

TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI
BỘ MÔN THI CÔNG

Thi công các công trình thủy lợi

TẬP I



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG



**TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI
BỘ MÔN THI CÔNG**

**THI CÔNG
CÁC CÔNG TRÌNH THỦY LỢI
TẬP 1**

**NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2004**

LỜI NÓI ĐẦU

Để phục vụ kịp thời nhu cầu phát triển của ngành Thủy lợi và góp phần nâng cao chất lượng đào tạo. Bộ môn Thi công trường Đại học Thủy lợi biên soạn cuốn sách "Thi công các công trình thủy lợi" trên nguyên tắc cơ bản, hiện đại và dân tộc.

Sách này gồm 2 tập nội dung nêu lên các phương pháp, kỹ thuật thi công và các biện pháp tổ chức thi công công trình thủy lợi. Sách dùng để giảng dạy cho sinh viên ngành xây dựng các công trình trên sông và nhà máy thủy điện (ngành thi công). Sách này còn dùng làm tài liệu tham khảo cho cán bộ kỹ thuật trong ngành và các ngành xây dựng cơ bản khác.

Tập I do các đồng chí :

GS.TSKH. Vũ Văn Tĩnh viết các chương 1, 2, 3, 5

TSKH. Vũ Trọng Hồng viết các chương 6, 7, 8, 9

Kỹ sư. Lê Đăng Nhân viết các chương 10, 13, 14

TS. Lê Đình Chung viết các chương 11, 12

Kỹ sư. Tống Văn Hăng viết chương 4

Tập II do các đồng chí :

Kỹ sư. Tống Văn Hăng viết các chương 15, 16, 17, 18

Kỹ sư. Đỗ Văn Toán viết các chương 19, 20, 21, 22

Kỹ sư. Hoàng Công Cẩn viết các chương 23, 24, 25, 28

Kỹ sư. Nguyễn Xuân Phú viết chương 27

Kỹ sư. Lê Đăng Nhân viết chương 26, 29

Vì điều kiện có hạn cuốn sách không thể tránh khỏi thiếu sót mong bạn đọc góp ý để chúng tôi sửa chữa và bổ sung cho hoàn chỉnh hơn.

Bộ môn Thi công
Trường Đại học Thủy lợi

PHẦN THỨ NHẤT

DẪN DÒNG THI CÔNG VÀ CÔNG TÁC HỒ MÓNG

Chương 1

DẪN DÒNG THI CÔNG

§1.1. ĐẶC ĐIỂM CỦA THI CÔNG CÁC CÔNG TRÌNH THUỶ LỢI VÀ NHIỆM VỤ DẪN DÒNG

Công trình thuỷ lợi có những đặc điểm sau đây:

1. Xây dựng trên các lòng sông, suối, kênh rạch hoặc bãi bồi; móng nhiều khi sâu dưới mặt đất thiên nhiên của lòng sông, suối, nhất là dưới mực nước ngầm, nên trong quá trình thi công không tránh khỏi những ảnh hưởng bất lợi của dòng nước mặt, nước ngầm và nước mưa v.v...

2. Khối lượng công trình thường lớn, điều kiện thi công địa hình, địa chất thường không thuận lợi.

3. Tuyệt đại đa số các công trình thuỷ lợi là dùng vật liệu địa phương, vật liệu tại chỗ.

4. Trong quá trình thi công một mặt phải đảm bảo hố móng được khô ráo, một mặt phải đảm bảo các yêu cầu dùng nước ở hạ lưu tới mức cao nhất.

Những đặc điểm trên cho thấy: muốn cho hố móng khô ráo mà vẫn đảm bảo được yêu cầu tổng hợp lợi dụng dòng nước trong quá trình thi công phải tiến hành dẫn dòng thi công mà nội dung như sau:

a) Đắp đê quai bao quanh hố móng, bơm cạn nước và tiến hành công tác nạo vét, xử lý nền và xây móng công trình.

b) Dẫn nước sông từ thượng lưu về hạ lưu qua các công trình dẫn dòng đã được xây dựng xong trước khi ngăn dòng.

Thực tế cho thấy, những công trình có khối lượng nhỏ, ở sông suối nhỏ, ít nước, điều kiện và khả năng thi công cho phép, có thể xây dựng xong trong một mùa khô thì có thể không phải dẫn dòng còn nói chung việc dẫn dòng hầu như là một công tác tất yếu.

Biện pháp dẫn dòng ảnh hưởng trực tiếp đến kế hoạch tiến độ thi công của toàn bộ công trình, hình thức kết cấu, chọn và bố trí công trình thuỷ lợi đầu mối, chọn phương pháp thi công và bố trí công trường và cuối cùng là ảnh hưởng đến giá thành công trình.

Do đó người thiết kế hay thi công, đều phải thấy rõ tính chất quan trọng và mối liên hệ này để có thái độ thận trọng nghiêm túc trong việc điều tra, nghiên cứu và giải quyết các vấn đề trong thiết kế công trình, thiết kế thi công nói chung và thiết kế dẫn dòng nói riêng.

§1.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP DẪN DÒNG THI CÔNG

I. Đắp đê quai ngăn dòng một đợt

Nội dung của phương pháp này là : Đắp đê quai ngăn cả lòng sông trong một đợt, dòng nước được dẫn từ thượng lưu về hạ lưu qua các công trình tháo nước tạm thời hoặc lâu dài.

1. Tháo nước thi công qua máng

Máng dẫn nước thi công thường làm bằng gỗ, có trường hợp bằng thép hoặc bê tông cốt thép, bắc ngang qua đê quai thượng và hạ lưu để dẫn nước về hạ lưu như hình vẽ 1-1.

Máng dùng trong các trường hợp sau đây :

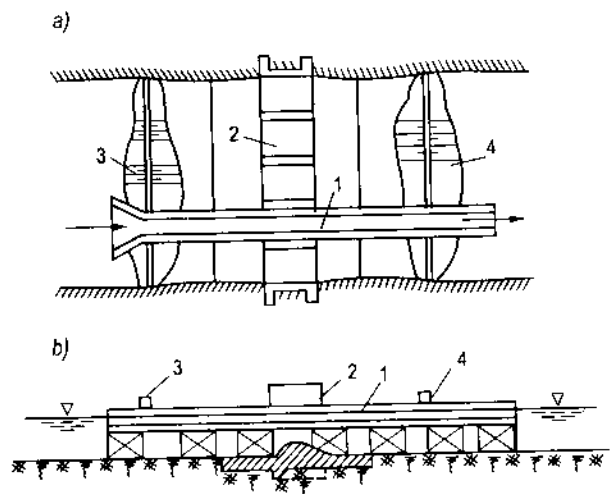
- Sông nhỏ, lòng hẹp, lưu lượng không lớn (thường từ $2 \div 3 \text{ m}^3/\text{s}$).
- Dùng các phương pháp khác khó khăn và đắt tiền.
- Công trình thủy lợi có khối lượng nhỏ, có thể thi công xong trong một mùa khô.
- Khi sửa chữa các công trình thủy lợi mà các công trình tháo nước hiện có không thể lợi dụng, hoặc có thể lợi dụng nhưng vẫn chưa đủ khả năng tháo lưu lượng thi công.

Ưu điểm của phương pháp này là dựng và ghép máng đơn giản, nhanh chóng và dùng gỗ địa phương. Trường hợp phải dùng máng thép hoặc bê tông đúc sẵn thì có thể dùng được nhiều lần nên phí tổn cũng ít.

Khuyết điểm: khả năng tháo nước nhỏ, nên đòi hỏi đê quai thượng lưu tương đối cao. Các giá chống đỡ ít nhiều có gây trở ngại cho thi công. Đặc biệt máng gỗ thường bị rò nước, gây ướt át hố móng và khó khăn cho thi công.

Khi thiết kế và thi công máng cần chú ý các điểm sau đây :

- Bố trí máng thuận chiều nước chảy và ít trở ngại đối với thi công.
- Có thể dùng công thức chảy đều trong kênh để tính toán mặt cắt máng.
- Ván ghép phải phẳng, nhẵn, khít và thành máng nên cao hơn mực nước thiết kế trong máng từ $0,30 \div 0,50 \text{ m}$.



Hình 1-1. Tháo nước thi công qua máng

- a) Mặt bằng; b) Mặt cắt dọc máng
 1. Máng; 2. Đập; 3. Đê quai thượng lưu;
 4. Đê quai hạ lưu.

2. Tháo nước thi công qua kênh

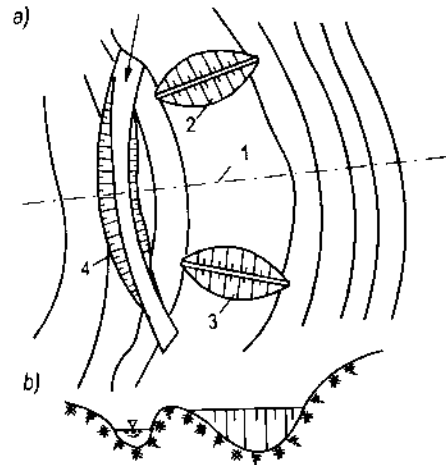
Tháo nước thi công qua kênh là một phương pháp phổ biến nhất khi xây dựng công trình trên các đoạn sông đồng bằng hoặc ở các đoạn sông, suối có bờ soài, có bãi bồi rộng mà lưu lượng không lớn lắm (hình 1-2).

Dùng phương pháp này cần chú ý các điểm sau đây:

- Triệt để lợi dụng kênh lâu dài hoặc kênh sẵn có.
- Tận dụng điều kiện có lợi của địa hình như bố trí kênh phía bờ lồi, hoặc nơi đất trũng để giảm khối lượng đào đắp.
- Nên tránh việc đào đá để giảm bớt khó khăn, tốn kém và chậm trễ.
- Bố trí kênh thuận chiều dòng chảy. Miệng vào và cửa ra của kênh cần cách đê quai thượng và hạ lưu một khoảng cách nhất định để phòng xói lở chân đê quai. Bờ kênh nên cách mép hố móng một khoảng cách nhất định (thường bằng ba lần độ chênh giữa mực nước trong kênh và đáy hố móng để tránh nước trong kênh thấm vào hố móng).

Mặt cắt kênh thường dùng mặt cắt hình thang, lòng và mái kênh thường không phải lát đá hoặc chỉ lát qua loa nơi cần thiết để phòng xói. Khi thiết kế kênh có thể tham khảo bảng 1-1, bảng 1-2 và bảng 1-3 để xác định mái kênh và lưu tốc bình quân cho phép không xói trong kênh.

- Cần so sánh kinh tế và kỹ thuật để xác định cao trình, kích thước kênh và đê quai.



Hình 1-2. Tháo nước thi công qua kênh
a) Mặt bằng ; b) Mặt cắt tại tuyến đập.
1. Tuyến đập ; 2. Đê quai thượng lưu;
3. Đê quai hạ lưu ; 4. Kênh.

Bảng 1-1. Mái ổn định của kênh ứng với các loại đất đá khác nhau

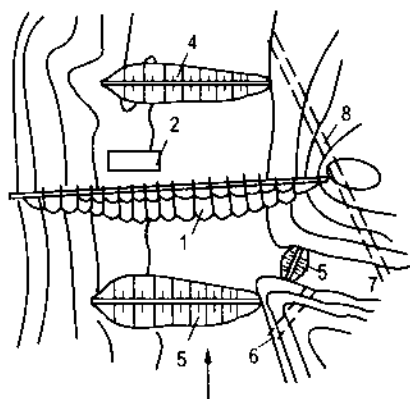
Số thứ tự	Loại đất đá	Mái ổn định của kênh	
		Phần dưới nước	Phần trên cao
1	Cát nhỏ	1 : 3 - 4	1 : 2,5 - 3
2	Cát, đất thịt pha cát	1 : 2 - 2,25	1 : 2
3	Đất thịt nhẹ, đất thịt pha cát đầm chặt.	1 : 1,5 - 2	1 : 1,25 - 1,5
4	Đất thịt vừa, hoàng thổ vừa	1 : 1,25 - 1,5	1 : 1 - 1,5
5	Đất sét, đất thịt nặng, hoàng thổ chặt	1 : 1 - 1,5	1 : 1
6	Đất sét nặng đầm chặt	1 : 0,5 - 1	1 : 0,5 - 0,75
7	Sỏi	1 : 1 - 1,5	1 : 1 - 1,25
8	Đá mềm	1 : 0,25 - 0,5	1 : 0,25
9	Đá cứng	1 : 0,1 - 0,125	thẳng đứng

Bảng 1-2. Lưu tốc bình quân cho phép không xói đối với đất không dính

Số thứ tự	Loại đất đá	Độ lớn của hạt đất (mm)	Lưu tốc bình quân cho phép không xói (m/s)			
			Độ sâu bình quân của dòng chảy			
			0,4m	1,0m	2,0m	3,0m
1	Đất bột và phù sa	0,005 ÷ 0,05	0,14 ÷ 0,2	0,17 ÷ 0,24	0,2 ÷ 0,28	0,22 ÷ 0,3
2	Cát nhỏ	0,05 ÷ 0,25	0,2 ÷ 0,31	0,24 ÷ 0,37	0,28 ÷ 0,43	0,3 ÷ 0,46
3	Cát vừa	0,25 ÷ 1	0,31 ÷ 0,55	0,37 ÷ 0,65	0,43 ÷ 0,75	0,46 ÷ 0,8
4	Cát thô	1 ÷ 2,5	0,55 ÷ 0,6	0,65 ÷ 0,75	0,75 ÷ 0,85	0,8 ÷ 0,9
5	Sỏi nhỏ	2,5 ÷ 5	0,6 ÷ 0,75	0,75 ÷ 0,9	0,85 ÷ 1	0,9 ÷ 1,1
6	Sỏi vừa	5 ÷ 10	0,75 ÷ 0,9	0,9 ÷ 1,1	1 ÷ 1,3	1,1 ÷ 1,4
7	Sỏi to	10 ÷ 15	0,9 ÷ 1,1	1,1 ÷ 1,4	1,3 ÷ 1,5	1,4 ÷ 1,6
8	Đá cuội nhỏ	15 ÷ 25	1,1 ÷ 1,4	1,4 ÷ 1,6	1,5 ÷ 1,8	1,6 ÷ 2,1
9	Đá cuội vừa	25 ÷ 40	1,4 ÷ 1,7	1,6 ÷ 2,1	1,8 ÷ 2,4	2,1 ÷ 2,5
10	Đá cuội to	40 ÷ 75	1,7 ÷ 2,3	2,1 ÷ 2,8	2,4 ÷ 3,2	2,5 ÷ 3,4
11	Đá củ đậu nhỏ	75 ÷ 100	2,3 ÷ 2,6	2,8 ÷ 3,2	3,2 ÷ 3,7	3,4 ÷ 3,9
12	Đá củ đậu vừa	100 ÷ 150	2,6 ÷ 3,2	3,2 ÷ 3,9	3,7 ÷ 4,5	3,9 ÷ 4,8
13	Đá củ đậu to	150 ÷ 200	3,2 ÷ 3,7	3,9 ÷ 4,5	4,4 ÷ 5,2	4,8 ÷ 5,6
14	Đá lăn	200	3,7	4,5	4,5	5,6

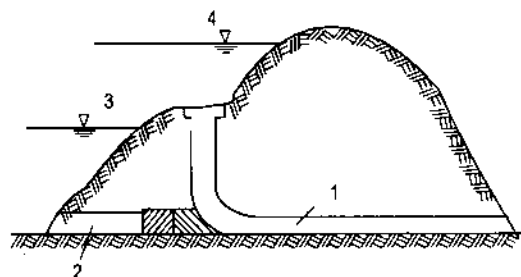
3. Tháo nước thi công qua đường hầm (tuyenen)

Phương pháp này chủ yếu dùng ở các sông suối miền núi, lòng hẹp, bờ dốc và đá rắn chắc.



Hình 1-3. Tháo nước thi công qua đường hầm

1. Đập ; 2. Trạm thủy điện ;
3. Đê quay thượng lưu ; 4. Đê quay hạ lưu ;
5. Đường hầm dẫn dòng ; 6. Suối ;
7. Đường hầm lâu dài.



Hình 1-4. Lợi dụng đường hầm lâu dài để dẫn dòng

1. Đường hầm lâu dài ; 2. Đường hầm dẫn dòng thi công ; 3. Mực nước khi thi công ; 4. Mực nước lúc vận hành.

Bảng 1-3. Lưu tốc bình quân cho phép không xói đối với đất dính

Thứ tự	Loại đất dính	Thành phần hạt		Lưu tốc bình quân cho phép không xói (m/s)															
				Đất không chặt			Đất chặt vừa			Đất đầm chặt			Đất đầm rất chặt						
		Hệ số rỗng = 1,2			Hệ số rỗng = 1,2 ÷ 0,6			Hệ số rỗng = 0,6 ÷ 0,3			Hệ số rỗng = 0,3 ÷ 0,2								
		Khối lượng riêng khô 1,2 (T/m ³)			Khối lượng riêng khô 1,2 ÷ 1,66 (T/m ³)			Khối lượng riêng khô 1,66 ÷ 2,04 (T/m ³)			Khối lượng riêng khô 2,04 ÷ 2,14 (T/m ³)								
		Độ sâu bình quân của dòng chảy (m)			Độ sâu bình quân của dòng chảy (m)			Độ sâu bình quân của dòng chảy (m)			Độ sâu bình quân của dòng chảy (m)								
1	Đất sét	30 ÷ 50	50 ÷ 70	0,4	1	2	3	0,4	1	2	3	0,4	1	2	3				
2	Đất thịt nặng	20 ÷ 30	70 ÷ 80	0,4	0,45	0,5	0,6	0,8	1	1,1	1,25	1,15	1,4	1,6	1,75	1,6	1,95	2,2	2,4
3	Đất thịt yếu	10 ÷ 20	80 ÷ 90																
4	Hoàng thổ chặt	-	-	0,3	0,35	0,4	0,45	0,7	0,8	0,9	1	0,9	1,15	1,4	1,5	1,25	1,5	1,75	1,95

Ghi chú :

1. Hệ số rỗng là tỷ số giữa thể tích lỗ rỗng và thể tích hạt chất.
2. Khối lượng riêng là khối lượng của một đơn vị thể tích tính bằng T/m³.

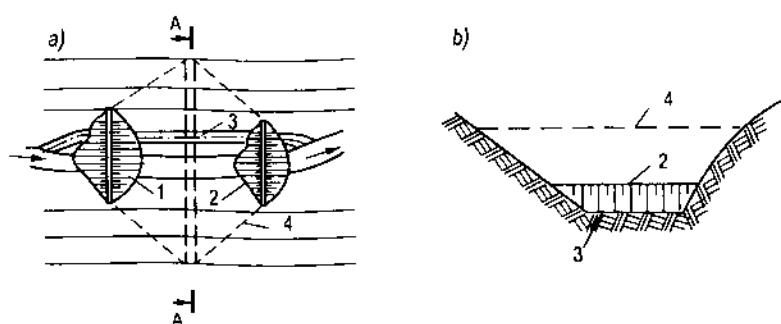
Thi công đường hầm khó khăn phức tạp và tốn kém. Cho nên chỉ dùng khi không thể dùng các phương pháp dẫn dòng khác hoặc có lợi về kinh tế và kỹ thuật. Vì vậy khi thiết kế đường hầm dẫn dòng phải tìm mọi cách để giảm khối lượng thi công.

Một điều cần chú ý là : mật cắt đường hầm càng lớn thì khối lượng thi công càng lớn, giá thành đường hầm càng cao, nhưng khả năng tháo nước của nó càng lớn, làm cho khối lượng đắp và giá thành đê quai càng nhỏ. Do đó khi xác định mật cắt hầm phải đảm bảo sao cho tổng giá thành đường hầm và đê quai là nhỏ nhất, nghĩa là phải xác định được mật cắt hầm kinh tế nhất.

4. Tháo nước thi công qua cống ngầm

Trường hợp phổ biến nhất là lợi dụng cống ngầm dưới thân đập để tháo nước thi công.

Đặc điểm thủy lực của dòng chảy trong máng, kênh, đường hầm và cống ngầm có thể chia làm hai trạng thái : chảy tự do và chảy có áp, được tính toán theo các nguyên lý thủy lực học trong kênh, trong ống có áp, ở các sách thủy lực và thủy công v.v...



Hình 1-5. Tháo nước thi công qua cống ngầm

a) Mặt bằng ; b) Mặt cắt A-A

1. Đê quai thượng lưu ; 2. Đê quai hạ lưu ; 3. Cống ngầm ; 4. Đập đất

II. Đắp đê quai ngăn dòng nhiều đợt

Thường chia ra các giai đoạn dẫn dòng khác nhau, hay gộp là hai giai đoạn như sau :

1. Giai đoạn đầu: Dẫn dòng qua lòng sông thu hẹp hoặc không thu hẹp

Nội dung chủ yếu là: đắp đê quai ngăn một phần lòng sông (thường ngăn phía có công trình trọng điểm hoặc công trình tháo nước trước), dòng chảy được dẫn về hạ lưu qua phần lòng sông đã bị thu hẹp. Trong thời gian này, một mặt tiến hành thi công bộ phận công trình trong phạm vi bảo vệ của đê quai, mặt khác phải xây dựng xong các công trình tháo nước để dẫn dòng cho giai đoạn sau.

