặn xuống nước	11
1-4. Sơ đồ vận hành thiết bị phục vụ công tác lặn	12
1-5. Tổ chức công tác lặn.....	13
1-6. Chuẩn bị cho thợ lặn xuống nước.....	15
1-7. Một số tai biến thường gặp của thợ lặn và cách xử lý	19
Chương II. Hàn và cắt kim loại dưới nước	
2.1. Khái niệm chung.....	21
2.2. Cắt bằng oxy	21
2.3. Cắt bằng hồ quang điện	23
2.4. Cắt bằng điện - oxy.....	25
2.5. Hàn	28
Chương III. Nổ mìn dưới nước	
3.1. Các loại thuốc nổ	32
3.2. Các phụ kiện nổ mìn và phương pháp gây nổ	33
3.3. Nổ mìn dưới nước	37
Chương IV. Thi công lớp đệm bằng đá ở dưới nước	
4-1. Những yêu cầu đối với lớp đệm khi thi công dưới nước.....	47
4-2. Phương pháp vận chuyển và rải đá	48
4-3. San bằng tầng đệm.....	49
4-4. Làm chặt tầng đệm	52
4-5. Công tác gia cố.....	54
Chương V. Công tác đất dưới nước	
5-1. Thiết bị thi công	56
5-2. Biện pháp thi công và tổ chức thi công công tác đất ở dưới nước	65
5-3. Đào đường hào và hố móng dưới nước	70

Chương VI. Đặt đường ống dưới nước

6-1. Khái niệm chung về đường ống dưới nước.....	78
6-2. Đặt ống dẫn trong đường hào	87
6-3. Khắc phục những hư hỏng trong đường ống	98
6-4. Những đặc trưng của việc đặt đường ống ở biển	100

Chương VII. Đặt đường cáp dưới nước

7-1. Những yêu cầu đối với việc đặt cáp dưới nước.....	102
7-2. Phương pháp đặt cáp.....	105

Chương VIII. Phương pháp thực hiện một số dạng công tác kỹ thuật ở dưới nước

8-1. Thi công vòng vây và tường cọc ván	109
8-2. Thi công kết cấu lồng cũi	110
8-3. Thi công móng cọc dưới nước	111
8-4. Đổ bê tông dưới nước	112
8-5. Phun vữa xi măng	115
8-6. Làm sạch và sơn dưới nước	116
8-7. Thu dọn lòng sông	117

Chương IX. Những công việc dưới nước khi xây dựng và khai thác công trình thủy lợi

9-1. Lắp đặt các khối xây.....	123
9-2. Lắp đặt các khối lớn	125
9-3. Xây dựng kè dạng góc	126
9-4. Xây dựng công trình trên cọc - cọc ống	127
9-5. Xây dựng đà trượt và ụ tàu có mái che	127
9-6. Xây dựng những dạng công trình khác.....	130
9-7. Công việc sửa chữa, khôi phục và khai thác công trình.....	131

Chương X. Những công việc dưới nước khi khôi phục và xây dựng trụ cầu

10-1. Khôi phục trụ cầu	134
10-2. Xây dựng trụ cầu	139
Tài liệu tham khảo	142

TÌM ĐỌC

- Công nghệ đúc hẫng cầu bê tông cốt thép
- Cầu thép
- Cầu bê tông cốt thép
- Mố trụ cầu
- Tổng luận cầu

¥152 259

¥152 259

Phát hành tại

Nhịp cầu
Tri thức

80B Trần Hưng Đạo, Hà Nội
ĐT: 049428746 - Fax: 048221627



Giá: 29.000 đ