Phương pháp này thường được dùng trong trường hợp sau đây :

- Công trình đầu mối thủy lợi có khối lượng lớn và có thể chia thành từng đoạn, từng đợt để thi công;

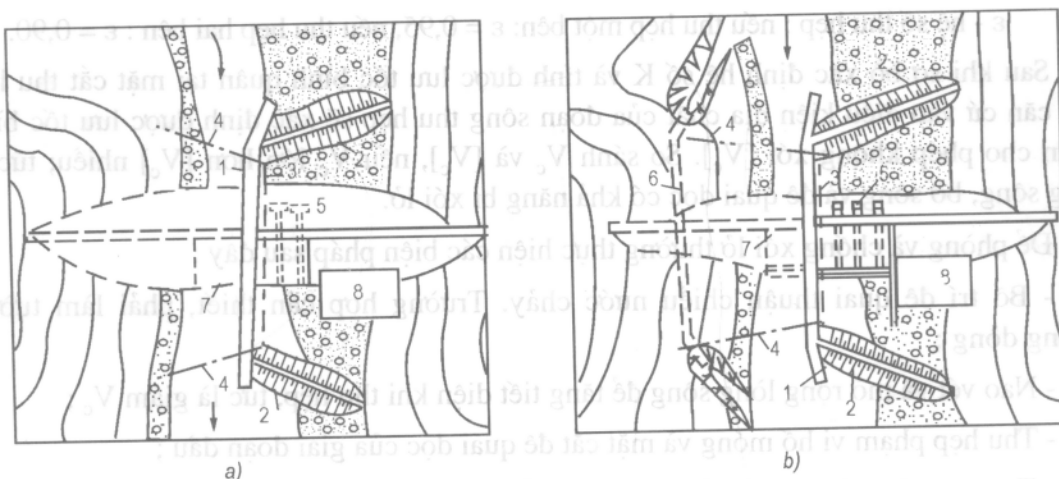
- Lòng sông rộng, lưu lượng và mực nước biến đổi nhiều trong một năm;
- Trong thời gian thi công vẫn phải đảm bảo lợi dụng dòng nước như vận tải, phát điện nuôi cá, tưới ruộng và sinh hoạt v.v...

Khi dùng các phương pháp này cần chú ý các điểm sau đây :

- Khi thi công có thể chia công trình thành nhiều đoạn, nhưng số đoạn công trình và số giai đoạn dẫn dòng không nhất thiết bằng nhau, vì trong một giai đoạn dẫn dòng có thể thi công đồng thời 2 hay 3 đoạn công trình.

Số đoạn công trình và số giai đoạn dẫn dòng càng nhiều thì khối lượng đề quai càng lớn, thi công càng thêm phức tạp và thời gian thi công càng kéo dài. Trong thực tiễn thường dùng từ 1÷2 giai đoạn.

Mức thu hẹp lòng sông phải hợp lý, nghĩa là một mặt đảm bảo các yêu cầu của thi công, mặt khác đảm bảo các yêu cầu tổng hợp lợi dụng dòng nước mà không gây xói lở.



Hình 1-6. Đập đề quai ngăn dòng hai đợt

a) Dẫn dòng qua lòng sông thu hẹp ở giai đoạn đầu và qua lỗ đáy ở giai đoạn sau; b) Dẫn dòng qua lòng sông thu hẹp ở giai đoạn đầu và qua lỗ đáy phối hợp với đường hầm ở giai đoạn sau.

1. Đề quai dọc ở giai đoạn đầu ; 2. Đề quai thượng, hạ lưu ở giai đoạn đầu ; 3. Tuyến đề quai dọc ở giai đoạn sau ; 4. Tuyến đề quai thượng hạ lưu ở giai đoạn sau ; 5. Cống đáy ; 6. Đường hầm ; 7. Đập tràn ; 8. Trạm thủy điện.

Mức độ thu hẹp cho phép của lòng sông do các yếu tố sau đây quyết định :

- Lưu lượng thi công.
- Điều kiện chống xói của lòng sông và địa chất hai bờ.
- Yêu cầu của vận tải đủ sâu, đủ rộng và lưu tốc $v = 1,8 \div 2\text{m/s}$.
- Đặc điểm cấu tạo của công trình thủy công, thủy điện v.v...
- Điều kiện và khả năng thi công trong các giai đoạn, nhất là giai đoạn có công trình trọng điểm.
- Hình thức cấu tạo và cách bố trí đề quai.

- Tổ chức thi công, bố trí công trường và giá thành công trình.

Mức độ thu hẹp của lòng sông được biểu thị bằng công thức sau đây :

$$K = \frac{\omega_1}{\omega_2} \cdot 100\% \quad (1-1)$$

K - mức độ thu hẹp của lòng sông, thường từ 30 ÷ 60% ;

ω_1 - tiết diện ướt của sông mà đề quai và hố móng chiếm chỗ, (m^2) ;

ω_2 - tiết diện ướt của sông cũ, (m^2) ;

Lưu tốc bình quân tại mặt cắt co hẹp có thể xác định như sau :

$$V_c = \frac{Q}{\varepsilon(\omega_2 - \omega_1)} \quad (1-2)$$

V_c - lưu tốc bình quân tại mặt cắt thu hẹp của lòng sông, (m/s) ;

Q - lưu lượng thi công thiết kế, (m^3/s) ;

ε - hệ số thu hẹp ; nếu thu hẹp một bên: $\varepsilon = 0,95$, nếu thu hẹp hai bên : $\varepsilon = 0,90$.

Sau khi sơ bộ xác định hệ số K và tính được lưu tốc bình quân tại mặt cắt thu hẹp V_c , căn cứ vào điều kiện địa chất của đoạn sông thu hẹp sẽ xác định được lưu tốc bình quân cho phép không xói [V_c]. So sánh V_c và [V_c], nếu V_c lớn hơn [V_c] nhiều; tức là lòng sông, bờ sông và đề quai dọc có khả năng bị xói lở.

Để phòng và chống xói lở thường thực hiện các biện pháp sau đây :

- Bố trí đề quai thuận chiều nước chảy. Trường hợp cần thiết, phải làm tường hướng dòng ;

- Nạo vét và mở rộng lòng sông để tăng tiết diện khi thu hẹp, tức là giảm V_c ;

- Thu hẹp phạm vi hố móng và mặt cắt đề quai dọc của giai đoạn đầu ;

- Trong trường hợp thật cần thiết có thể dùng đá để bảo vệ đề quai, lòng sông và bờ sông.

Sau khi lòng sông bị thu hẹp thì trạng thái chảy của dòng chảy ở thượng lưu thay đổi - nước bị dâng (hình 1-7).

Độ cao nước dâng được tính như sau :

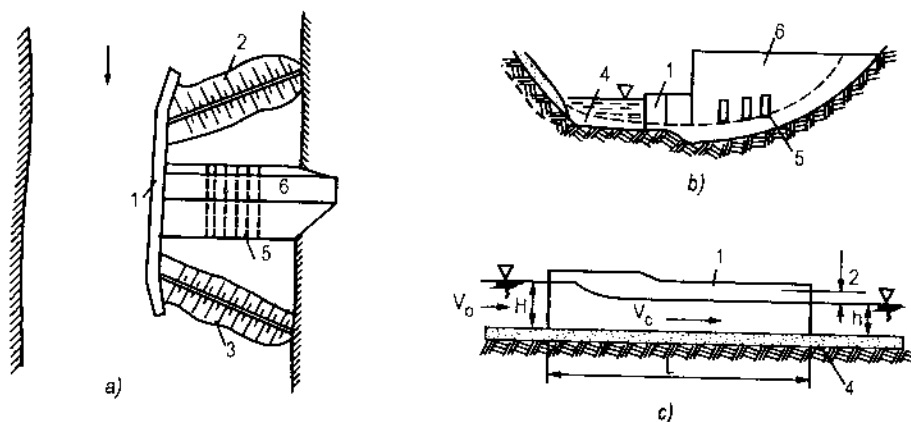
$$Z = \frac{1}{\varphi^2} \cdot \frac{V_c^2}{2g} - \frac{V_o^2}{2g} \quad (1-3)$$

Z - độ cao nước dâng, (m) ;

φ - hệ số lưu tốc. Nếu bố trí mặt bằng của đề quai theo dạng chữ nhật thì $\varphi = 0,75 \div 0,85$. Theo dạng hình thang thì $\varphi = 0,80 \div 0,85$. Nếu có tường hướng dòng thì $\varphi = 0,85 \div 0,90$.

V_o - lưu tốc đến gần, (m/s);

g - gia tốc trọng lực $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.



Hình 1-7. Sơ đồ tính toán thủy lực của dòng chảy qua lòng sông thu hẹp

a) Mặt bằng ; b) Mặt cắt ngang ; c) Mặt cắt dọc.

1. Đê quai dọc ; 2. Đê quai thượng lưu ; 3. Đê quai hạ lưu ; 4. Phạm vi xói lở ; 5. Cống đáy ; 6. Phần công trình bê tông đã thi công

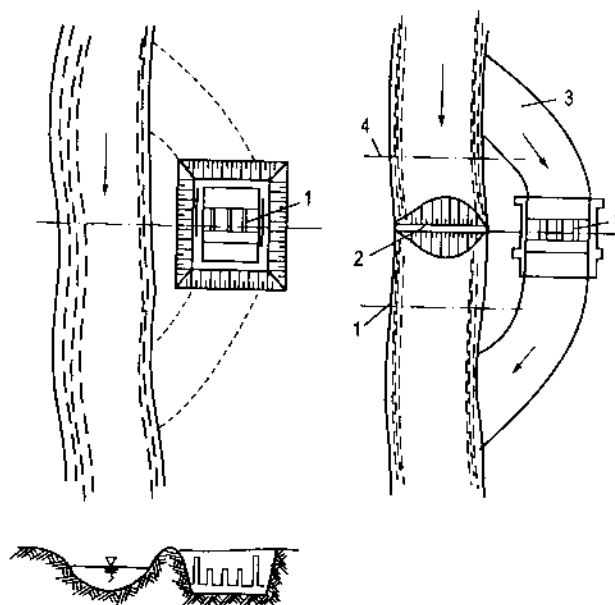
Còn các trường hợp dẫn dòng thi công qua lòng sông không thu hẹp (thường ở các sông có bãi bồi rộng, cao hơn mực nước mùa kiệt) thì tiến hành như sau :

Thi công phần công trình ở trên bãi bồi vào mùa khô năm đầu, khi đó nước sông vẫn chảy qua lòng sông tự nhiên. Đến mùa khô năm sau tiến hành đắp đê quai ngăn sông và thi công nốt phần còn lại, nước sông được dẫn qua công trình tháo đã hoàn thành hoặc được chứa lại trong giai đoạn đầu (hình 1-8).

Phương pháp này có những ưu điểm :

- Công trình được thi công trong điều kiện khô ráo và không ảnh hưởng đến việc khai thác và lợi dụng tổng hợp dòng nước.
- Giai đoạn đầu không cần đắp đê quai hoặc chỉ đắp thấp giảm được khối lượng và thời gian thi công, đồng thời giảm được chi phí về dẫn dòng.

2. Giai đoạn sau: Dẫn dòng thi công qua công trình lâu dài chưa xây dựng xong.



Hình 1-8. Thi công trên bãi bồi ngoài lòng sông

1. Cống ; 2. Đắp đất ; 3. Kênh ; 4. Tuyến đê quai

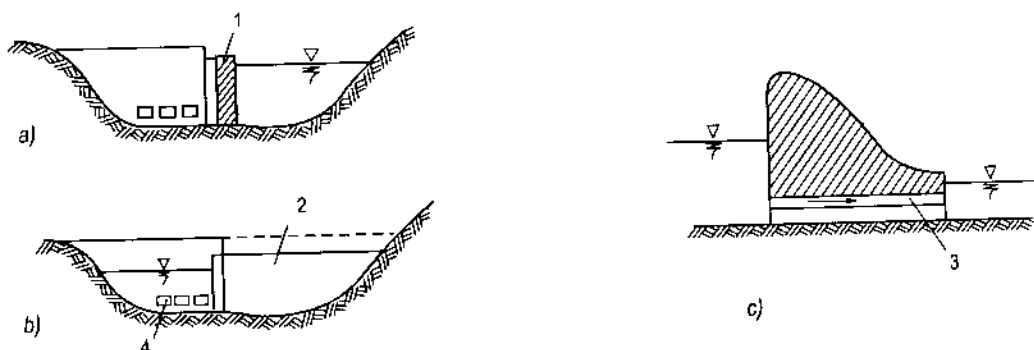
Sau khi đã thi công xong toàn bộ hoặc đạt mức có thể tháo nước thi công cho giai đoạn sau thì có thể đắp đê quai ngăn nốt phần lòng sông còn lại để tiến hành thi công cho giai đoạn sau. Lúc này dòng chảy được dẫn qua các công trình tháo nước đã thi công hoặc chừa lại trong giai đoạn đầu như :

a) Tháo nước thi công qua cống đáy

Tốt nhất là lợi dụng cống đáy lâu dài để dẫn dòng như cống xả cát, cống lấy nước v.v... nhằm giảm phí tổn đào đắp công trình tạm thời.

Nếu công trình thủy công không có cống đáy lâu dài hoặc có nhưng không thoả mãn yêu cầu dẫn dòng thì phải dùng cống đáy tạm thời hoặc kết hợp với các biện pháp khác để tháo nước thi công.

Với cống đáy tạm thời thì phải lắp kín, vào mùa khô cuối cùng của thời kỳ dẫn dòng bằng cách đóng cửa cống phía thượng lưu rồi vận chuyển bê tông từ hạ lưu vào lắp cống. Trường hợp mực nước hạ lưu quá cao thì phải đóng cả cửa cống phía hạ lưu và vận chuyển bê tông qua giếng đứng đã chừa lại trong thân đập để lắp cống.



Hình 1-9. Tháo nước thi công qua cống đáy trong thân đập

a) Mặt cắt ngang sông qua tuyến công trình trong giai đoạn đầu ; b) Mặt cắt ngang sông qua tuyến công trình trong giai đoạn sau ; c) Mặt cắt ngang đập bê tông dọc theo cống đáy.

1. Đê quai dọc của giai đoạn đầu ; 2. Đê quai ở giai đoạn sau ; 3. Cống đáy.

Kích thước, số lượng và cao trình cống đáy tạm thời được quyết định qua tính toán thủy lực và so sánh kinh tế, kỹ thuật. Ngoài ra, khi xác định vị trí đặt cống còn phải xét các yếu tố sau :

- Đặc điểm kết cấu công trình thủy công.
- Đặc điểm thiết bị đóng mở cửa cống khi lắp.
- Điều kiện và khả năng thi công khi lắp cống v.v...

Để giảm bớt khó khăn khi lắp và cải thiện điều kiện chịu lực của cống, người ta thường dùng cống có mặt cắt chữ nhật với các góc cong, đồng thời bố trí cửa cống ở các cao độ khác nhau. Khi lắp thì lắp dần từ thấp đến cao để giảm bớt khó khăn do cột nước quá cao gây nên.

Khi lưu lượng thiết kế dẫn dòng đã xác định thì có thể dùng phương pháp tính thử dần để xác định kích thước, số lượng và cao độ cống đáy. Lúc đó có thể tham khảo hình (1-10) và dùng công thức sau đây :

$$\text{Khi chảy tự do : } Q = mN\omega\sqrt{2gH}$$

$$\text{Khi chảy ngập : } Q = mN\omega\sqrt{2gZ}$$

Trong đó :

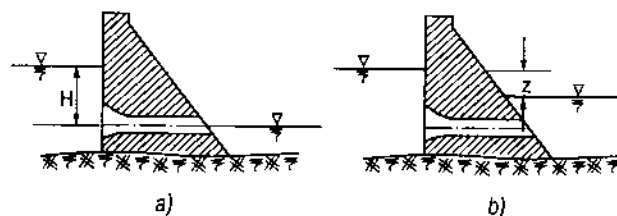
Q - lưu lượng thiết kế xả qua cống đáy, (m^3/s);

N - số lượng cống đáy trên cùng một cao độ ;

m - hệ số lưu lượng;

H ; Z - biểu thị như hình vẽ (1-10).

Tuy phải lắp cống khó khăn, chất lượng chỗ lắp kém, ảnh hưởng đến tính hoàn chỉnh của công trình và khi tháo nước dễ bị vật nổi làm tắc. Nhưng phương pháp này có ưu điểm là việc dẫn dòng không gây trở ngại đến công tác thi công. Đặc biệt đối với việc xây dựng đập cao mà có cống đáy lâu dài thì càng có lợi về cả kinh tế và kỹ thuật.



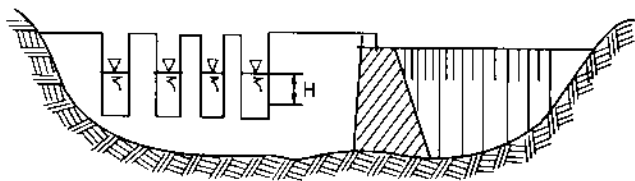
Hình 1-10. Sơ đồ tính toán thủy lực qua cống đáy

a) Chảy tự do ; b) Chảy ngập

b) Tháo nước thi công qua khe răng lược

Cũng như các phần trên đã nói : khi xây dựng các công trình bê tông và bê tông cốt thép trong giai đoạn đầu phải xây thành các hệ thống khe răng lược để tháo nước thi công cho giai đoạn sau.

Đến giai đoạn sau chỉ việc đắp đê quai ngăn nốt phần lòng sông còn lại và dòng chảy được dẫn về hạ lưu qua các khe răng lược (hình 1-11).

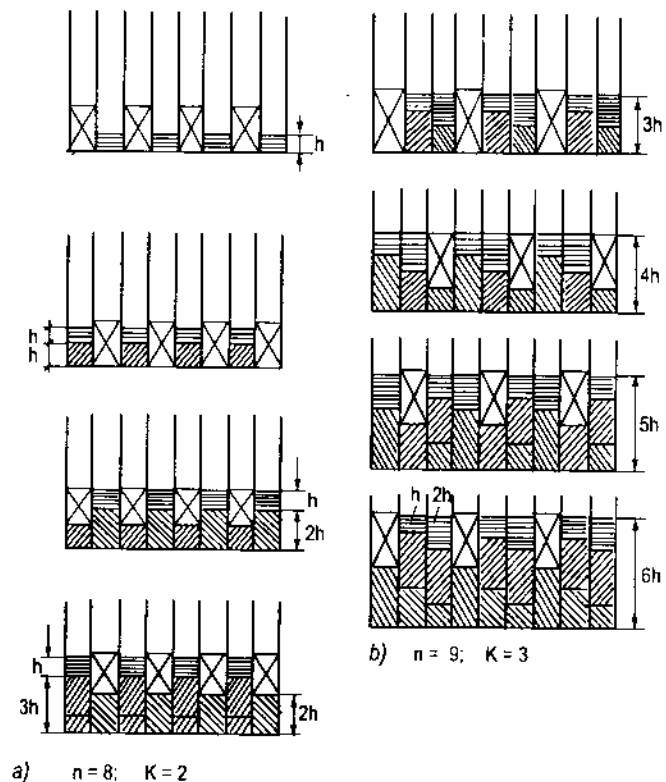


Hình 1-11. Tháo nước thi công qua khe răng lược

Đến mùa khô cuối thời kỳ thi công phải đổ bê tông lấp các khe răng lược để nâng cao và hoàn thiện công trình theo yêu cầu thiết kế. Các khe răng lược được luân lưu lấp dần từ thấp lên cao. Hồ sẽ trữ nước và cuối cùng dòng chảy sẽ chảy qua công trình xả nước lâu dài như đường tràn và nhiệm vụ dẫn dòng của khe răng lược cũng kết thúc.

Khi lắp khe răng lược thường dùng phương pháp hai cấp hoặc ba cấp (hình 1-12).

Thực chất của phương pháp hai cấp là chia các khe răng lược ra hai nhóm, trong đó đóng cửa van để đổ bê tông nhóm này thì dòng chảy được dẫn qua nhóm kia. Chiều cao đổ bê tông bằng hai lần chiều sâu của dòng nước; trừ lần đổ đầu tiên để hình thành bậc thang thì bằng chiều sâu của dòng nước h (hình 1-12a). Khi bê tông đông kết đạt tới cường độ có thể cho nước chảy qua thì ta di chuyển cửa van sang đóng ở nhóm khác để tiến hành đổ bê tông. Lúc đó nước trong hồ sẽ dâng cao và chảy qua cấp vừa mới lắp.



Hình 1-12. Biểu thị thứ tự đổ bê tông lắp khe răng lược
a) Phương pháp hai cấp, b) Phương pháp ba cấp

Trường hợp hai cấp không đủ để tháo lưu lượng dẫn dòng thiết kế thì có thể dùng phương pháp ba cấp. Nội dung của phương pháp này là chia các khe răng lược ra ba nhóm, rồi luân lưu đóng cửa van để đổ bê tông từng nhóm một. Chiều cao mỗi lần đổ bê tông bằng ba lần độ sâu của dòng nước; trừ lần đổ đầu tiên và thứ hai để hình thành bậc thang thì lần lượt bằng h và $2h$ (hình 1-12b).

Lưu lượng chảy qua các khe răng lược có thể dùng công thức sau đây để tính toán :

$$Q = \frac{n}{K} m \epsilon b \sqrt{2g} h^{3/2} \left[1 + 2^{3/2} + \dots + (K-1)^{3/2} \right]$$

Trong đó :

- Q - lưu lượng dẫn dòng thiết kế, (m^3/s) ;
- m - hệ số lưu lượng, thường $m = 0,32 \div 0,35$;
- b - chiều rộng của mỗi khe răng lược, (m) ;
- ϵ - hệ số co hẹp của dòng chảy qua khe răng lược, $\epsilon = 0,85 \div 0,90$;
- n - số khe răng lược ;
- K - số cấp ;
- g - gia tốc trọng lực, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$;
- h - chiều cao của cột nước trên đỉnh cấp cao nhất, (m).

Chiều rộng tổng cộng của đoạn răng lược bị khống chế bởi điều kiện chống xói ở hạ lưu, và xác định như sau :

$$L = \frac{Q}{V_1 h_1}$$

Trong đó :

- L - chiều rộng tổng cộng của đoạn răng lược, (m) ;
- Q - lưu lượng dẫn dòng thiết kế chảy qua khe răng lược, (m³/s);
- V₁ - lưu tốc cho phép không xói sâu sau, (m/s) ;
- h₁ - chiều sâu của dòng chảy trên sân sau khi xả hết lưu lượng Q, (m).

Dùng phương pháp này cần chú ý các điểm sau đây :

- Nên bố trí các khe răng lược vào đoạn đập tràn.
- Khi thi công phải để lại các rãnh phai để tiện cho việc lắp các khe răng lược. Đặc biệt là phải tận dụng được các rãnh phai và phai sửa chữa.

Phương pháp này có ưu điểm chủ yếu là lắp khe răng lược đơn giản, không khó khăn như lắp cống đáy, ít bị vật nổi lấp, nhưng cũng có nhược điểm là lắp khe răng lược tiến hành ở chỗ chật hẹp, chậm trễ và đòi hỏi phải có cửa van và thiết bị đóng mở.

c) Tháo nước thi công qua chỗ lõm chứa lại ở thân đập

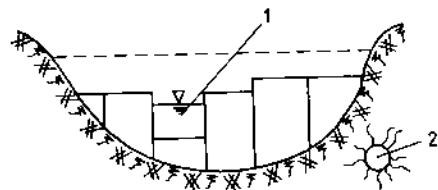
Đây chỉ là biện pháp kết hợp với các công trình tháo nước khác để xả lũ thi công ở các công trình miền núi. Dựa vào các đặc điểm của sông suối miền núi mùa khô lấp chỗ lõm để nâng cao đập. đương nhiên biện pháp này chỉ thích hợp với công trình bằng bê tông và bê tông cốt thép. Trường hợp đặc biệt có thể dùng với công trình đá xây và đá đổ. Kích thước chỗ lõm tháo nước do các nhân tố sau đây quyết định :

- Trị số của lưu lượng cần xả qua chỗ lõm.
- Khả năng xả lũ của các công trình tháo nước khác.
- Đặc điểm của kết cấu công trình thủy công.
- Điều kiện chống xói ở hạ lưu.
- Điều kiện và khả năng thi công v.v...

Ngoài các phương pháp dẫn dòng cơ bản trên chúng ta còn gặp những trường hợp dẫn dòng đặc biệt sau đây :

1. Không dẫn dòng - Trữ nước lại trong hồ hoặc kết hợp dùng bơm.

Phương pháp này thường chỉ dùng ở các sông suối nhỏ, lưu lượng mùa kiệt rất nhỏ



Hình 1-13. Tháo nước thi công qua chỗ lõm ở thân đập

1. Nước tràn qua chỗ lõm ;
2. Đường hầm tháo nước lâu dài.

mà khả năng điều tiết của hồ lại lớn. Mặt khác khối lượng công trình (kể cả công trình tạm) nhỏ ; có thể thi công gọn trong một mùa khô.

2. Cho nước tràn qua đê quai, hố móng và công trình đang thi công.

Phương pháp này thường chỉ dùng ở các sông suối miền núi có lưu lượng mùa lũ và mùa kiệt quá chênh lệch, thời gian lũ rất ngắn, lòng sông chống xói tốt, đồng thời công trình đang thi công (kể cả công trình tạm) có thể cho phép nước tràn qua.

Nói chung phương pháp này rất ít dùng vì nó gây nhiều khó khăn, phức tạp khi ngập lụt xảy ra. Tuy nhiên trong trường hợp thật cần thiết thì phải kinh qua tính toán và so sánh kinh tế.

§1.3. CHỌN LƯU LƯỢNG THIẾT KẾ DẪN DÒNG

Khi thiết kế công trình dẫn dòng thi công cần chọn một hoặc một số trị số lưu lượng nào đó làm tiêu chuẩn để tính toán gọi là lưu lượng thiết kế dẫn dòng.

Khi chọn lưu lượng thiết kế dẫn dòng nói chung phải tiến hành qua các bước sau đây:

I. Chọn tần suất thiết kế

Tần suất thiết kế phụ thuộc vào quy mô, tính chất và điều kiện sử dụng của công trình. Do đó khi chọn tần suất thiết kế phải quán triệt đầy đủ các điều khoản ở mục A, chương IV của "Quy phạm chung về thiết kế công trình thủy lợi".

Riêng đối với công trình tạm thì tần suất thiết kế lấy bằng 10%. Khi có luận chứng chắc chắn có thể lấy bằng 5%, nhưng phải được cấp duyệt nhiệm vụ thiết kế đồng ý.

II. Chọn thời đoạn dẫn dòng và lưu lượng thiết kế

Sau khi đã xác định được tần suất thiết kế thì việc chọn lưu lượng thiết kế chủ yếu phụ thuộc vào việc chọn thời đoạn dẫn dòng thiết kế.

Chọn thời đoạn dẫn dòng thiết kế là một vấn đề khá phức tạp. Nó đòi hỏi phải nghiên cứu kỹ càng một cách tổng hợp và toàn diện các vấn đề có liên quan như đặc điểm thủy văn và khí tượng, đặc điểm kết cấu công trình, phương pháp dẫn dòng, điều kiện và khả năng thi công v.v... để đề xuất và chọn được các thời đoạn dẫn dòng hợp lý, nghĩa là đảm bảo hoàn thành công trình đúng thời hạn với chất lượng cao và giá thành rẻ. Dưới đây nêu một số thí dụ để minh họa điều đó.

- Đối với công trình bằng đất hoặc đá đổ, nói chung không cho phép nước tràn qua, mà khối lượng đào đắp lại lớn. khả năng và điều kiện thi công hạn chế, không thể hoàn thành trong một mùa khô mà phải thi công trong toàn năm thì thời đoạn dẫn dòng thiết kế phải chọn là một năm và lưu lượng thiết kế dẫn dòng được chọn phải là lưu lượng lớn nhất trong năm ứng với tần suất đã chọn. Ngược lại công trình có thể hoàn thành trong một mùa khô thì thời đoạn thiết kế chỉ là một mùa khô và lưu lượng thiết kế là lưu lượng lớn nhất của mùa khô ứng với tần suất đã chọn.

- Trường hợp thượng lưu có khả năng hình thành hồ chứa và khả năng điều tiết của hồ lớn, điều kiện và khả năng thi công lại cho phép thi công vượt lũ, chúng ta có thể chia ra hai thời đoạn dẫn dòng : mùa khô thì đề quai thấp chắn nước, mùa lũ thì đập chính (có thể với mặt cắt kinh tế) chắn nước. Một phần nước trữ lại trong hồ, một phần khác cho tháo qua các công trình dẫn dòng.

Những thí dụ và phân tích trên đây chứng tỏ rằng : không thể quy định một trị số nào đó để làm lưu lượng thiết kế, cũng không thể áp dụng kinh nghiệm sẵn có nào được, mà phải căn cứ vào tình hình cụ thể, các điều kiện, nhu cầu và khả năng, kinh qua tính toán và so sánh kinh tế, kỹ thuật để xác định.

Riêng đối với các công trình thủy lợi cho phép nước tràn qua ở trên các sông suối miền núi có mực nước và lưu lượng biến đổi rất lớn trong một năm thì nên dùng phương pháp tính toán kinh tế kỹ thuật để xác định lưu lượng thiết kế dẫn dòng.

Tính toán kinh tế, kỹ thuật để xác định lưu lượng thiết kế dẫn dòng có thể tiến hành theo các bước sau đây :

1. Căn cứ vào đặc trưng thủy văn của dòng chảy giả định một số trị số lưu lượng thiết kế có khả năng nhất. Từ đó tính ra mực nước thượng, hạ lưu.

2. Căn cứ vào mực nước thượng hạ lưu, quyết định hình thức cấu tạo đồng thời tính ra khối lượng công trình và giá thành xây dựng chúng.

3. Tính ra các phí tổn trực tiếp và gián tiếp do một lần ngập hồ móng gây nên. Những phí tổn trực tiếp gồm có : bơm nước, nạo vét hồ móng, di chuyển các thiết bị, sửa chữa đề quai và các công trình khác bị hư hỏng, tổn thất về vật liệu v.v... Những phí tổn gián tiếp gồm có: chi phí lương cho công nhân chờ việc và chi phí về các công trình phục vụ phải tăng thêm sau khi ngập (vì sau khi ngập, muốn đảm bảo đúng kế hoạch thì phải tăng người, tăng thiết bị, do đó công trình phục vụ cũng tăng lên).

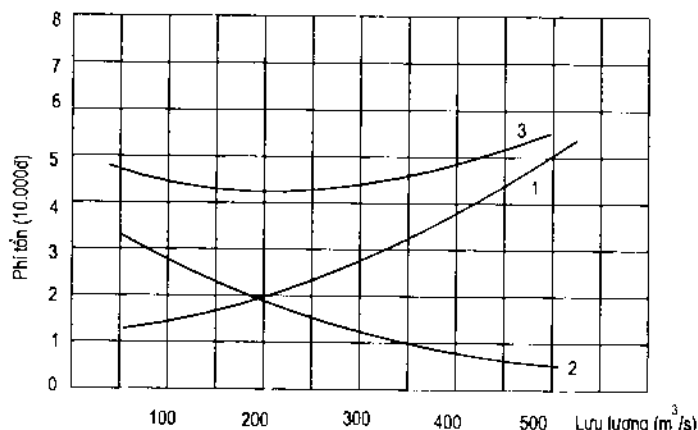
4. Dựa vào tài liệu thủy văn và lý luận về tần suất, tìm ra số lần lưu lượng có trị số vượt quá các lưu lượng đã giả định, rồi tìm ra tần suất ngập lụt. Từ đó có thể tính được số lần có khả năng ngập hồ móng trong thời gian thi công và tính được tổng phí tổn về ngập lụt. Thí dụ : Ta có tài liệu thủy văn 20 năm và tìm được ở đó có 40 lần lũ có trị số lưu lượng vượt trị số đã giả định, thì tần suất ngập lụt hồ móng sẽ là $p = \frac{40}{20} \times 100 = 200\%$.

Nếu thời đoạn dẫn dòng là một năm thì số lần ngập lụt là 2 lần. Từ đó có thể tính được các phí tổn về ngập lụt trong thời gian dẫn dòng.

5. Vẽ đường quan hệ giữa lưu lượng và phí tổn dẫn dòng, giữa lưu lượng và phí tổn do ngập lụt hồ móng gây nên trên cùng một đồ thị, sau đó vẽ ra đường quan hệ giữa lưu lượng và phí tổn tổng cộng ngay trên đồ thị đó. Từ đó tìm được lưu lượng kinh tế nhất ; tức là lưu lượng làm cho tổng phí tổn nhỏ nhất (hình 1-14).

Hình 1-14. Quan hệ giữa lưu lượng dẫn dòng với phí tổn dẫn dòng và phí tổn ngập lụt

1. Quan hệ giữa lưu lượng thiết kế với phí tổn của công trình dẫn dòng; 2. Quan hệ giữa lưu lượng thiết kế với phí tổn do ngập lụt gây nên; 3. Quan hệ giữa lưu lượng thiết kế với phí tổn tổng cộng.



Đến đây ta còn phải tiến hành thêm một bước nữa là phân tích khả năng hiện thực của nó. Cụ thể là phải căn cứ vào tình hình cụ thể về khối lượng và chất lượng, mức độ phức tạp về kỹ thuật, thời gian thi công và khả năng cung cấp thiết bị, nhân lực, vật liệu, các điều kiện và khả năng thi công khác mà phân tích xem có khả năng thực hiện được không. Cuối cùng khẳng định một trị số lưu lượng có lợi nhất về kinh tế và khả năng nhất về kỹ thuật và chọn làm lưu lượng thiết kế.

§1.4. CHỌN PHƯƠNG ÁN DẪN DÒNG THI CÔNG

Chọn một phương án dẫn dòng hợp lý, đòi hỏi chúng ta phải nghiên cứu kỹ càng, phân tích một cách khách quan và toàn diện các nhân tố liên quan.

I. Phân tích các nhân tố ảnh hưởng

1. Điều kiện thủy văn

Người ta dựa vào đặc trưng thủy văn của dòng sông quyết định chọn phương án dẫn dòng; vì rằng lưu lượng, lưu tốc, mực nước lớn hay nhỏ, biến đổi nhiều hay ít, mùa lũ và mùa khô dài hay ngắn đều trực tiếp ảnh hưởng đến việc chọn phương án dẫn dòng thi công.

2. Điều kiện địa hình

Cấu tạo địa hình của lòng sông và hai bờ tại khu vực công trình đầu mối thủy lợi có ảnh hưởng trực tiếp đến việc bố trí các công trình ngăn nước và dẫn dòng thi công. Với những sông lớn, lòng sông rộng có thể dùng phương pháp dẫn dòng qua lòng sông thu hẹp ngược lại với các sông suối miền núi có lòng hẹp, bờ dốc, nếu có đá tốt có thể dùng đường hầm để dẫn dòng. Đặc biệt có những nơi đã khéo lợi dụng các đá nhấp nhô ở giữa sông để bố trí đê quay và phân đợt dẫn dòng như công trình thủy điện Thác Bà.

3. Điều kiện địa chất và địa chất thủy văn

Điều kiện địa chất bao gồm :

a) Mức độ thu hẹp của lòng sông : Nếu lòng sông là đá cứng, chống xói tốt thì mức độ thu hẹp có thể rất lớn (có khi đạt tới 88%) và có thể chịu được một lưu tốc rất lớn (có khi tới 7,5 m/s) mà không bị xói lở. Ngược lại với lòng sông là đất thì mức độ thu hẹp của lòng sông thường chỉ đạt tới 30% và lưu tốc đạt tới 3 m/s là cùng.

b) Kết cấu công trình dẫn nước : Nếu đá ở hai bờ cứng rắn, ít nứt nẻ, không phong hoá mà không dùng được các loại công trình tháo nước đơn giản và rẻ tiền thì có thể dùng đường hầm để dẫn dòng. Nếu đá bị phong hoá mạnh, nứt nẻ nhiều hoặc có lớp trầm tích dày thì có thể nghiên cứu dùng kênh dẫn dòng.

c) Hình thức cấu tạo và phương pháp thi công đề quai : Thường thường các loại đề quai bằng đất hoặc đất đá hỗn hợp thì có thể đắp trực tiếp trên các lớp trầm tích hoặc nền đá. Nhưng đề quai bằng cọc chỉ thích hợp với nền đất và đề quai khung gỗ thường chỉ dùng với nền đá v.v...

4. Điều kiện lợi dụng tổng hợp dòng chảy

Trong thời gian thi công cần phải đảm bảo yêu cầu lợi dụng tổng hợp dòng chảy tới mức cao nhất như tưới ruộng, phát điện, vận tải thủy, nuôi cá, nước dùng cho công nghiệp và sinh hoạt v.v... Tuy việc đó có gây cho thi công thêm khó khăn, phức tạp, nhưng lại đem lại hiệu quả cao về kinh tế.

5. Cấu tạo và sự bố trí công trình thủy lợi

Giữa công trình đầu mối thủy lợi và phương án dẫn dòng thi công có mối liên hệ hữu cơ mật thiết. Khi thiết kế các công trình thủy lợi đầu tiên phải chọn phương án dẫn dòng. Ngược lại khi thiết kế tổ chức thi công phải thấy rõ, nắm chắc đặc điểm cấu tạo và sự bố trí công trình để có kế hoạch khai thác và lợi dụng chúng vào việc dẫn dòng. Chỉ có như vậy thì bản thiết kế mới có khả năng hiện thực và có giá trị cao về kinh tế.

6. Điều kiện và khả năng thi công

Điều kiện này bao gồm : thời gian thi công; khả năng cung cấp thiết bị, nhân lực, vật liệu; trình độ tổ chức sản xuất và quản lý thi công.

Kế hoạch tiến độ thi công không những phụ thuộc vào thời gian thi công do nhà nước quy định mà còn phụ thuộc vào kế hoạch và biện pháp dẫn dòng. Do đó chọn được phương án dẫn dòng hợp lý sẽ tạo điều kiện cho thi công hoàn thành đúng hoặc vượt thời gian.

Tóm lại : Có rất nhiều nhân tố ảnh hưởng đến việc chọn phương án dẫn dòng và tùy nơi tùy lúc, tùy trường hợp mà có những nhân tố nổi bật và quan trọng. Do đó khi thiết kế dẫn dòng cần phải điều tra cụ thể, nghiên cứu kỹ càng và phân tích toàn diện để chọn được phương án dẫn dòng hợp lý, nghĩa là có lợi về cả hai mặt kinh tế và kỹ thuật.

II. Những nguyên tắc để chọn phương án dẫn dòng

1. Thời gian thi công ngắn nhất.
2. Phí tổn về dẫn dòng và giá thành công trình rẻ nhất.
3. Thi công được thuận lợi, liên tục, an toàn và chất lượng cao.
4. Đảm bảo yêu cầu tổng hợp lợi dụng tối mức cao nhất.

Để đảm bảo được các nguyên tắc trên đây, cần chú ý mấy vấn đề cụ thể và nổi bật như sau :

- Triệt để lợi dụng điều kiện có lợi của tự nhiên và đặc điểm kết cấu công trình thủy lợi để giảm bớt khối lượng và giá thành các công trình tạm.

- Khai thác mọi khả năng và lực lượng tiên tiến về kỹ thuật, tổ chức và quản lý, như : những máy có năng suất lớn, phương pháp thi công tiên tiến, biện pháp tổ chức khoa học để tranh thủ mùa khô với hiệu quả cao nhất; cụ thể là : mùa khô đề quai thấp chắn nước, tập trung mọi lực lượng tiên tiến đáp ứng với tốc độ nhanh để mùa mưa thì đập chính chắn lũ.

- Khi thiết kế các công trình tạm và chọn phương pháp thi công nên đơn giản, dễ làm, thi công nhanh, tháo dỡ chóng, tạo điều kiện cho công trình chính khởi công sớm và thi công thuận lợi. Đặc biệt là tạo điều kiện cho công trình sớm phát huy tác dụng.

Chương 2

ĐÊ QUAI

§2.1. KHÁI NIỆM CHUNG

I. Định nghĩa và phân loại

Đê quai là một công trình ngăn nước tạm thời, ngăn cách hố móng với dòng chảy để tạo điều kiện cho công tác thi công ở trong hố móng được khô ráo.

Dựa vào cấu tạo và vật liệu dùng, đê quai có thể chia ra các loại sau đây :

1. Đê quai bằng đất.
2. Đê quai bằng đá đổ.
3. Đê quai bằng bó cây.
4. Đê quai bằng đất và cỏ.
5. Đê quai bằng bản cọc gỗ.
6. Đê quai bằng bản cọc thép.
7. Đê quai bằng khung gỗ.
8. Đê quai bằng bê tông.

Căn cứ vào vị trí tương đối giữa đê quai và phương nước chảy ta có thể chia ra : đê quai ngang (thượng, hạ lưu) và đê quai dọc.

II. Những yêu cầu cơ bản đối với đê quai

1. Phải đủ cường độ chịu lực và ổn định, chống thấm và phòng xói tốt.
2. Cấu tạo đơn giản, dễ làm, đảm bảo xây dựng, sửa chữa và tháo dỡ nhanh chóng.
3. Phải liên kết tốt với hai bờ và lòng sông. Trường hợp cần thiết phải bảo vệ thích đáng, để đề phòng xói lở và phá hoại.
4. Khối lượng công việc ít nhất, dùng vật liệu tại chỗ, đảm bảo sử dụng nhân lực, vật liệu và thiết bị ít nhất mà có thể xây dựng xong trong một thời gian ngắn với giá rẻ nhất.

§2.2. CẤU TẠO VÀ PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG ĐÊ QUAI THÔNG THƯỜNG

I. Đê quai bằng đất

Đê quai bằng đất có những đặc điểm nổi bật sau đây:

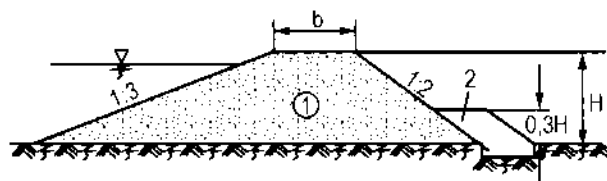
- Không cho phép nước tràn qua.

- Có thể đắp trực tiếp trên bất kỳ loại nền nào.
- Tất cả các loại đất tại chỗ nếu chứa ít chất hữu cơ và muối hoà tan đều có thể dùng được. Trong điều kiện cho phép tốt nhất nên dùng đất thịt pha cát, lẫn sạn sỏi.
- Kỹ thuật thi công đơn giản, xây dựng và tháo dỡ dễ dàng.
- Giá thành rẻ nhất.

Tuy nhiên đê quai đất cũng có những khuyết điểm nhất định :

- Tiết diện và khối lượng lớn.
- Lưu tốc cho phép xói nhỏ, thường 0,7 m/s.

Đê quai bằng đất thường có mặt cắt hình thang (hình 2-1). Chiều rộng đỉnh đê quai được xác định theo cấu tạo và yêu cầu của thi công như làm đường vận chuyển, nhưng nói chung không nên nhỏ hơn 2m. Mái dốc của đê quai lớn hay nhỏ phụ thuộc vào loại đất và phương pháp thi công. Thông thường dùng các trị số mái dốc sau đây :



Hình 2-1. Mặt cắt đê quai bằng đất
1. Đất pha cát; 2. Vật thoát nước

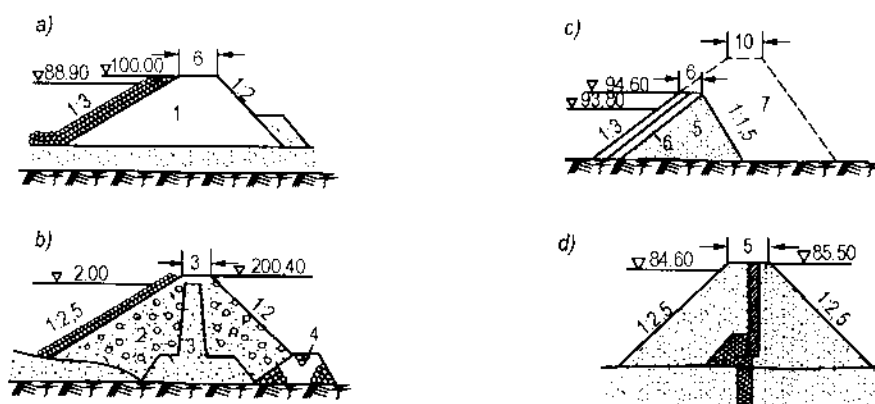
- Đắp đất bằng đầm nén thì mái đê thượng lưu từ 1:2 ÷ 1:4, mái đê hạ lưu từ 1:1,5 ÷ 1:2,5.
- Đắp đất cát, hoặc pha cát trong nước thì mái đê thượng lưu từ 1:4 ÷ 1:6, mái đê hạ lưu từ 1:3 ÷ 1:4.

Để đề phòng sóng và xói mái đê phía tiếp xúc với nước có thể phủ một lớp đá bảo vệ, còn mái đê phía kia cần làm vật thoát nước kiểu lọc ngược để phòng dòng thấp cuốn đất trong thân đê.

Ngoài đê quai đắp bằng đất đồng chất ra, người ta còn đắp đê quai bằng nhiều loại đất khác nhau : Đê quai có tường tâm, đê quai có tường nghiêng hoặc các hình thức đê quai khác (hình 2-2).

Phần dưới nước của đê quai thường đắp bằng cách đổ đất ngay trong nước và phần trên khô được đắp bằng phương pháp đầm nén. Thông thường thì đắp dần từ bờ này sang bờ kia hoặc bắc cầu công tác để xe đi trên cầu mà đổ đất đắp đê quai.

Đắp theo phương pháp tiến dần từ bờ trở đi thì diện công tác hẹp, thi công tương đối chậm nhưng lại đơn giản và không cần cầu công tác. Ngược lại dùng cầu công tác thì diện công tác rộng, đắp đê quai tương đối nhanh nhưng tốn thời gian, vật liệu và kinh phí làm cầu tạm.



Hình 2-2. Một số mặt cắt của các đê quai đất khác nhau

a) Đê quai đồng chất; b) Đê quai có tường tâm bằng đất sét; c) Đê quai có tường nghiêng bằng đất sét; d) Đê quai có tường tâm bằng cọc (gỗ hoặc thép);
 1. Đất; 2. Sỏi; 3. Tường tâm bằng đất sét; 4. Vật thoát nước; 5. Đất cát; 6. Tường nghiêng bằng đất sét; 7. Bộ phận nâng cao và đắp dày; 8. Đất sét; 9. Bảng cọc thép. 10. Bản cọc gỗ.

Khi tháo dỡ đê quai có thể dùng máy xúc, tàu hút, tàu cuốc hoặc nổ mìn. Trường hợp đê quai nhỏ có thể dùng nhân lực v.v...

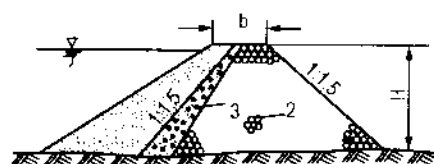
Trong thực tiễn thi công thường người ta lợi dụng khối đất đào (như đào móng, đào kênh) để đắp đê quai nhằm giảm giá thành xây dựng.

II. Đê quai bằng đá đổ

Đê quai bằng đá đổ có thể xây dựng trên nền đá hoặc đất. Đắp trực tiếp được trên khô hoặc trong nước và đắp theo phương pháp đổ nghiêng hoặc bằng.

Đê quai đá đổ thường dùng có mặt cắt như hình 2-3.

Để phòng thấm thường đắp đường nghiêng ở trước khối đá đổ, giữa khối đá đổ và tường nghiêng làm tầng lọc ngược để ngăn ngừa dòng thấm cuốn trôi đất của tường nghiêng. Mái dốc khối đá đổ thường là 1:1,25 ÷ 1:1,5 và mái dốc của tường nghiêng 1:1,25 ÷ 1:3.



Hình 2-3. Mặt cắt đê quai bằng đá đổ
 1. Đất; 2. Đá hộc; 3. Tầng lọc.

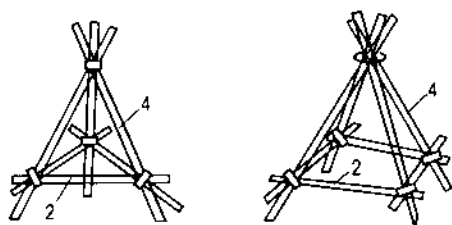
Khi đá đổ trong dòng chảy để đắp đê quai thì trước hết đổ đá nhỏ, về sau tùy sự tăng lên của độ chênh mực nước và lưu tốc mà dùng cỡ đá lớn dần. Khi lưu tốc lớn hơn 3m/s phải dùng rọ đá, đá tảng hoặc khối bê tông v.v... (phần này sẽ được trình bày tỷ mỉ trong chương ngăn dòng).

Trường hợp thật cần thiết mới dùng loại đê quai đất, đá hỗn hợp với một lớp bao ngoài, nhất là phần đỉnh và mái hạ lưu bằng bê tông hoặc đá xây để bảo vệ.

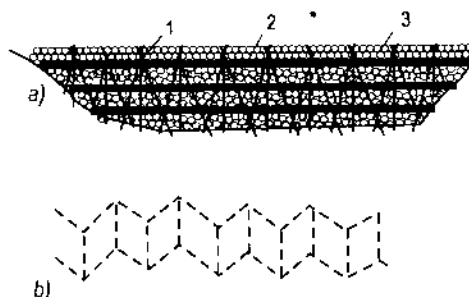
III. Đê quai bằng bó cây

Đê quai bằng bó cây là loại đê quai làm bằng cành cây, đất và đá. Thường dùng trong trường hợp lưu tốc lớn, lòng sông dễ bị xói và chịu cột nước từ 5m trở lại. Về cấu tạo có thể chia ra 3 loại sau đây :

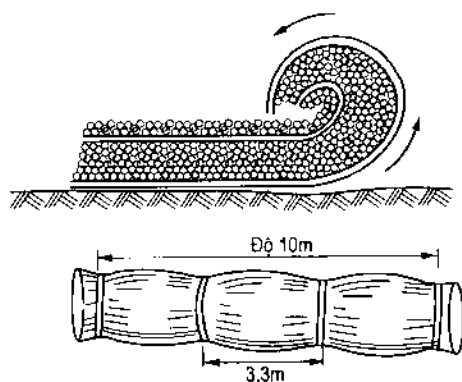
- Đê quai bằng giàn cây độn đá (hình 2-4 và 2-5).
- Đê quai bằng bó cành cây độn đất đá (hình 2-6).
- Đê quai bằng rọ tre đựng đất hoặc đá.



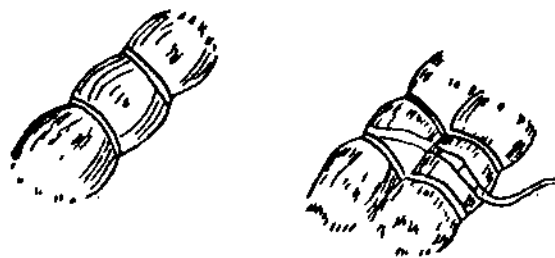
Hình 2-4. Giàn đá
1. Thân giàn; 2. Thanh ngang.



Hình 2-5. Mặt cắt của đê quai giàn đá
a) Mặt cắt ngang; b) Mặt bằng.
1. Bó cành cây; 2. Đất và đá; 3. Giàn đá.



Hình 2-6. Bó cành cây



Hình 2-7. Bó cỏ độn đất

IV. Đê quai bằng cỏ và đất

Cỏ bó thành từng bó dài $1,2 \div 1,8$ m đường kính từ $0,3 \div 0,7$ m, trong độn đất, nặng khoảng $5 \div 9$ kg (hình 2-7). Sau đó buộc hai bó với nhau, thả xuống nước (hình 2-8).

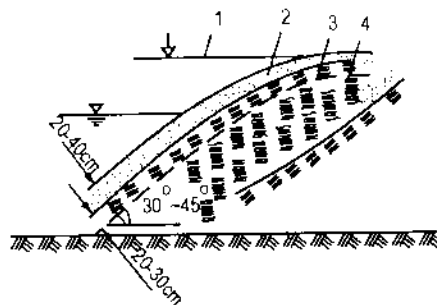
Loại đê quai này thường dùng khi nước không sâu quá 6m và lưu tốc không quá 3m/s.

Đê quai này có những ưu điểm sau đây :

- Vật liệu nhiều và rẻ tiền, không cần nhiều thiết bị chuyên môn.

Hình 2-8. Mặt cắt ngang
đê quai bó cỏ và đất

1. Cao trình đỉnh đê quai;
2. Đất sét; 3. Cỏ, cây rời
rạc; 4. Bó cây hoặc cỏ.



- Cấu tạo đơn giản, thi công (đắp, sửa chữa, tháo dỡ) nhanh chóng và dễ dàng.
- Có khả năng thích hợp với cả nền đất và nền đá, khả năng chống thấm tốt.

V. Đê quai bằng bản cọc gỗ

Khi yêu cầu đê quai có tiết diện nhỏ mà nền là đất có thể dùng đê quai bản cọc gỗ. Tùy chiều sâu của nước ta có thể dùng đê quai một hàng cọc hay hai hàng cọc.

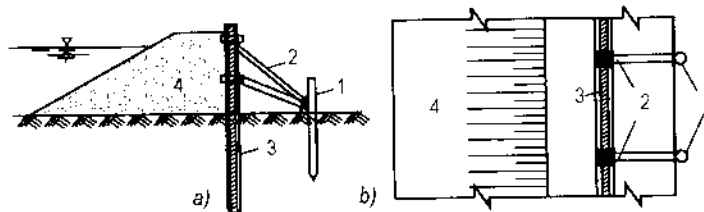
Chiều cao của đê quai một hàng cọc không nên lớn hơn 4m. Bản cọc có thể làm bằng các tấm ván hoặc những cây gỗ dày từ 8÷18cm ghép với nhau bằng mộng.

Để phòng thấm cần đắp đất phía thượng lưu với đỉnh rộng chừng 1÷1,5m. Mặt khác để đảm bảo bản cọc ổn định thường dùng các thanh chống nghiêng với đầu dưới được tựa vào cọc chống đỡ (hình 2-9).

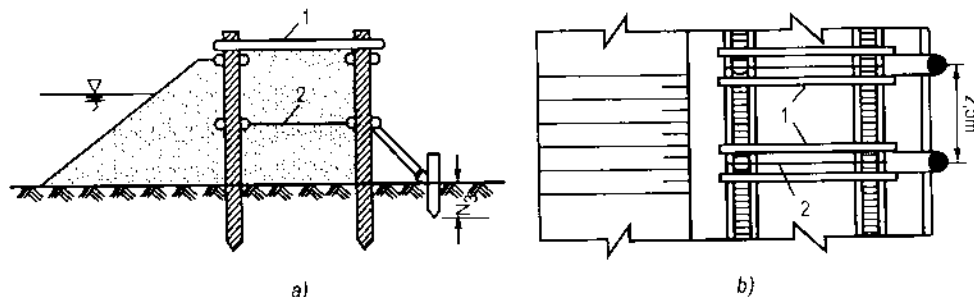
Hình 2-9. Đê quai
một hàng cọc

a) Mặt cắt ngang; b) Mặt bằng.

1. Cọc chống đỡ;
2. Thanh chống nghiêng;
3. Bản cọc; 4. Đất đắp.



Đê quai hai hàng cọc thường dùng với dòng nước sâu từ 4÷8m, lưu tốc không lớn lắm, giữa hai hàng cọc có dây co nêo bằng thép và đất đắp. Để tăng cường ổn định thường người ta còn đắp đất cả ở mặt tiếp giáp với nước. Cách chống đỡ cũng tương tự như đê quai một hàng cọc (hình 2-10).



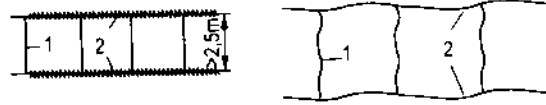
Hình 2-10. Đê quai hai hàng cọc

a) Mặt cắt ngang; b) Mặt bằng. 1. Thanh giằng bằng gỗ; 2. Dây kéo bằng thép.

VI. Đê quai bằng bản cọc thép

Thường dùng đê quai bản cọc thép để làm đê quai dọc. Có hai loại: hai hàng cọc và nhiều khoang.

Loại đê quai hai hàng cọc thường dùng với độ chênh mực nước trước và sau đê quai từ $8 \div 9\text{m}$. Nó do hai hàng bản cọc song song với tuyến đê quai hợp thành, giữa hai hàng bản cọc lại có các bản cọc thép liên kết (hình 2-11).

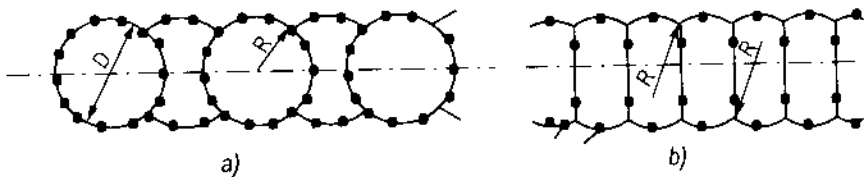


Hình 2-11. Bố trí mặt bằng của đê quai hai bản cọc thép

1. Bản cọc thép liên kết;
2. Bản cọc thép dọc theo chiều dài đê quai

Loại đê quai nhiều khoang thường dùng với dòng nước có chiều sâu nhỏ hơn 30m và có loại hình trụ tròn và loại hình cung (hình 2-12a, b).

Loại thứ nhất (hình 2-12a) do các bản cọc thép đóng thành hình trụ tròn có đường kính lớn (có khi tới 20m) rồi dùng các bản cọc khác nối các hình trụ tròn lại thành một khối chỉnh thể. Nói chung bán kính hình trụ thường bằng $0,8 \div 0,9$ lần cột nước đê quai.



Hình 2-12. Bố trí mặt bằng của đê quai kiểu nhiều khoang

- a) Đê quai có khoang hình trụ; b) Đê quai thép có khoang hình cung.

Đê quai bản cọc thép có những ưu điểm sau đây :

- Có thể đắp đê quai cao mà vẫn ổn định, kiên cố và ít thấm.
- Có thể đóng trên hầu hết các loại nền trừ nền là đá cứng.
- Tháo dỡ tương đối dễ dàng, ít hư hỏng, thu hồi tới $70 \div 80\%$ vật liệu.
- Có thể cơ giới hoá được các khâu dựng, đóng tháo dỡ, do đó thi công nhanh chóng.
- Tiết diện đê quai nhỏ, phòng xói tốt.

Tuy nhiên nó còn tồn tại những nhược điểm sau đây:

- Lãng phí nhiên vật liệu quý, không tận dụng được vật liệu tại chỗ.
- Phải có một trình độ cơ giới hoá nhất định và kỹ thuật thi công tương đối cao, đặc biệt chú ý sự nối tiếp giữa các bản cọc, đảm bảo liên kết chặt chẽ để phòng thấm.

VII. Đê quai bằng khung gỗ

Có dạng kết cấu khung và thường dùng trong các trường hợp sau đây :

- Lưu tốc dòng chảy từ 4÷6m/s mà không cho phép dùng các loại đê quai khác và thường dùng làm đê quai dọc.

- Lòng sông là đá không thể đóng cọc được.

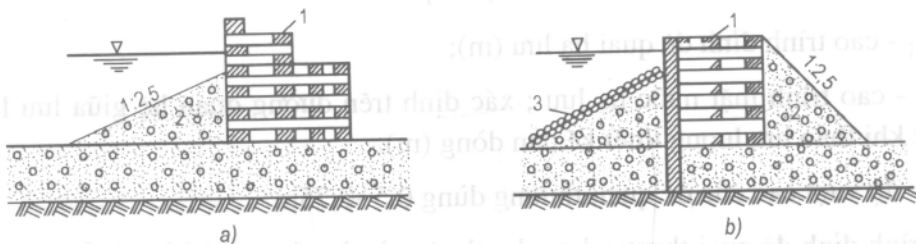
- Thời gian sử dụng đê quai dài và khi cần có thể cho phép nước tràn qua.

- Trên mặt đê quai cần làm đường vận chuyển các thiết bị nặng.

- Địa phương sẵn gỗ và đá.

Khung gỗ được đóng trước ở trên bờ, lợi dụng đường trượt hoặc lăn, hoặc cần trục để thả khung gỗ xuống nước, sau đó dùng thuyền hoặc tời kéo đến vị trí đã định.

Thả khung gỗ thường lợi dụng lúc nước cạn, lưu tốc nhỏ, sau khi khung gỗ đã đến vị trí đã định cần tiến hành thả đá đến mức độ nhất định đủ đảm bảo cho khung gỗ ổn định khi chịu lực (hình 2-13).



Hình 2-13. Đê quai bằng khung gỗ

a) Đắp đất một bên; b) Đắp đất hai bên. 1. Ván gỗ; 2. Đất; 3. Đá.

Để phòng thấm cho đê quai loại này thường dùng các biện pháp sau đây :

- Lát hai đến ba lớp ván gỗ phía tiếp xúc với nước, hoặc hai lớp ván giữa đổ nhựa đường.

- Đóng bản cọc gỗ hoặc thép đến tầng không thấm (nếu là nền đất).

- Đắp đất phía tiếp xúc với nước.

Loại đê quai này có khuyết điểm rất lớn là tốn nhiều gỗ, giá thành đắt và khi tháo dỡ cũng khó khăn, chậm trễ, nhất là bộ phận dưới nước.

VIII. Đê quai bằng bê tông

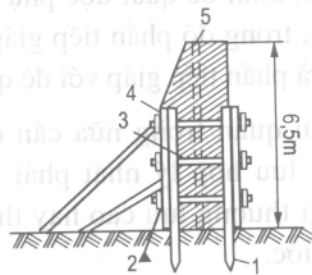
Dùng trong các trường hợp sau đây :

- Lòng sông là đá và độ chênh mực nước lớn.

- Yêu cầu đê quai có tiết diện nhỏ, phòng thấm và phòng xói tốt.

- Làm một bộ phận của công trình lâu dài.

- Làm đê quai dọc (hình 2-14).



Hình 2-14. Đê quai bằng bê tông

1. Cọc sắt; 2. Đầm ngang; 3. Bu lông; 4. Ván

khuôn; 5. Lô để sau này nổ mìn phá đê quai

Dùng đê quai bê tông có khuyết điểm là đắt tiền, thi công phức tạp cho nên chỉ dùng trong trường hợp kết hợp là một bộ phận của công trình và thời gian sử dụng dài.

Trên đây đã lần lượt giới thiệu về cấu tạo và phương pháp thi công các loại đê quai thường dùng. Nhưng đối với mỗi công trình thì các nhân tố ảnh hưởng khác nhau. Do đó cần phải căn cứ vào tình hình cụ thể từng nơi, từng lúc và yêu cầu kỹ thuật đối với đê quai mà tiến hành so sánh kinh tế và kỹ thuật để chọn ra loại đê quai thích hợp nhất.

§2.3. XÁC ĐỊNH CAO TRÌNH ĐỈNH ĐÊ QUAI VÀ BỐ TRÍ MẶT BẰNG CỦA ĐÊ QUAI

I. Xác định cao trình đỉnh đê quai

Cao trình đỉnh đê quai hạ lưu chủ yếu phụ thuộc vào lưu lượng thiết kế dẫn dòng và đặc trưng thủy văn của dòng sông. Nó được xác định như sau :

$$H_1 = h_1 + \delta$$

H_1 - cao trình đỉnh đê quai hạ lưu (m);

h_1 - cao trình mặt nước hạ lưu ; xác định trên đường quan hệ giữa lưu lượng và mực nước khi tháo lưu lượng thiết kế dẫn dòng (m).

δ - độ vượt cao của đê quai, thường dùng $0,5 \div 0,75$ m.

Cao trình đỉnh đê quai thượng lưu phụ thuộc vào lưu lượng thiết kế dẫn dòng và khả năng xả của các công trình tháo nước và khả năng điều tiết của hồ. Nó được xác định như sau :

$$H_2 = h_1 + Z + \delta$$

H_2 - cao trình đỉnh đê quai thượng lưu;

h_1 - giống công thức trên ;

Z - độ chênh mực nước thượng, hạ lưu (m).

Độ chênh mực nước Z được xác định thông qua tính toán thủy lực và điều tiết dòng chảy qua các công trình tháo nước.

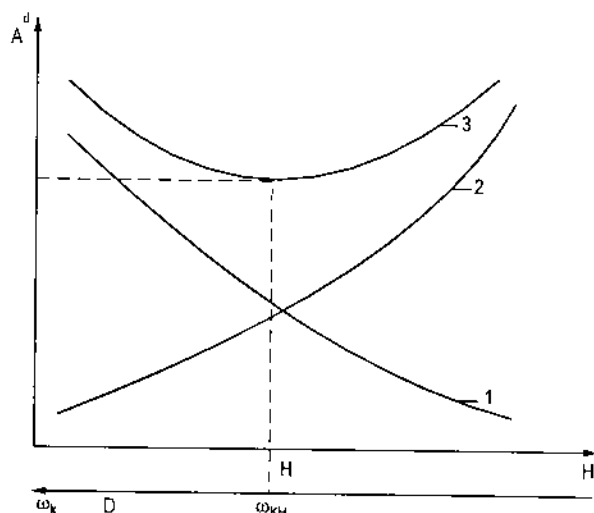
Cao trình đỉnh đê quai dọc phụ thuộc vào đường mặt nước khi tháo lưu lượng thiết kế dẫn dòng, trong đó phần tiếp giáp với đê quai thượng lưu cùng cao trình với đê quai thượng lưu và phần tiếp giáp với đê quai hạ lưu cùng cao trình với đê quai hạ lưu.

Một điều quan trọng nữa cần chú ý là: Muốn xác định được cao trình đỉnh đê quai thượng lưu hợp lý nhất phải thông qua tính toán và so sánh kinh tế, vì rằng: Đỉnh đê quai thượng lưu cao hay thấp còn phụ thuộc vào khả năng xả nước của công trình tháo nước.

Nếu công trình tháo nước (kênh, đường hầm, cống ngầm v.v...) đặt ở vị trí thấp tiết diện lại lớn thì khối lượng đào lớn và giá thành công trình tháo nước cao. Nhưng khả năng xả nước lại lớn, làm cho mực nước thượng lưu thấp, do đó giá thành đắp đê quai

thượng lưu rẻ. Ngược lại, nếu công trình tháo nước đặt ở vị trí cao hơn, tiết diện nhỏ hơn, thì khối lượng đào và giá thành công trình tháo nước rẻ. Nhưng khả năng xả nước lại nhỏ, làm cho mực nước thượng lưu dâng cao, khối lượng đắp đê quai phải nhiều và giá thành đắt.

Do có quan hệ này nên trong thực tiễn tính toán người ta thường vẽ các đường cong biểu thị quan hệ giữa phí tổn đắp đê quai với mực nước thượng lưu và quan hệ giữa phí tổn đào và xây dựng công trình tháo nước với mực nước thượng lưu trên cùng một đồ thị. Trong đồ thị này lại vẽ ra đường biểu diễn phí tổn tổng cộng với mực nước thượng lưu và tìm được điểm thấp nhất, tức là điểm có mực nước thượng lưu kinh tế nhất (hình 2-15).



Hình 2-15. Biểu thị cách tính toán so sánh kinh tế

1. Biểu thị quan hệ giữa phí tổn đào kênh và mực nước thượng lưu; 2. Biểu thị quan hệ giữa phí tổn đắp đê quai với mực nước thượng lưu; 3. Biểu thị quan hệ giữa phí tổn tổng cộng với mực nước thượng lưu; A^d - Tiền; H - Mực nước thượng lưu; ω_k - Tiết diện kênh; D - Đường kinh hàm hoặc cống.

Từ mực nước kinh tế này ta có thể xác định được cao trình đỉnh đê quai và công trình tháo nước hợp lý.

II. Bố trí mặt bằng của đê quai

Khi bố trí mặt bằng đê quai, cần đảm bảo các yêu cầu sau đây :

1. Đảm bảo cho mọi công việc ở hố móng được tiến hành trong điều kiện khô ráo, rộng rãi và tiện lợi.
2. Dòng chảy phải thuận, khả năng xả nước lớn mà lòng sông và đê quai không bị xói lở.
3. Tận dụng điều kiện có lợi của địa hình, đặc điểm kết cấu công trình thủy lợi để đắp các đê quai có khối lượng ít, giá thành thấp. Đặc biệt cần lưu ý sử dụng đê quai làm đường vận chuyển.
4. Đảm bảo cho việc thi công đê quai được dễ dàng tiện lợi và nhanh chóng.

Chương 3

NGĂN DÒNG

§3.1. VỊ TRÍ VÀ TÁC DỤNG

Trong quá trình thi công các công trình thủy lợi trên sông hầu hết đều phải tiến hành công tác ngăn dòng. Nó là một khâu quan trọng hàng đầu, khống chế toàn bộ tiến độ thi công, nhất là tiến độ thi công các công trình đầu mối.

Kỹ thuật và tổ chức thi công ngăn dòng rất phức tạp, diện hoạt động hẹp, yêu cầu phải thi công với tốc độ lớn, cường độ cao mà đỡ tốn kém. Do đó đòi hỏi chúng ta phải nắm chắc quy luật của dòng chảy để chọn đúng thời cơ, xác định được thời gian và lưu lượng ngăn dòng thích hợp.

§3.1. CÁC PHƯƠNG PHÁP NGĂN DÒNG

Có nhiều cách ngăn dòng như : đổ vật liệu vào dòng chảy (đất, cát, đá, bó cành cây, khối bê tông v.v...); nổ mìn định hướng; bồi đắp bằng thủy lực, đóng cửa cống v.v... Nhưng một phương pháp phổ biến nhất là đổ vật liệu vào dòng chảy mà chủ yếu là đá để ngăn dòng. Do đó ở đây chỉ tập trung giới thiệu phương pháp này.

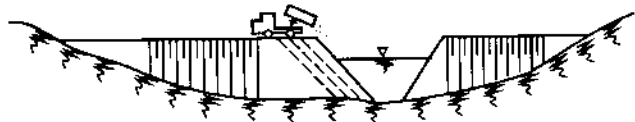
Yêu cầu cơ bản đối với công tác đổ đá đắp đập ngăn dòng là phải khẩn trương, liên tục với cường độ cao cho tới khi đập nhô ra khỏi mặt nước, dòng chảy cơ bản đã bị chặn lại.

Tuỳ điều kiện địa hình, địa chất, đặc điểm thủy văn của dòng sông và nguồn cung cấp vật liệu mà có thể định hình tự ngăn dòng và phương pháp ngăn dòng khác nhau. Thông thường có ba phương pháp sau đây :

I. Phương pháp lấp đứng

Dùng vật liệu (đất, cát, đá, khối bê tông, bó cành cây v.v...) đắp từ bờ này sang bờ kia hoặc đắp từ hai bờ tiến vào giữa cho tới khi dòng chảy bị chặn lại và dẫn qua công trình dẫn dòng đi nơi khác (hình 3-1).

Phương pháp này có ưu điểm là không cần cầu công tác hoặc cầu nổi, công tác chuẩn bị giản đơn, nhanh chóng và rẻ tiền, nhưng phạm vi hoạt động hẹp, tốc độ thi công chậm, lưu tốc

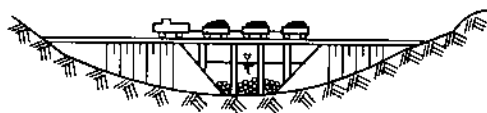


Hình 3-1. Biểu thị phương pháp lấp đứng

trong giai đoạn cuối có khả năng rất lớn, gây cho công tác ngăn dòng thêm khó khăn, phức tạp. Vì lẽ đó nên thường dùng nó ở những nơi có nền chống xói tốt, còn việc đắp từ bờ này sang bờ kia hoặc đắp từ hai bờ tiến vào giữa chẳng những tùy thuộc điều kiện chống xói mà còn tùy thuộc điều kiện cung cấp và vận chuyển vật liệu.

II. Phương pháp lấp bằng

Nó khác với lấp đúng là: đổ vật liệu đắp đập ngăn dòng trên toàn bộ chiều rộng của ngăn dòng cho tới khi đập nhô ra khỏi mặt nước. Do đó trong thời gian chuẩn bị phải bắc cầu công tác hoặc cầu nổi để vận chuyển vật liệu (hình 3-2).



Hình 3-2. Biểu thị phương pháp lấp bằng dùng cầu công tác

Phương pháp này tuy có nhược điểm là tốn vật liệu, nhân lực và thời gian làm cầu công tác. Nhưng lại có ưu điểm là diện hoạt động rộng, tốc độ thi công nhanh, ngăn dòng tương đối dễ dàng, vì lưu tốc lớn nhất sinh ra trong quá trình ngăn dòng nhỏ hơn so với phương pháp lấp đúng. Do đó phương pháp này có thể thích dụng với cả nền cứng và nền mềm.

III. Phương pháp hỗn hợp

Thực chất là sự kết hợp của hai phương pháp trên. Lúc đầu lưu tốc còn nhỏ thì dùng phương pháp lấp đúng để đắp dần từ bờ này sang bờ kia hoặc từ hai bờ tiến vào giữa. Khi lưu tốc tương đối lớn thì dùng phương pháp lấp bằng hoặc vừa lấp bằng vừa lấp đúng để trong một thời gian ngắn nhất đập ngăn dòng nhô ra khỏi mặt nước.

Về thứ tự ngăn dòng, có thể gặp 3 trường hợp sau đây:

a) Ngăn dòng đề quai thượng lưu trước

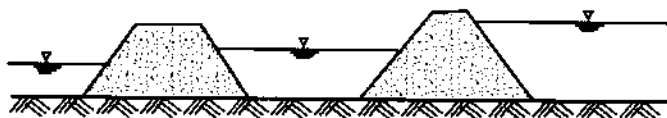
Trường hợp này có ưu điểm là ngăn dòng đề quai hạ lưu trong điều kiện nước tĩnh, mực nước thấp nên rất dễ dàng. Nhưng khi ngăn dòng đề quai thượng lưu có một số vật liệu trôi vào hố móng, làm tăng khối lượng nạo vét.

b) Ngăn dòng đề quai hạ lưu trước

Trường hợp này có ưu điểm là ngăn dòng đề quai thượng lưu trong điều kiện nước gần như đứng yên nên cũng rất dễ dàng. Nhưng cũng có nhược điểm là thường có hiện tượng nước vật kéo theo bùn cát, vật nổi và lắng đọng ở hố móng.

Hình 3-3. Đồng thời ngăn dòng đề quai thượng và hạ lưu

1. Đập ngăn dòng thượng lưu;
2. Đập ngăn dòng hạ lưu.



c) Đồng thời ngăn dòng cả dề quai thượng và hạ lưu

Trường hợp này có nhược điểm là gây cho tổ chức thi công thêm phức tạp, nhưng nó lại phân chia độ chênh mực nước làm hai đợt (hình 3-3) nên giảm bớt khó khăn khi ngăn dòng.

§3.3. XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ TÍNH TOÁN TRONG THIẾT KẾ NGĂN DÒNG

I. Chọn ngày tháng ngăn dòng

Khi chọn ngày tháng ngăn dòng cần quán triệt các nguyên tắc sau đây :

1. Chọn lúc nước kiệt trong mùa khô.
2. Đảm bảo sau khi ngăn dòng có đủ thời gian đắp dề quai, bơm cạn nước, nạo vét móng, xử lý nền xây đắp công trình chính hoặc bộ phận công trình chính đến cao trình chống lũ trước khi lũ đến.
3. Đảm bảo trước khi ngăn dòng có đủ thời gian làm công tác chuẩn bị như đào hoặc đắp các công trình tháo nước hoặc dẫn nước, chuẩn bị vật liệu, thiết bị v.v...
4. Ảnh hưởng ít nhất đến việc lợi dụng tổng hợp dòng chảy.

II. Chọn lưu lượng thiết kế ngăn dòng

Sau khi đã xác định được thời gian ngăn dòng thì lưu lượng thiết kế ngăn dòng chỉ còn phụ thuộc vào tần suất thiết kế ngăn dòng.

Theo Quy phạm chung về thiết kế các công trình thủy lợi (QPVN-08-76) "tần suất lưu lượng lớn nhất tính toán lắp dòng (lưu lượng lớn nhất trong thời kỳ dự kiến lắp dòng) lấy bằng 5% đối với công trình cấp I, II và 10% đối với công trình cấp III trở xuống. Trong từng trường hợp cụ thể, nếu cần phải tăng tần suất thì cơ quan thiết kế đề nghị và cơ quan duyệt nhiệm vụ thiết kế quyết định".

III. Xác định vị trí cửa ngăn dòng

Khi xác định vị trí cửa ngăn dòng cần chú ý các vấn đề sau đây :

1. Nên bố trí ở giữa dòng chính vì dòng chảy thuận, khả năng tháo nước lớn.
2. Bố trí vào các vị trí chống xói tốt để tránh tình trạng vì lưu tốc tăng lên mà lòng sông bị xói lở quá nhiều. Nếu gặp nền bùn hoặc phù sa thì cần nạo vét và bảo vệ trước.
3. Bố trí vào các vị trí mà xung quanh nó có đủ hiện trường rộng rãi để tiện việc vận chuyển, chất đống dự trữ vật liệu, người đi lại và hoạt động khi ngăn dòng.

IV. Xác định chiều rộng cửa ngăn dòng

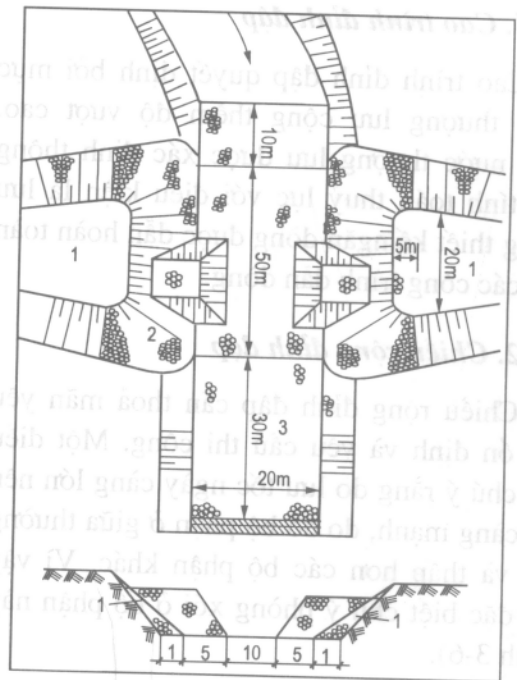
Chiều rộng cửa ngăn dòng quyết định bởi các yếu tố sau đây :

1. Lưu lượng thiết kế ngăn dòng.

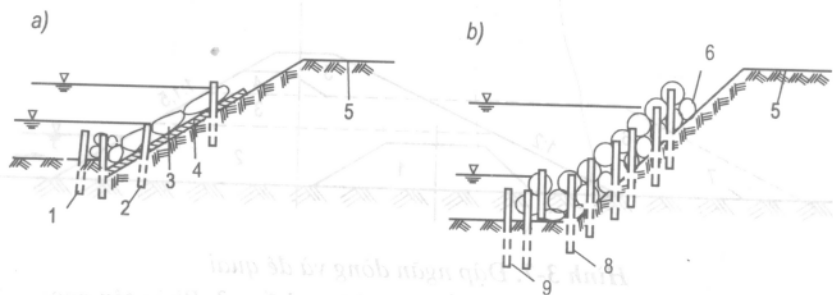
2. Điều kiện chống xói của nền.
3. Cường độ thi công.
4. Yêu cầu về tổng hợp lợi dụng dòng chảy, nhất là yêu cầu về vận tải thủy.

Đối với nền mềm cần tiến hành lát đá xung quanh cửa ngăn dòng để phòng xói. Có thể dùng cọc, đá học, rọ đá và bao tải đựng đất làm vật liệu bảo vệ (hình 3-4).

Riêng hai bên cửa ngăn dòng cần đặc biệt chú ý: khi lưu tốc từ $1,5 \div 2\text{m/s}$ có thể dùng bao tải đất, đá học, phên cỏ (hình 3-5a). Khi lưu tốc từ $2,5 \div 3\text{m/s}$ có thể dùng rọ đá và bao tải nhồi đất (hình 3-5b).



Hình 3-4. Công trình bảo vệ cửa ngăn dòng
1. Rọ đá; 2. Bao tải đất; 3. Đá học. 4. Rồng tre.



Hình 3-5. a) Bao tải đựng đất và đá học; b) Rọ tre đựng đá và bao tải đất.
1, 9 cọc gỗ; 2. Cọc xuyên qua bao tải; 3. Bao tải đất; 4. Cỏ; 5. Đê quai;
6. Rọ tre đựng đá; 7. Bao tải đất sét; 8. Cọc xuyên qua rọ tre đựng đá.

V. Đập ngăn dòng

Tại cửa ngăn dòng đã chừa lại, tiến hành đổ đá cho tới khi đóng đá ngăn dòng lộ ra khỏi mặt nước, dòng chảy căn bản đã bị chặn lại và dòng nước được dẫn qua công trình dẫn dòng. Đóng đá đó gọi là đập ngăn dòng.

Giai đoạn đắp đập ngăn dòng là giai đoạn quan trọng nhất của thời kỳ ngăn dòng, quyết định đến sự thành công của công tác ngăn dòng.

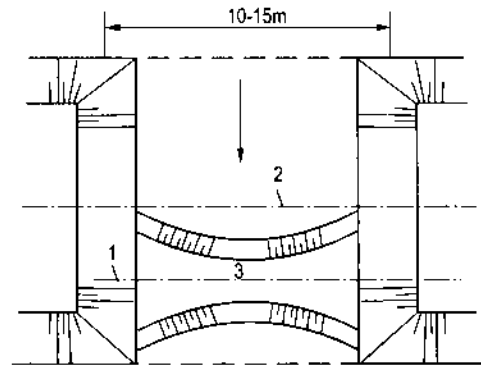
Khi thiết kế đập ngăn dòng, phải xác định các yếu tố sau đây :

1. Cao trình đỉnh đập

Cao trình đỉnh đập quyết định bởi mực nước thượng lưu cộng thêm độ vượt cao. Mực nước thượng lưu được xác định thông qua tính toán thủy lực với điều kiện là lưu lượng thiết kế ngăn dòng được dẫn hoàn toàn qua các công trình dẫn dòng.

2. Chiều rộng đỉnh đập

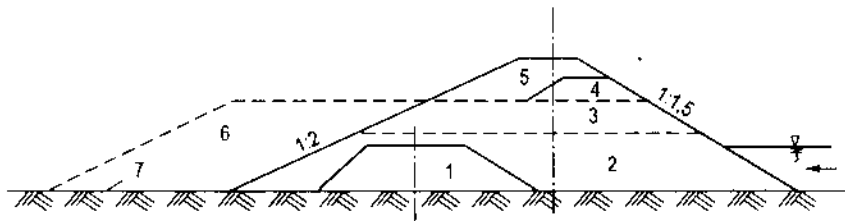
Chiều rộng đỉnh đập cần thỏa mãn yêu cầu ổn định và yêu cầu thi công. Một điều cần chú ý rằng do lưu tốc ngày càng lớn nên xói càng mạnh, do đó bộ phận ở giữa thường hẹp và thấp hơn các bộ phận khác. Vì vậy cần đặc biệt chú ý phòng xói ở bộ phận này (hình 3-6).



Hình 3-6. Vị trí đập ngăn dòng trong đê quai
1. Tuyến đập ngăn dòng;
2. Tuyến đê quai; 3. Đập ngăn dòng.

3. Vị trí tuyến đập ngăn dòng

Tuyến đập ngăn dòng nên cách tuyến đê quai một khoảng nhất định về hạ lưu để tiện việc đắp đất đủ chiều dày phòng thấm và tôn cao, đắp dày đạt yêu cầu của đê quai (hình 3-7).



Hình 3-7. Đập ngăn dòng và đê quai
1. Đập ngăn dòng; 2. Phần đắp dày phòng thấm; 3. Phần tôn cao;
4. Đê con chạch; 5. Phần tôn cao cuối cùng; 6. Vị trí đất khi nạo vét hố móng; 7. Đáy sông

4. Mái dốc đập ngăn dòng

Mái dốc đập quyết định bởi đặc tính của vật liệu và tình hình diễn biến của dòng nước. Nói chung mái đập ngăn dòng bằng đá học đổ trong nước thường là 1:1,25 ở thượng lưu, 1:1,75 ở hạ lưu.

§3.4. TÍNH TOÁN THUỶ LỰC NGĂN DÒNG

Tính toán thủy lực ngăn dòng nhằm các mục đích sau đây :

- Xác định được cỡ đá thích hợp với lưu tốc của dòng chảy trong từng thời gian để đảm bảo cho hòn đá ổn định, không bị trôi.

- Xác định được khối lượng vật liệu ngăn dòng, thời gian ngăn dòng và cường độ thi công cần thiết.

I. Quá trình hình thành các dạng mặt cắt đập ngăn dòng

Trong quá trình đổ đá đắp đập ngăn dòng thì mặt cắt ngang của đập luôn luôn biến đổi. Đầu tiên nếu lưu tốc dòng chảy còn nhỏ (so với tốc độ cuốn trôi đá học) thì mặt cắt đập có dạng hình tam giác. Độ dốc mái đập khoảng 1:1,25. Chiều cao của đập tiếp tục tăng lên, nhưng mặt cắt ngang của nó vẫn giữ nguyên dạng hình tam giác cho đến khi đạt đến một độ cao giới hạn. Đây là dạng thứ nhất của mặt cắt đập.

Khi độ cao gần sát giới hạn này thì độ chênh mực nước mới thấy rõ rệt và mặt nước có dạng sóng. Sau đó tuy tiếp tục đổ đá nhưng tốc độ dâng cao của đập đá giảm dần, một số đá học bị di động và cuốn đi, làm cho mặt cắt ngang của đập phát triển theo chiều ngang và dần trở thành hình thang. Đây là dạng thứ hai của mặt cắt đập ngăn dòng.

Khi tính toán thủy lực thì ta coi đập có hai dạng mặt cắt trên như một đập tràn.

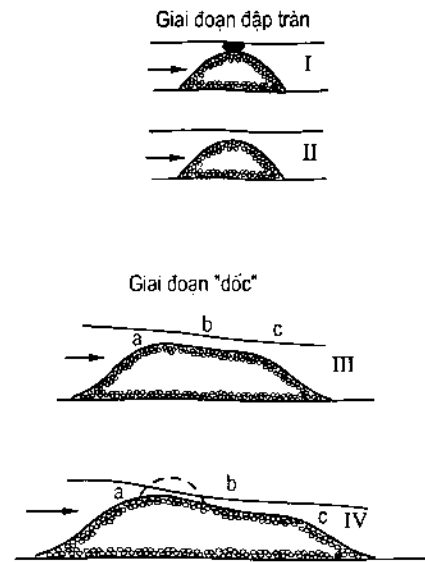
Khi mặt cắt ngang tiếp tục phát triển cả chiều cao và chiều rộng, nhưng chiều rộng phát triển nhanh hơn và phía hạ lưu chuyển thành dốc nước, chỉ có đầu mố là chảy theo đập tràn. Đó là dạng thứ ba của đập ngăn dòng.

Đập tiếp tục nâng cao đến một mức độ nào đó thì lưu lượng tràn qua đỉnh giảm dần, sự phát triển của mặt cắt về phía hạ lưu cũng giảm dần và ngừng lại, đập dâng lên nhanh, mái dốc có điểm uốn và đập dần nhô ra khỏi mặt nước. Đó là dạng thứ tư cũng là dạng cuối cùng của mặt cắt đập ngăn dòng.

II. Sự ổn định của hòn đá trong quá trình đổ đá lấp bằng

Quá trình hình thành các dạng mặt cắt ngang của đập như đã nói trên là quá trình ổn định của đá học cứng với tính chất của dòng chảy trong từng giai đoạn.

Để xác định quan hệ giữa lưu tốc dòng chảy và khối lượng đá học, xét hai trường hợp sau đây :

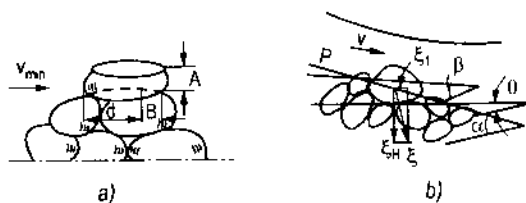


Hình 3-8. Các dạng mặt cắt đập ngăn dòng.

I, II, III, IV- thứ tự hình dạng mặt cắt của đập

1. Sự ổn định của đá học trên đỉnh đập ngăn dòng

Hình 3-9 biểu thị đường kính trung bình của đá học ở đỉnh đập là d và chịu tác dụng của dòng chảy có lưu tốc $V_{\min}$ (lưu tốc nhỏ nhất của dòng chảy đủ làm cho đá học ở đỉnh đập mất cân bằng).



Hình 3-9. Sơ đồ tác dụng của lực thủy động lên đá học
a) Đá học ổn định ở đỉnh đập; b) Đá học ổn định ở mái đập

Theo định luật Olee, vận tốc nhỏ nhất của dòng chảy được xác định:

$$V_{\min} = 0,86 \sqrt{2g \frac{\gamma_1 - \gamma}{\gamma} \sqrt{d}} \quad (3-1)$$

Trong đó : 0,86 - hệ số chống trượt lấy theo thực nghiệm;

γ_1 - khối lượng riêng của đá, (kg/cm^3);

γ - khối lượng riêng của nước ;

d - đường kính trung bình của hòn đá, (m) ;

g - gia tốc trọng trường.

2. Sự ổn định của đá học trên mái dốc phía hạ lưu đập

Để phù hợp với phương trình cân bằng của hình (3-9b) có :

$$V_{\max} = 1,2 \sqrt{2g \frac{\gamma_1 - \gamma}{\gamma} \sqrt{d}} \quad (3-2)$$

Trong đó : 1,2 - hệ số chống lật.

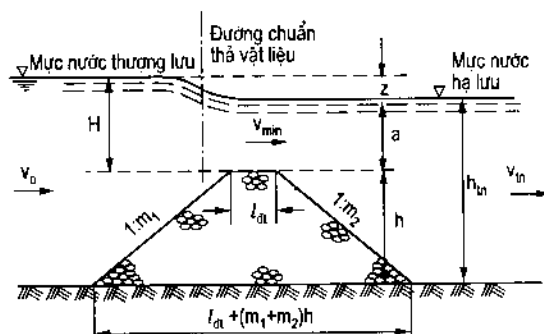
III. Tính toán để xác định các kích thước của mặt cắt đập ngăn dòng

1. Dạng thứ nhất (hình 3-10)

- Sự hình thành dạng thứ nhất của mặt cắt đập do lưu tốc trượt $V_{\min}$ quyết định. Giả thiết không xét đến lưu lượng thấm qua đập và coi đập làm việc như đập tràn chảy ngập ta được các thông số sau:

- Xác định $V_{\min}$ theo cỡ đá:

$$V_{\min} = 0,86 \sqrt{2g \frac{\gamma_1 - \gamma}{\gamma} \sqrt{d}}$$



Hình 3-10. Sơ đồ tính toán dạng thứ nhất

- Từ đó tính ra :

$$a = \frac{q}{V_{\min}} ; h = h_{\text{tn}} - a$$

- Độ chênh mực nước được tính theo công thức :

$$Z = \frac{1}{\varphi^2} \frac{v_{\min}^2}{2g} - \frac{v_o^2}{2g} \quad (3-3)$$

Ở giai đoạn này độ chênh mực nước rất nhỏ nên có thể coi $v_o = v_{\text{tn}}$

Do đó :

$$Z = \frac{1}{\varphi^2} \frac{v_{\min}^2}{2g} - \frac{v_{\text{tn}}^2}{2g}$$

Trong đó : $\varphi \approx 0,92$

Thực nghiệm đã chứng tỏ rằng mái dốc $m_1 = m_2 = 1 \approx 1,25$. Do đó chiều rộng đáy đập ngăn dòng được tính như sau :

$$L_o = l_{\text{dt}} + (m_1 + m_2) h$$

2. Dạng thứ hai

Xét thực chất về mặt thủy lực gần giống như tính toán cho dạng thứ nhất, chỉ khác là chảy không ngập và do đó lưu tốc dòng chảy ở đỉnh đập là v_{max} :

$$v_{\text{max}} = 1,2 \sqrt{2g \frac{\gamma_1 - \gamma}{\gamma} \sqrt{d}}$$

$$h_o = \frac{q}{v_{\text{max}}}$$

$$h = h_{\text{tn}} - h_o$$

$$Z = \frac{1}{\varphi^2} \frac{v_{\text{max}}^2}{2g} - \frac{v_{\text{tn}}^2}{2g}$$

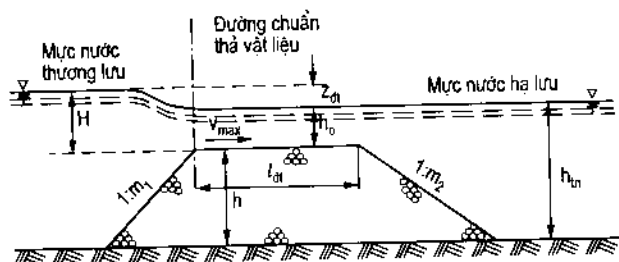
Chiều rộng nhỏ nhất của đỉnh đập được xác định như sau :

$$L_{\text{dt}} = 3h_{\text{gh}} = 3 \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}}$$

Chiều rộng đáy mặt cắt đập được xác định :

$$L_o = L_{\text{dt}} + (m_1 + m_2) h$$

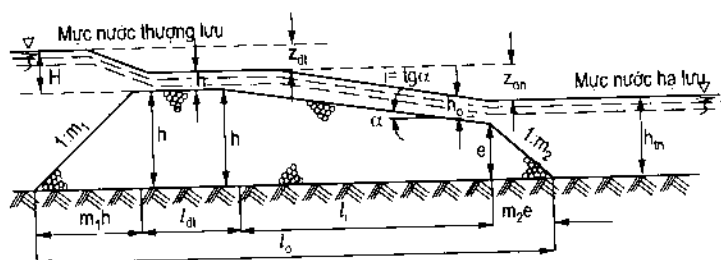
Trong đó : $m_1 = m_2 = 1 \div 1,25$



Hình 3-11. Sơ đồ tính toán cho dạng thứ hai

3. Dạng thứ ba

Dạng này (hình 3-12) có đặc điểm như sau :



Hình 3-12. Sơ đồ tính toán cho dạng thứ ba

Mặt cắt gồm hai phần, phần đầu là đập tràn đỉnh rộng, phần sau là một dốc (rãnh có độ dốc nhỏ), lưu tốc ở đỉnh và ở dốc đều $v_{\max}$. Sau đây là các bước tính toán cụ thể :

$$Z_{dn} = \nabla_{mntl} - \nabla_{mnhl} - Z_{dt}$$

Trong đó :

∇_{mntl} - cao trình mực nước thượng lưu.

∇_{mnhl} - cao trình mực nước hạ lưu.

$$Z_{dt} = \frac{1}{\varphi^2} \frac{v_{\max}^2}{2g} - \frac{v_0^2}{2g}$$

$$v_{\max} = 1,2 \sqrt{2g \frac{\gamma_1 - \gamma}{\gamma}} \sqrt{d}$$

$$v_0 = \frac{q}{\nabla_{mntl} - \nabla_{ds}}$$

Trong đó : ∇_{ds} - cao trình đáy sông.

Tiếp đó chúng ta tìm các trị số của các thông số sau :

$$h_0 = \frac{q}{v_{\max}}$$

$$i = \frac{n^2 q^2}{h_0^{10/3}} = \frac{n^2 v_{\max}^{10/3}}{q^{10/3}}$$

$$l_i = \frac{Z_{dn}}{i}$$

$$e = h_{tn} - h_0$$

$$h = e + Z_{dn}$$

$$L_{dt} = 3 \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}}$$

$$L_o = m_1 h + m_2 e + l_{dt} + l_1$$

Chú ý cách tính toán trên đã coi đập làm việc như một đập tràn ngập và bỏ qua lưu lượng thấm.

4. Dạng thứ tư

Cách tính toán thủy lực cho dạng này cơ bản giống như cách tính toán cho dạng thứ ba, chỉ có khác là đập làm việc như một đập tràn không ngập và phải kể đến ảnh hưởng thấm (có khi phải xét đến ảnh hưởng thấm từ dạng thứ ba). Do đó các bước tính toán như sau :

- Trước hết giả thiết một trị số lưu lượng thấm q_i ;
- Tính lưu lượng riêng chảy tràn : $q' = q - q_i$

$$h'_o = \frac{q'}{V_{\max}}$$

$$v_{\max} = 1.2 \sqrt{2g \frac{\gamma_1 - \gamma}{\gamma} \sqrt{d}}$$

$$i' = \frac{n^2 q'^2}{h_o^{10/3}}$$

$$l'_i = \frac{Z_{dn}}{i'}$$

$$Z_{dn} = H_o - h'_o - \frac{v_o^2}{2g}$$

$$H_o = \left(\frac{q'}{M} \right)^{2/3}$$

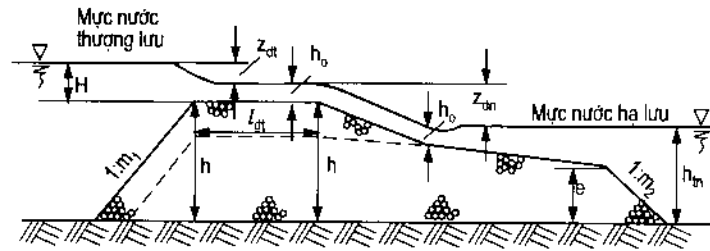
Trong đó : $M = m \sqrt{2g} = 1,72$

$$l_1 = \nabla_{mnhl} - h'_o$$

$$h = \nabla_{mntl} - H_o$$

$$L_o = m_1 h + L_{dt} + m_2 l_1 + L'_1 + m_2 (h - l_1 - Z_{dn})$$

Từ kết quả tính toán này ta có thể xác định được mặt cắt đập ngăn dòng. Từ đó tính lại và xác định lưu lượng riêng tràn qua đập q'' . Sau đó so sánh q' và q'' , nếu gần bằng nhau coi như chính xác, nếu không lại tính phải cho tới khi $q' \approx q''$.



Hình 3-13. Sơ đồ tính toán cho dạng thứ tư

IV. Xác định các yếu tố thủy lực trong quá trình ngăn dòng

Phân trên là cách giải bài toán ngược về ngăn dòng; nghĩa là với một loại vật liệu xác định, ta phải tìm ra lưu tốc cân bằng giới hạn và mặt cắt đập ngăn dòng.

Dưới đây sẽ giới thiệu cách giải quyết một bài toán thuận về ngăn dòng; nghĩa là từ mô hình tính toán ngăn dòng ta xác định được các yếu tố thủy lực và từ đó xác định được cỡ vật liệu và tiết diện đập. Ví dụ : Xác định các yếu tố thủy lực tại cửa ngăn dòng với :

- Lưu lượng thiết kế ngăn dòng $Q_{tk} = 2800 \text{ m}^3/\text{s}$. Ứng với lưu lượng này, sông có chiều rộng trung bình $B = 980 \text{ m}$, độ sâu của dòng nước $h_2 = 4,2 \text{ m}$ và lưu tốc trung bình $V_2 = 0,681 \text{ m/s}$.

- Chiều rộng cửa ngăn dòng $b_1 = 185 \text{ m}$.

- Dòng nước được dẫn về hạ lưu qua một đập tràn thực dụng với chiều dài tràn nước $b_2 = 206 \text{ m}$ và độ cao của ngưỡng tràn $P = 3,3 \text{ m}$ (hình 3-14).

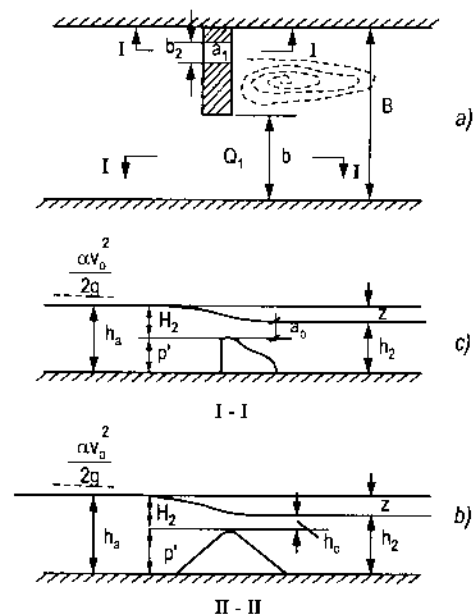
Các bước tính toán cụ thể :

1. Xác định các công thức và thông số tính toán trong trường hợp lấp bằng

a) Lưu lượng tràn qua đập ngăn dòng

Nước tràn qua đỉnh đập đang thi công coi như chảy qua đập tràn đỉnh rộng và chảy ngập khi $h_1 < h_2 - h_{gh}$. Trường hợp cụ thể này :

$$h_{gh} = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}} = 1,74 \left(q = \frac{2800}{391} \text{ m}^3/\text{s/m} \right)$$



Hình 3-14. Mô hình tính toán ngăn dòng

a) Mặt bằng; b) Đập đá ngăn dòng;
c) Đập tràn thực dụng dẫn dòng.

nên $h_1 < 4,2 - 1,74 = 2,47\text{m}$.

Khi đó lưu lượng được xác định như sau :

$$Q_1 = \varepsilon_1 b_1 (h_2 - h_1) \varphi_1 \sqrt{2g} \left(Z + \frac{V_o^2}{2g} \right)^{1/2}$$

Trong đó các ký hiệu được nêu ở đầu bài và biểu thị trên hình (3-14).

Nếu thay các ký hiệu bằng các trị số của chúng và rút gọn ta được :

$$Q_1 = 678 (4,2 - h_1) \left(h_a - 4,2 + \frac{0,417}{h_a^2} \right)^{1/2}$$

Trong đó : $\varepsilon_1 = 0,9$; $\varphi_1 = 0,92$; $b_1 = 185\text{m}$; $V_o = 0,681\text{m/s}$.

Khi chảy không ngập (tức là khi $h_1 \geq 2,47\text{m}$) thì lưu lượng qua đập được xác định như sau :

$$Q_1 = m \varepsilon_1 b_1 \sqrt{2g} \left(h_a - h_1 + \frac{V_o^2}{2g} \right)^{3/2} \quad (3-4)$$

Thay số và rút gọn ta được :

$$Q_1 = 254,5 \left(h_a - h_1 + \frac{0,417}{h_a^2} \right)^{3/2} \quad (3-5)$$

Trong đó : $m = 0,345$.

b) Lưu lượng qua đập tràn dẫn dòng

Với điều kiện đã cho thì đập tràn này luôn luôn ở trạng thái chảy ngập nên:

$$Q_2 = \sigma m \varepsilon_2 b_2 \sqrt{2g} . H_o^{3/2}$$

$$Q_2 = 363 \left(h_a - 3,3 + \frac{0,417}{h_a} \right)^{3/2} \quad (3-6)$$

Trong đó : $\sigma = 0,90$ - hệ số ngập;

$m = 0,47$ - hệ số lưu lượng;

$\varepsilon_2 = 0,90$ - hệ số thu hẹp bên .

c) Lưu lượng thấm qua đập ngăn dòng

$$Q_3 = 0,57 K \varepsilon_1 b_1 \sqrt{h_1 Z}$$

$$Q_3 = 54,1 \left[h_1 (h_a - 4,2) \right]^{1/2} \quad (3-7)$$

Trong đó : K - hệ số thấm.

Nếu dùng phương pháp lặp bằng thì trong trường hợp cụ thể này có 2 trường hợp tính toán :

Khi $0 < h_1 \leq 2,5\text{m}$ thì ta giải hệ phương trình sau đây :

$$Q_1 = 678 (4,2 - h_1) \left(h_a - 4,2 + \frac{0,417}{h_a^2} \right)^{1/2} \quad (3-8)$$

$$Q_2 = 363 \left(h_a - 3,3 + \frac{0,417}{h_a} \right)^{3/2} \quad (3-9)$$

$$Q_3 = 54,1 [h_1 (h_a - 4,2)]^{1/2} \quad (3-10)$$

$$Q_A = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 2800 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Khi $2,5 < h_1 \leq 7,2\text{m}$ thì ta giải hệ phương trình sau đây :

$$Q_4 = 254,5 \left(h_a - 3,3 + \frac{0,417}{h_a^2} \right)^{3/2} \quad (3-11)$$

$$Q_5 = 363 \left(h_a - 3,3 + \frac{0,417}{h_a} \right)^{1/2} \quad (3-12)$$

$$Q_6 = 54,1 [h_1 (h_a - 4,2)]^{1/2} \quad (3-13)$$

$$Q_B = Q_4 + Q_5 + Q_6 = 2800 \text{ m}^3/\text{s}$$

Giải các hệ phương trình này có thể theo 2 cách : Đồ giải và máy tính điện tử.

Giải bằng đồ giải thực chất là tính thử dần. Điều kiện ta giả thiết một độ cao đập h_1 thử ứng với mỗi trị số của mực nước thượng lưu h_a ta tính được các trị số lưu lượng Q_1 , Q_2 , Q_3 hoặc Q_4 , Q_5 , Q_6 . Từ đó ta vẽ các quan hệ :

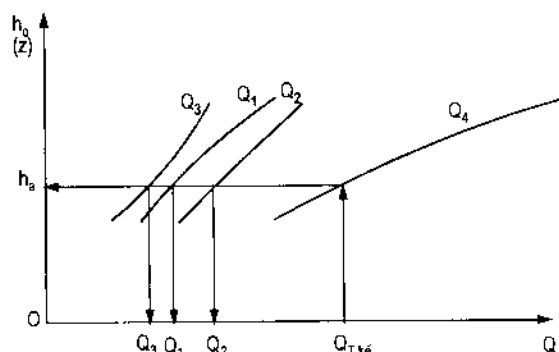
$$h_a - Q_1$$

$$h_a - Q_2$$

$$h_a - Q_3$$

$$h_a - Q_4$$

Trên biểu đồ này ta tìm ra các yếu tố thủy lực khi $Q_{tk} = 2800 \text{ m}^3/\text{s}$, và cứ làm như vậy với nhiều trị số độ cao của đập h_1 ta sẽ thu được một loạt các trị số của các yếu tố thủy lực cần tính (hình 3-15).



Hình 3-15. Biểu thị phương pháp đồ giải

Từ các yếu tố thủy lực đã xác định ta có thể tính được cỡ vật liệu cần dùng với từng giai đoạn và tiết diện đập ngăn dòng.

2. Xác định các công thức và thông số tính toán trong trường hợp lắp đứng

Nếu ngăn dòng bằng phương pháp lắp đứng và bỏ qua ảnh hưởng thấm qua đập ngăn dòng thì ta có thể dùng các phương pháp trên để xác định các yếu tố thủy lực.

a) Lưu lượng qua cửa ngăn dòng

$$Q_1 = \varepsilon_1 b_1 h_2 \varphi_1 \sqrt{2g} \left(h_a - 4,2 + \frac{V_0^2}{2g} \right)^{1/2}$$

$$Q_1 = 15,4 b_1 \left(h_a - 4,2 + \frac{0,417}{h_a^2} \right)^{1/2} \quad (3-14)$$

b) Lưu lượng dẫn qua tràn thực dụng được xác định

$$Q_2 = 363 \left(h_a - 3,3 + \frac{0,417}{h_a^2} \right)^{3/2} \quad (3-15)$$

Cuối cùng ta giải hệ phương trình sau đây để tìm ra các yếu tố thủy lực :

$$Q_1 = 15,4 b_1 \left(h_a - 4,2 + \frac{0,417}{h_a^2} \right)^{1/2}$$

$$Q_2 = 363 \left(h_a - 3,3 + \frac{0,417}{h_a^2} \right)^{3/2}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = 2800 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Chương 4

TIÊU NƯỚC HỐ MÓNG

§4.1. MỞ ĐẦU

Trong quá trình thi công thuỷ lợi việc tiêu nước hố móng là công việc quan trọng. Hố móng thường ở sâu dưới mặt đất, có tiêu nước tốt, đảm bảo hố móng khô ráo thì các công tác khác mới tiến hành thuận lợi. Khi sử dụng các phương pháp thi công đặc biệt như : dọn nền dưới nước bằng phương pháp tàu quốc, tàu hút bùn, đổ bê tông trong nước, đắp đất, đá đổ trong nước, nổ mìn định hướng đắp đập v.v... thì không cần công tác tiêu nước hố móng.

Nhiệm vụ của thiết kế tiêu nước hố móng là :

- Chọn phương pháp tiêu nước thích hợp với từng thời kỳ thi công.
- Xác định lượng nước, cột nước cần tiêu từ đó chọn các thiết bị.
- Bố trí hệ thống tiêu nước và thiết bị thích hợp với từng thời kỳ thi công.

Để tiêu nước hố móng thường dùng hai phương pháp cơ bản là : Tiêu nước trên mặt và hạ thấp mực nước ngầm.

Thực chất của phương pháp tiêu nước trên mặt là đào hệ thống mương dẫn nước tập trung vào giếng rồi dùng bơm tiêu ra khỏi hố móng. Hạ thấp mực nước ngầm là dùng hệ thống giếng bố trí xung quanh hố móng rồi bơm để hạ thấp mực nước ngầm xuống.

§4.2. PHƯƠNG PHÁP TIÊU NƯỚC TRÊN MẶT

Tiêu nước trên mặt là một phương pháp đơn giản, dễ làm và rẻ tiền. Phương pháp này thường được dùng trong các trường hợp sau đây:

- Hố móng ở vào tầng đất hạt thô, hệ số thấm tương đối lớn, trường hợp tầng đất có hạt nhỏ. Hệ số thấm nhỏ không dùng vì dễ sinh áp lực thuỷ động, gây tình trạng cát chảy sạt mái.

- Đáy hố móng ở trên nền tương đối dày, hoặc không có tầng nước ngầm áp lực. Nếu không khi đào móng có thể sinh ra hiện tượng nước tràn ngược, phá huỷ nền.

- Tiêu nước trên mặt thích hợp với phương pháp đào móng từng lớp một (như đào móng bằng thủ công, bằng máy cạp, máy ủi...). Vì tiêu nước trên mặt thì không thể hạ thấp mực nước ngầm quá sâu được.

I. Bố trí hệ thống tiêu nước trên mặt

Nguyên tắc chung, khi bố trí tiêu nước trên mặt là làm ảnh hưởng ít nhất tới các mặt thi công khác. Vì vậy hệ thống tiêu nước trên mặt thường bố trí không cố định và chia làm ba thời kỳ chính sau đây :

1. Bố trí tiêu nước trong thời kỳ đầu

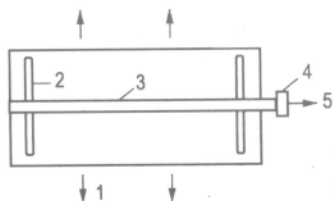
Chủ yếu là tiêu nước động trong hố móng bằng các trạm bơm (xem hình 4-1).

2. Bố trí hệ thống tiêu nước trong thời kỳ đào móng

Tuỳ theo phương pháp đào móng, đường vận chuyển mà quyết định hệ thống mương chính. Nếu đất được vận chuyển sang hai phía của hố móng thì mương tiêu nước bố trí như hình 4-2.

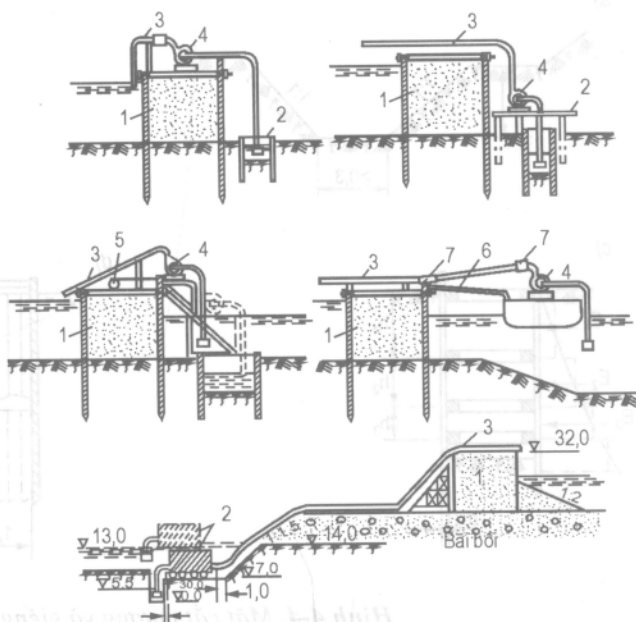
3. Bố trí hệ thống tiêu nước thường xuyên (sau khi hố móng đã đào xong)

Thường bố trí hệ thống tiêu nước xung quanh hố móng (như hình 4-3).



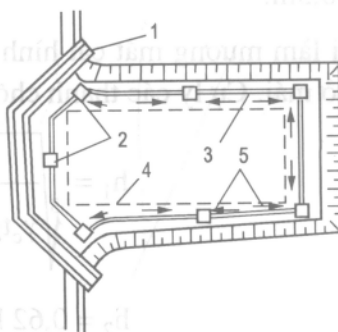
Hình 4-2. Bố trí hệ thống tiêu nước trong quá trình đào móng

1. Hướng vận chuyển đất; 2, 3. Mương;
4. Giếng tập trung nước; 5. Trạm bơm.



Hình 4-1. Bố trí trạm bơm trong thời kỳ đầu

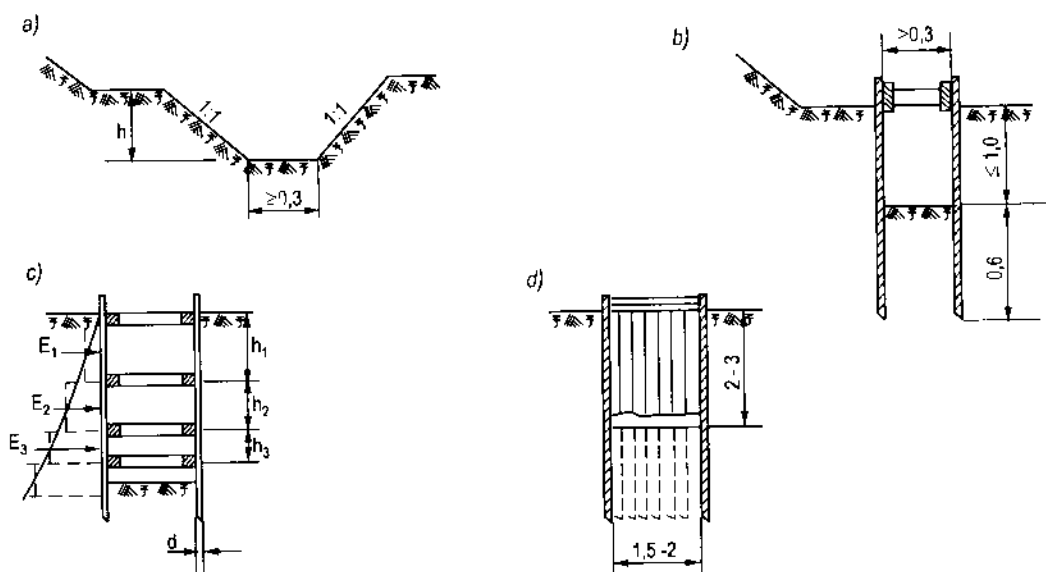
1. Đê quai; 2. Hố móng; 3. Ống dẫn nước;
4. Máy bơm; 5. Trời; 6. Khung có bản lề; 7. Nối mềm.



Hình 4-3. Bố trí hệ thống tiêu nước thường xuyên

1. Đê quai; 2. Giếng tập trung nước;
3. Mương; 4. Phạm vi xây dựng.

Hình dạng, kích thước, mái soái và độ dốc đáy mương tùy thuộc vào loại đất và lượng nước cần tiêu. Kết cấu của mái kênh thường như hình 4-4.



Hình 4-4. Mặt cắt mương và giếng tập trung nước

a) Mương trong lớp đất chặt; b) Mương phải chống đỡ; c và d) Giếng tập trung nước.

Thông thường mặt cắt ngang mương có dạng hình thang, mương chính sâu $h = 1 \div 1,5$ m, đáy rộng $b = 0,3$ m trở lên, độ dốc đáy $i = 0,002$ trở lên. Những nhánh thường $h = 0,3 \div 0,5$ m, đáy rộng $b = 0,3$ m trở lên, $i = 0,002$.

Giếng tập trung nước thường thấp hơn đáy mương 1 m, diện tích thường $1,5 \times 1,5$ hoặc $2,5 \times 2,5$.

Để ổn định mái hố móng, mép mương tiêu thường làm cách chân mái hố móng ít nhất là 0,5 m.

Khi làm mương mặt cắt hình chữ nhật, hoặc giếng tập trung nước phải dùng gỗ ván chống lở mái. Cự ly các thanh chống (xem hình 4-4c) xác định như sau:

$$h_1 = \sqrt[3]{\frac{2,67d^2\sigma}{\gamma_c \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)}} \quad (4-1)$$

$$h_2 = 0,62 h_1 ;$$

$$h_3 = 0,52 h_1 ;$$

$$h_4 = 0,46 h_1 ;$$

$$h_5 = 0,42 h_1 ;$$

Trong đó :

$h_1, h_2, \dots$ - cự ly các thanh chống (tính từ trên xuống), (m);

σ - ứng suất cho phép của gỗ, (daN/cm²);

d - chiều dày của ván, (m);

γ_c - dung trọng tự nhiên của đất, (kG/m³);

φ - góc ma sát trong.

II. Xác định lượng nước cần tiêu

1. Thời kỳ đầu

Là thời kỳ sau khi đã ngăn dòng xong và trước khi đào móng. Thời kỳ này thường có các loại nước đọng, nước mưa và nước thấm. Phần nhiều thời kỳ này là mùa khô nên lượng nước mưa có thể bỏ qua, và lượng nước thấm có thể tính gần đúng. Lượng nước cần tiêu là :

$$Q = \frac{W}{T} + Q_t = \frac{(2 \div 3)W}{T} \quad (4-2)$$

Q - lưu lượng nước cần tiêu, (m³/h);

W - thể tích nước đọng trong hố móng, (m³);

T - thời gian đã định để hút cạn hố móng, (h);

Q_t - lưu lượng thấm vào hố móng lấy bằng $1 \div 2$ lần lượng nước đọng, (m³/h).

Nếu chưa định trước được T và có xét tới ổn định các mái hố móng, Q còn có thể tính theo công thức (4-3).

$$Q = \frac{\bar{\omega} \Delta h}{24} + Q_t \quad (4-3)$$

$\bar{\omega}$ - diện tích bình quân của mặt nước hố móng hạ thấp trong ngày đêm, (m²);

Δh - tốc độ hạ thấp mức nước trong ngày đêm mà không gây sạt lở hố móng, (m/ngày đêm):

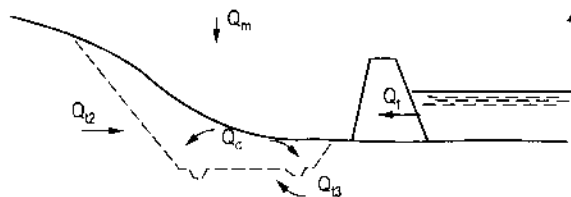
$$\Delta h = 0,5 \div 1 \text{ m.}$$

Căn cứ vào hai công thức trên để xác định lưu lượng cần tiêu và chọn máy bơm. Song trong quá trình bơm còn cần theo dõi để điều chỉnh khi cần thiết.

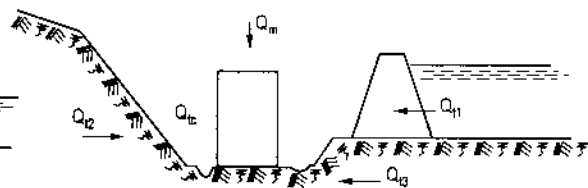
2. Thời kỳ đào móng

Thời kỳ này trong hố móng có các loại nước sau : nước mưa, nước thấm và nước thoát ra từ trong khối đất đã đào.

$$Q = Q_m + Q_t + Q_d$$



Hình 4-5. Lượng nước cần tiêu
khi đào móng



Hình 4-6. Lượng nước cần tiêu
trong thời kỳ thường xuyên

$$Q_m = \frac{Fh}{24} \quad (4-4)$$

$$Q_d = \frac{Vam}{720n} \quad (4-5)$$

Q - lưu lượng cần tiêu, (m^3/h);

Q_1 - tổng lưu lượng thấm (xem phần sau);

Q_m - lưu lượng nước mưa cần tiêu trong phạm vi hố móng, (m^3/h);

Q_d - lượng nước róc từ khối đất đã đào ra, (m^3/h);

F - diện tích hứng nước mưa của hố móng, (m^2);

h - lượng nước mưa bình quân ngày trong giai đoạn tính toán, (m);

V - thể tích khối đất đào dưới mực nước ngầm (m^3);

a - hệ số róc nước;

Đất cát $a = 0,2 \div 0,3$;

Cát pha sét $a = 0,1 \div 0,15$;

n - thời gian đào móng (tháng);

m - hệ số bất thường $m = 1,3 \div 1,5$.

3. Thời kỳ thường xuyên (thời kỳ thi công công trình chính)

Trong thời gian này lượng nước cần tiêu bao gồm : Nước mưa, nước thấm và nước thi công :

$$Q = Q_m + Q_1 + Q_{tc}$$

Lượng nước thi công thải ra thường là nước dùng để nuôi dưỡng bê tông, bảo dưỡng, cọ rửa thiết bị vật liệu... thường căn cứ vào thực tế để xác định.

Việc xác định lượng nước thấm vào hố móng là một vấn đề phức tạp. Có thể tham khảo thêm tài liệu về địa chất thủy văn, thủy công... để tính toán. Dưới đây giới thiệu những công thức tính gần đúng mà trong thực tế thường dùng.

a) Lượng nước thấm qua dè quai q_{tl} :

Lưu lượng đơn vị thấm qua dè quai có thể xác định theo công thức 4-6.

$$q_{tl} = K \frac{(H + T)^2 - (T - Y)^2}{2L} \quad (4-6)$$

Trong đó :

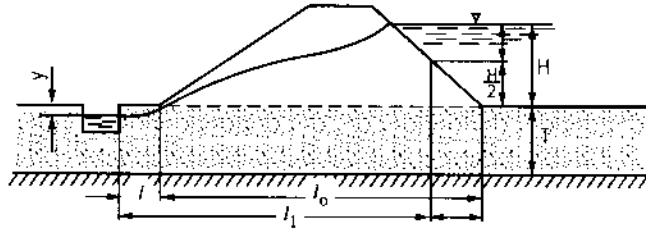
q_{tl} - lưu lượng đơn vị thấm qua đê quai ($m^3/ngày\ đê/m$).

K - hệ số thấm của đê quai ($m/ngày\ đê$).

$L = L_0 - 0,5 mH + l$.

Các ký hiệu xem hình 4-7.

Hình 4-7. Sơ đồ tính toán thấm qua đê quai ở trên nền thấm



b) Lượng nước thấm từ mái hố móng Q_{t2} :

Nếu là hố móng hẹp hoàn chỉnh $\left(\frac{b}{L} < \frac{1}{10}\right)$ tính như công thức 4-7.

$$Q_{t2} = \frac{(H^2 - h_1^2)L.K}{R} \quad (4-7)$$

Nếu hố móng chạy dọc gần sông (hình 4-8b)

$$Q_{t2} = Q_{t2d} + Q_{t2s} = 0,5L \left(\frac{H_1^2 - h^2}{l_1} K_1 + \frac{H_2^2 - h^2}{R} K_2 \right) \quad (4-8)$$

Trong đó :

Q_{t2} - lưu lượng thấm qua mái hố móng hoàn chỉnh (m^3/h);

L - chiều dài hố móng (m);

K - hệ số thấm ($m/ngày\ đê$).

$$R = 2S\sqrt{H.K}$$

$$S = H - h, (m) \quad (4-9)$$

Các ký hiệu khác xem hình 4-8.

Nếu là hố móng rộng hoàn chỉnh thì Q_{t2} tính như công thức 4-10 và 4-11:

$$Q_{t2} = 1,36 K \frac{(H^2 - h^2)}{\lg \frac{A - R}{A}} \quad (4-10)$$

Nếu hố móng ở gần sông thì :

$$Q_{t2} = Q_{t2s} + Q_{t2d} = \frac{1,36K_1H_1^2\Omega}{\lg \frac{A+l_1}{A}} + \frac{1,36K_2H_2^2(1-\Omega)}{\lg \frac{A+R}{A}} \quad (4-11)$$

$$A = \sqrt{\frac{F}{\pi}} \quad (4-12)$$

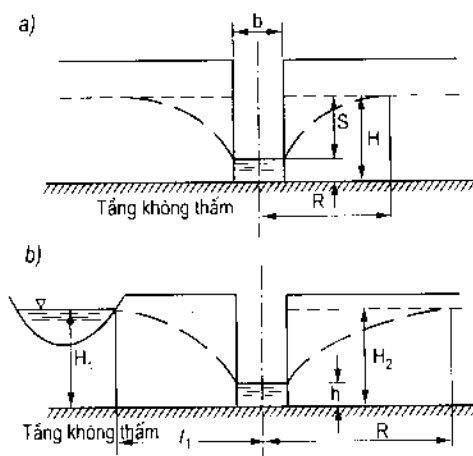
F - bề mặt hố móng (m^2);

Ω - chu vi hố móng bị nước thấm từ phía sông vào.

Các ký hiệu khác xem hình 4-8.

c) Lượng nước thấm từ đáy hố móng Q_{t3} :

Ở hố móng không hoàn chỉnh ($Q_{t3} \neq 0$) xác định lượng nước thấm qua nền (Q_{t3}) rất phức tạp. Có thể tham khảo công thức tính toán ở phần hạ thấp mức nước ngầm. Trong trường hợp tính toán sơ bộ có thể tham khảo số liệu bảng 4-1 để xác định Q_{t3} .



Hình 4-8. Sơ đồ tính lượng nước thấm vào hố móng hoàn chỉnh

Bảng 4-1

Loại đất nền	Q_{t3} ($m^3/h/1m^2$ và 1m đầu nước)
Cát nhỏ	0,16
Cát trung	0,24
Cát thô	0,30
Sỏi cuội lẫn cát hạt thô	0,35
Đá vôi nứt nẻ	0,05 ÷ 0,1

III. Một số vấn đề cần xử lý khi tiêu nước trên mặt

Khi chọn thiết bị tiêu nước (máy bơm) phải dựa vào kết quả tính toán và tiến hành bơm thử, để điều chỉnh thiết bị cho phù hợp.

Quá trình bơm có thể xảy ra ba trường hợp :

1. Nếu mực nước rút xuống nhanh, chứng tỏ công suất máy bơm quá lớn, cần bớt một số máy, hoặc giảm lưu lượng máy.
2. Nước không rút, hoặc rút rất chậm, có thể do quai có nhiều hang hốc, lỗ rỗng lớn nên phải xử lý triệt để rồi mới bơm.

3. Mực nước rút xuống tới mức độ nào đó rồi dừng lại, chúng tỏ lượng nước vào và ra bằng nhau. Cần phải tăng thêm năng lực thiết bị và xử lý các lỗ rỗng trong đê quai để tiếp tục hạ thấp mực nước.

Tính toán số lượng máy bơm cần tăng có thể xác định theo các bước sau :

$$Q_1 = \mu\omega\sqrt{2gh} \quad (4-13)$$

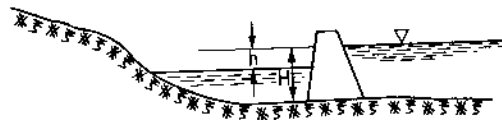
Q_1 - lưu lượng thấm vào (trị số bằng lưu lượng bơm đi), (m^3/h);

μ - hệ số lưu tốc dòng thấm ;

ω - diện tích giả định của dòng nước thấm vào, (m^2);

g - 9,81, (m/s^2);

h - mực nước đã hạ xuống (hình 4-9).



Hình 4-9

Lưu lượng cần thiết phải bơm cạn là :

$$Q = \mu\omega\sqrt{2gH} \quad (4-14)$$

Trong thực tế thì Q_1 , h và g đã biết nên trị số $\mu\omega = \frac{Q_1}{\sqrt{2gh}}$, thay vào công thức

(4-14) được :

$$Q = Q_1 \sqrt{\frac{H}{h}}$$

Năng lực máy bơm cần tăng thêm là :

$$\Delta Q = Q - Q_1 = Q_1 \left(\sqrt{\frac{H}{h}} - 1 \right) \quad (4-15)$$

Từ trị số ΔQ và H ta sẽ chọn được máy bơm cần thiết để bơm cạn hố móng.

§4.3. PHƯƠNG PHÁP HẠ THẤP MỰC NƯỚC NGẦM

Phương pháp hạ thấp mực nước ngầm thường được dùng ở các trường hợp:

- Hố móng rộng, ở vào tầng đất có hạt nhỏ, hệ số thấm nhỏ như đất cát hạt nhỏ và hạt vừa, đất phù sa...

- Đáy móng ở trên nền không thấm tương đối mỏng, dưới là tầng nước có áp lực ;

- Khi yêu cầu thi công đòi hỏi phải hạ mực nước ngầm xuống dưới sâu.

Phương pháp hạ thấp mực nước ngầm tương đối phức tạp, đắt tiền, yêu cầu thiết bị kỹ thuật cao, song nó vẫn được dùng nhiều vì những ưu điểm sau ;

- Làm cho đất trong hố móng luôn khô ráo, tạo điều kiện thuận lợi cho thi công.

- Nhờ sự vận động của nước ngầm trong quá trình hạ mà đất được nén chặt thêm, tăng an toàn cho công trình.

- Do đất được nén chặt, góc ổn định tự nhiên tăng, nên có thể giảm bớt khối lượng mở móng.

Khi hạ thấp mực nước ngầm thường dùng hệ thống giếng thường hoặc hệ thống giếng kim và bơm cao áp.

I. Hệ thống giếng thường

Xung quanh hố móng đào một hệ thống giếng để nước mạch tập trung vào đó, rồi dùng máy bơm hút liên tục làm cho mực nước mạch được hạ thấp.

Đối với giếng thường rộng lòng, đào bằng thủ công thì đào tới đâu phải hạ ống bảo vệ thành tới đó. Có thể dùng gỗ hoặc ống bê tông đúc sẵn để làm ống bảo vệ thành giếng. Loại giếng này không thể hạ mực nước ngầm sâu được.

Muốn hạ mực nước ngầm xuống sâu hơn nữa ta phải tạo giếng bằng ống thép. Quá trình tạo ống có thể tóm tắt như sau :

- Hạ ống ngoài : Dùng nước cao áp (20 atm) xói đất do trọng lượng của ống và chấn động, ống sẽ được từ từ cắm sâu vào trong đất.

- Hạ thành giếng : Đường kính thành giếng thường từ 200 ÷ 450 mm. Trục thành giếng lên cao rồi thả vào trong ống ngoài đã hạ. Phần dưới của thành giếng có lỗ lọc nước. Chiều dài đoạn này tùy thuộc vào địa chất.

Nhổ ống ngoài lên và làm thiết bị lọc ngược. Nếu đất có lớp cát sỏi tự chúng có thể trở thành lớp lọc quanh giếng thì không phải làm. Trong quá trình rút ống ngoài lên thì đổ cát sỏi xuống để làm tầng lọc. Tầng lọc chỉ cần làm ở đoạn ống có lỗ.

Có thể mỗi giếng bố trí một máy bơm (như loại máy bơm chuyên dùng gắn ngay trên thành giếng) hoặc hai ba giếng một máy bơm, tùy hoàn cảnh thực tế.

II. Hệ thống giếng kim

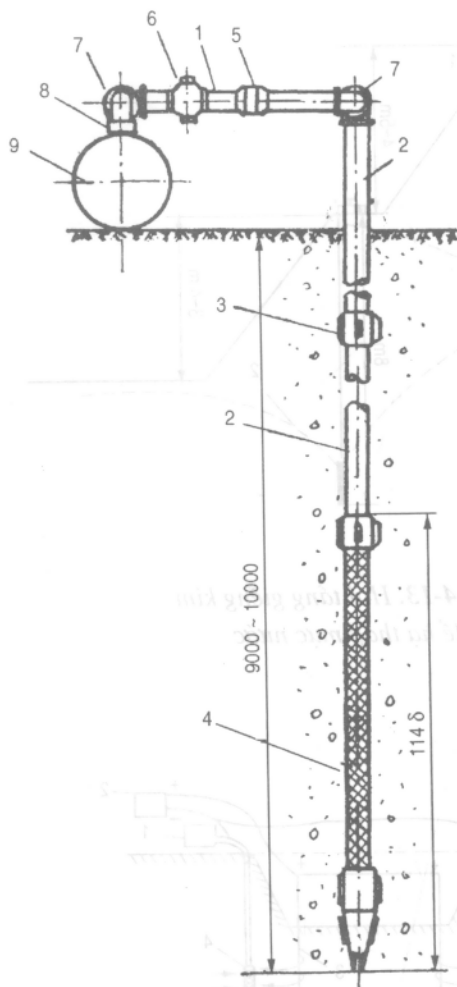
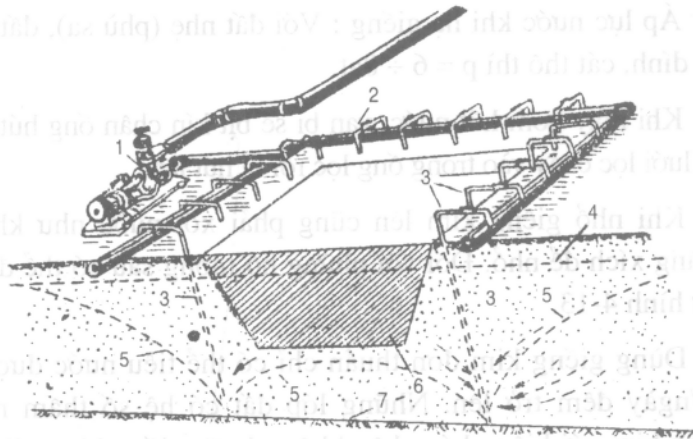
Ở trường hợp hố móng lớn, hệ số thấm của đất nhỏ (khoảng 10 ÷ 4 cm/s) nếu dùng giếng thường thì không kinh tế, mà phải dùng hệ thống giếng kim.

Hệ thống giếng kim gồm những ống lọc nhỏ, cắm xung quanh hố móng. Những giếng kim nối liền với nhau bằng đường ống tập trung nước. Đường ống này nối với máy bơm (xem hình 4-10).

Các giếng kim gắn thân ống và đoạn ống lọc. Thân ống gồm nhiều đoạn đường kính $\phi = 25 \div 38\text{mm}$, dài 1,5 ÷ 2m nối với nhau. Ống lọc dài độ 1m đường kính $\phi = 38 \div 50\text{mm}$. Lớp ngoài cùng của ống lọc là ống lưới thép (20 lỗ trên một tấc Anh), tiếp đó là ống lưới đồng (80 ÷ 100 lỗ trên một tấc Anh). Trong nữa là ống kim loại mỏng có lỗ rất nhỏ. Trong cùng là ống thép. Phía dưới ống thép có quả cân bằng cao su có tác dụng như van đóng mở (hình 4-12).

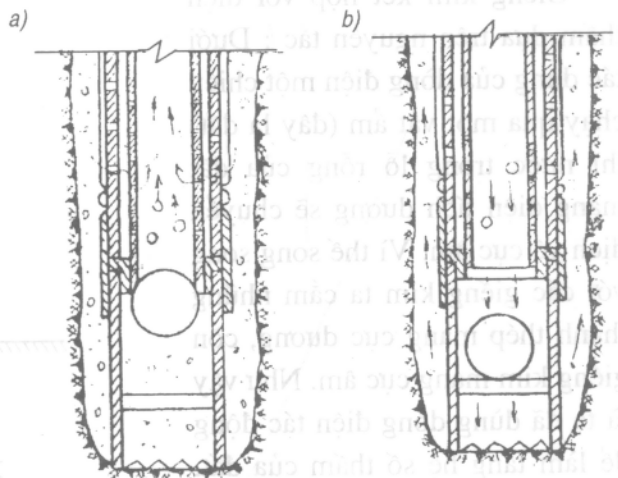
**Hình 4-10. Bố trí
hệ thống giếng kim**

1. Bơm; 2. Ống tập trung
nước; 3. Giếng kim; 4. Mức
nước ngầm trước khi hạ
thấp; 5. Mức nước ngầm
sau khi bơm; 6. Hồ móng;
7. Tầng không thấm.



Hình 4-11. Giếng kim
1, 2. Ống dẫn; 3. Khớp nối; 4. Ống lọc;
5. Ê cu; 6. Van; 7. Ống cút;
8. Ống nối có ren; 9. Ống tập trung nước.

Giếng kim được hạ bằng phương pháp xói nước. Nước ở bơm cao áp được bơm vào thân ống, van bị đẩy xuống, nước chui ra từ chân ống, xói đất. Dưới tác dụng trọng lượng bản thân giếng kim sẽ được hạ dần xuống cao trình thiết kế. Sau đó đổ cát thô, sỏi nhỏ xuống xung quanh giếng tới mặt nước ngầm làm tầng lọc. Khi đổ cát sỏi vẫn phải bơm nước liên tục sao cho cát sỏi có thể lắng xuống được mà vách đất xung quanh giếng không bị sụt lỏ. Trên miệng lỗ xung quanh giếng kim lèn chặt đất sét để không cho không khí lọt vào lớp cát sỏi và ống lọc.



Hình 4-12. Cấu tạo đầu dưới của ống lọc
a) Khi hút nước; b) Khi bơm nước vào để lọc ống.

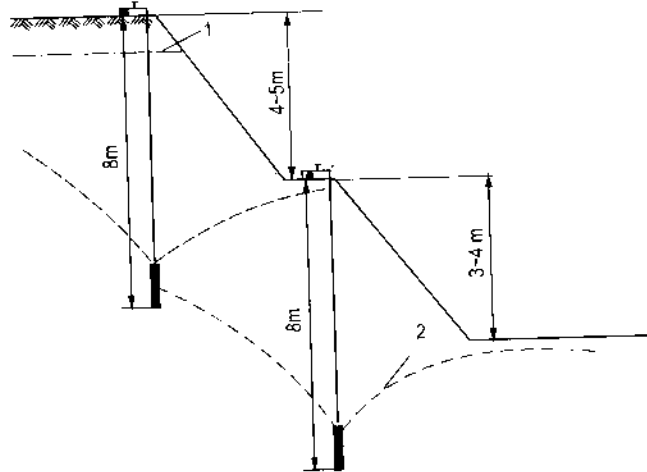
Áp lực nước khi hạ giếng : Với đất nhẹ (phù sa), đất cát nhỏ thì $p = 4 \div 5at$. Nếu là đất dính, cát thô thì $p = 6 \div 8at$.

Khi máy bơm hút nước, van bi sẽ bịt kín chân ống hút, nước sẽ thấm qua tầng lọc, các lớp lưới lọc chảy vào trong ống lọc rồi bị hút lên.

Khi nhô giếng kim lên cũng phải xói nước như khi hạ. Nên dùng cân cầu hoặc palăng xích để nhô. Đối với những hố móng sâu có thể đặt hai hay nhiều đợt giếng kim như hình 4-13.

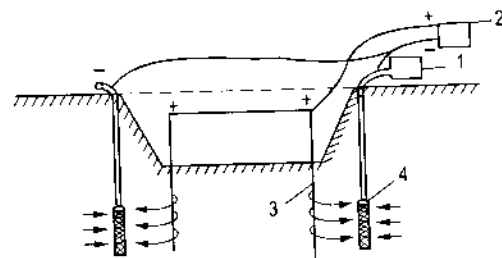
Dùng giếng kim đơn thuần chỉ có thể tiêu nước được ở các lớp đất có hệ số thấm 1m/ngày đem trở lên. Những lớp đất có hệ số thấm nhỏ hơn phải dùng biện pháp giếng kim với biện pháp chân không hoặc giếng kim với điện thấm.

Giếng kim kết hợp với biện pháp chân không là ngoài máy bơm ly tâm ra còn đặt thêm máy bơm chân không, như vậy trong ống tập trung nước và trong các ống giếng kim luôn đảm bảo chân không do đó nước thấm vào ống lọc để hút đi được nhiều hơn. Biện pháp này có thể dùng làm khô đất cát nhỏ lẫn phù sa, đất cát pha sét, có hệ số thấm $0,1\text{m/ngày}$ đem.



Hình 4-13. Hai tầng giếng kim để hạ thấp mực nước

Giếng kim kết hợp với điện thấm dựa trên nguyên tắc : Dưới tác dụng của dòng điện một chiều chạy qua một vật ẩm (đây là đất) thì nước trong lỗ rỗng của đất mang điện tích dương sẽ chuyển dịch về cực âm. Vì thế song song với các giếng kim ta cắm những thanh thép mang cực dương, còn giếng kim mang cực âm. Như vậy là ta đã dùng dòng điện tác động để làm tăng hệ số thấm của đất. Biện pháp này có thể làm khô được đất có hệ số thấm nhỏ hơn $0,1\text{m/ ngày}$ đem.



Hình 4-14. Giếng kim kết hợp điện thấm

III. Thiết kế hạ thấp mực nước ngầm

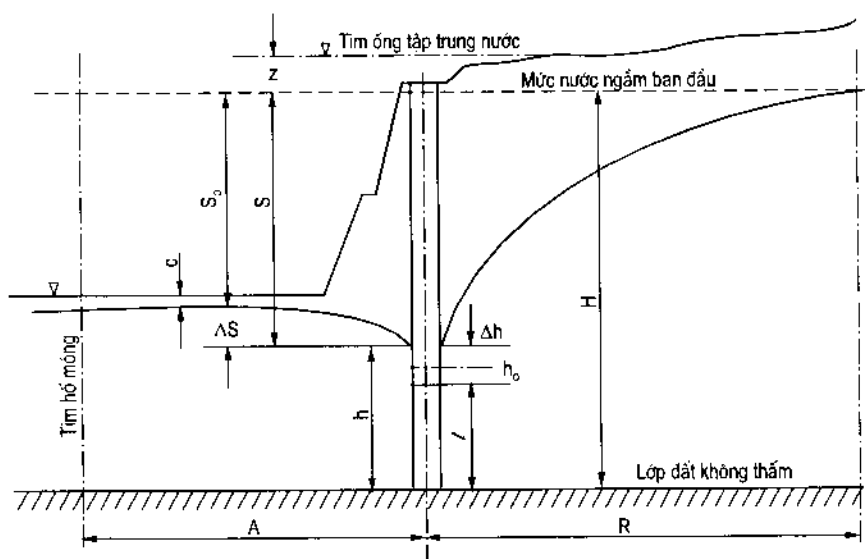
1. Tính lượng nước thấm vào giếng hoàn chỉnh

Dùng công thức 4-10 để tính, các ký hiệu xem hình 4-15.

2. Tính lượng nước thấm vào giếng không hoàn chỉnh

Xác định lượng nước thấm qua giếng không hoàn chỉnh một cách chính xác khá phức tạp. Dưới đây nêu lên công thức tính gần đúng. Coi nước thấm vào giếng không hoàn chỉnh gồm hai phần : phần nước không áp giới hạn từ đáy giếng trở lên Q' và phần có áp Q'' giới hạn từ đáy giếng trở xuống tới tầng không thấm hoặc tới chiều sâu ảnh hưởng T_u .

$$Q = Q' + Q'' \quad (4-16)$$



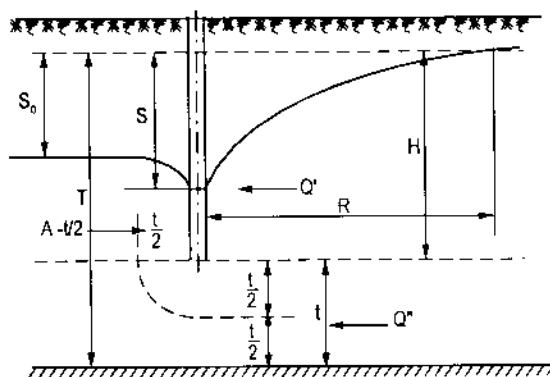
Hình 4-15. Giếng hoàn chỉnh

$$Q' = \frac{1,36K(2H - S)S}{\lg \frac{A + R}{A}}$$

$$Q'' = \frac{2,72S_0 t K}{\lg \frac{A + R}{A - t/2}} \quad (4-17)$$

Các ký hiệu trong công thức xem hình 4-16.

Nếu lớp đất thấm nước quá sâu thì chiều sâu ảnh hưởng T_u xác định theo bảng 4-2.



Hình 4-16. Giếng không hoàn chỉnh

Bảng 4-2

$\frac{S_o}{H}$	0,2	0,3	0,5	0,8	1,0
$\frac{T_a}{H}$	1,3	1,5	1,7	1,85	2,0

3. Xác định số lượng và khoảng cách giếng kim

Số lượng giếng kim cần thiết tính theo công thức 4-18 :

$$n = \frac{Q}{q} m \quad (4-18)$$

Trong đó :

Q - lưu lượng nước mạch cần làm khô, (m³/ngày đêm);

q - khả năng hút nước của mỗi giếng, (m³/ngày đêm);

$$q = FV = 2\pi\gamma LV \quad (4-19)$$

F - diện tích mặt ngoài của ống lọc, (m²);

V - tốc độ nước có thể thấm vào ống lọc, (m/ngày đêm);

L - chiều dài ống lọc, (m);

γ - bán kính ngoài của ống lọc, (m);

m - hệ số dự trữ, m = 1,2 ÷ 1,3.

Tốc độ thấm vào ống lọc xác định theo công thức kinh nghiệm của Abramôp, hoặc bằng đồ thị (hình 4-17).

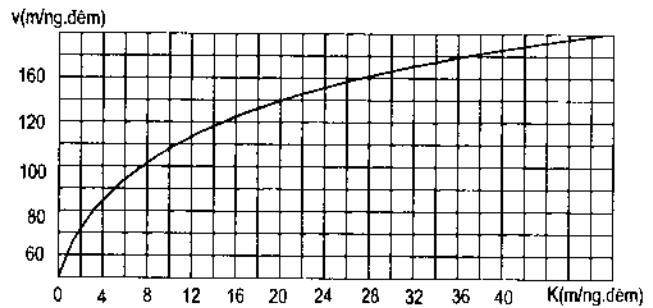
$$V = 6 \sqrt[3]{K} \quad (4-20)$$

K - hệ số thấm, (m/ngày đêm);

Từ số lượng giếng kim ta được khoảng cách bình quân giữa các giếng là :

$$c = \frac{P}{n}$$

P - chu vi hố móng theo tìm hàng giếng kim.



Hình 4-17. Biểu đồ xác định trị số V

4. Xác định chiều sâu hạ giếng kim

Chiều sâu hạ giếng kim (L) tính bằng công thức (4-21).

$$L = Z + S_o + \Delta S + \Delta h + l + h_o \quad (4-21)$$

Các ký hiệu xem hình 4-15.

IV. Những điều cần chú ý khi hạ thấp mực nước ngầm

1. Ở góc hố móng ở hướng thấm chủ yếu nên bố trí giếng kim dày hơn.
2. Khi lắp ráp các đường ống phải bảo đảm thật kín để nâng cao hiệu suất của thiết bị.
3. Để đề phòng tắc ống nên đổ sỏi xung quanh ống lọc độ $5 \div 7$ cm và cao hơn đầu trên của ống lọc độ 1m.
4. Ống tập trung nước nên bố trí càng thấp càng tốt. Quá trình bơm phải luôn kiểm tra xem giếng kim có bị tắc không (mùa nóng sờ tay vào ống giếng kim thấy mát và hơi rung thì giếng vẫn làm việc tốt).

§4.4. BẢO VỆ HỐ MÓNG KHÔNG BỊ PHÁ HOẠI KHI TIÊU NƯỚC

I. Bảo vệ nền công trình chống nước ngầm phá hoại

Nền công trình có thể xảy ra hai trường hợp bị phá hoại. Một là hiện tượng bị xói mặt, hai là hiện tượng đất nền bị đùn ngược.

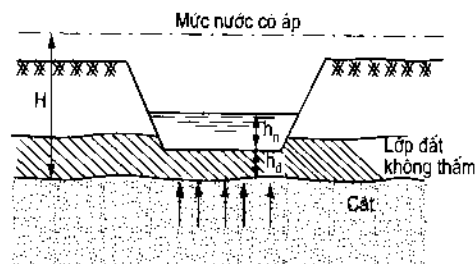
Hiện tượng bị xói mặt chỉ xảy ra ở nền đất ít dính. Hố móng càng sâu so với mực nước ngầm, cường độ bơm nước càng lớn (tiêu nước trên mặt) thì khả năng nền bị xói càng lớn. Trường hợp bị xói dễ xử lý, chủ yếu tìm biện pháp hạn chế lưu tốc trên mặt nền.

Hiện tượng nền bị đùn ngược là đất mất ổn định có thể xảy ra với cả lớp đất dính. Nguyên nhân chủ yếu là do nước ngầm có áp tác dụng. Điều kiện để nước ngầm có áp không phá hoại nền công trình là phải thỏa mãn bất đẳng thức 4-22.

$$H\gamma \leq h_n \gamma + h_d \gamma_d \quad (4-22)$$

Với: γ, γ_d - khối lượng đơn vị của nước và đất còn các ký hiệu khác xem hình 4-18.

Nếu bất đẳng thức 4-22 không thỏa mãn, nền công trình sẽ bị phá hoại. Ta phải xử lý, đối với công trình lớn, yêu cầu về nền cao thì phải làm hệ thống tiêu nước áp lực xung quanh hố móng (như hệ thống giếng kim) để giảm áp lực tác dụng vào nền (xem hình 4-19). Lượng nước cần bơm đi để hạ mực nước có áp đến mức độ cần thiết tính theo công thức 4-23.

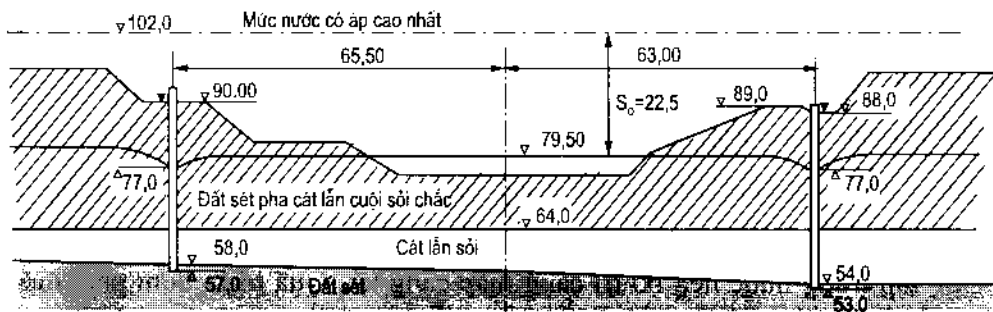


Hình 4-18. Tầng nước có áp tác dụng lên nền công trình

$$Q = \frac{2,72StK}{\lg \frac{A+R}{A}} \quad (4-23)$$

Với: t - chiều dày tầng đất chứa nước có áp.

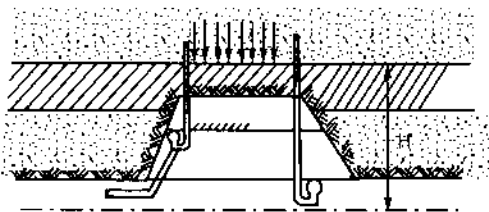
Các ký hiệu khác như trên.



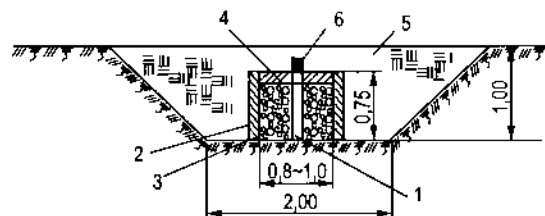
Hình 4-19. Hệ thống giếng tiêu nước
áp lực để bảo vệ nền một trạm thủy điện

Cũng có thể bố trí giếng tiêu nước có áp tự chảy trong lòng hố móng như hình 4-20 để không phải dùng máy bơm.

Ở các công trình nhỏ, sự phá hoại nền của nước có áp không lớn lắm. Thường chỉ có hiện tượng nước phụt lên theo các lỗ khoan không được lắp kỹ thì ta có thể xử lý bằng cách : Đào rộng và sâu $2 \times 2 \times 1\text{m}$ (xem hình 4-21), giữa đặt ống bay bê tông (hoặc gỗ) có $\phi = 0,8 \div 1\text{m}$ cao độ $0,75\text{m}$ giữa ống bay, trên miệng mạch nước đặt ống thép dẫn nước, xung quanh đổ sỏi nhỏ cao độ $3/4$ ống bay. Gắn ống thép với vòi bơm, để bơm tiêu nước đi đồng thời lấp đất xung quanh ống bay, đầm nén tốt. Để bê tông phần còn lại trên miệng ống bay, chờ cho bê tông đạt cường độ rồi rút bỏ vòi bơm, đút nút ống thép lại và lấp đất lên trên.



Hình 4-20. Giếng tiêu nước có áp lực tự chảy



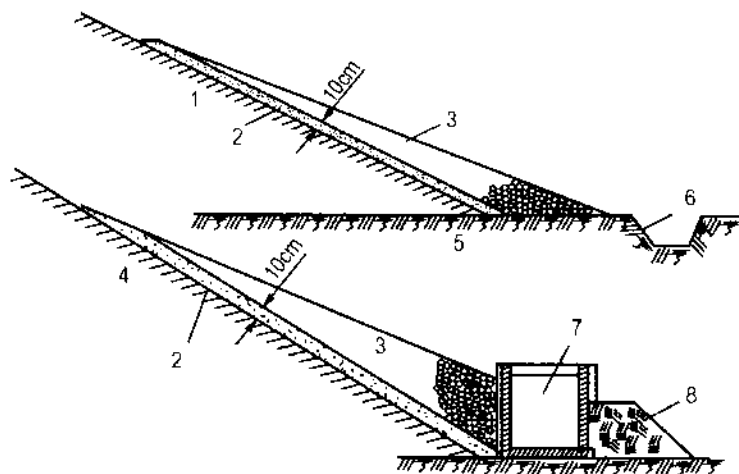
Hình 4-21. Xử lý nước dùn ngược
1. Ống dẫn nước; 2. Ống bay; 3. Sỏi nhỏ;
4. Vữa bê tông; 5. Đất sét đầm chặt; 6. Nút gỗ.

II. Bảo vệ mái hố móng khi tiêu nước

Nguyên nhân mái hố móng không ổn định là do nước chảy trên mặt hoặc nước ngấm, do đó biện pháp tích cực là hạn chế nước chảy vào trong ống móng.

Hạn chế nước mặt chảy vào hố móng bằng cách: đào hệ thống mương hoặc đắp con trạch quanh hố móng. Đối với nước ngấm ta có thể đóng ván cừ kéo dài đường viền

thấm hoặc gia cường chân mái hố móng để chống nước ngầm làm sạt lở. Ở các công trình nhỏ ta có thể làm cọc tre, phên nứa, rơm rạ... Đối với các công trình lớn có thể làm tầng lọc ngược như hình 4-22.



Hình 4-22. Bảo vệ mái hố móng

1. Á sét; 2. Cát thỏ; 3. Sỏi; 4. Cát mịn lẫn bùn;
5. Nền á sét; 6. Mương tiêu; 7. Máng gỗ; 8. Đất sét nện chặt.

Chương 5

XỬ LÝ NỀN

Để đảm bảo yêu cầu chịu lực, phòng lún, phòng thấm, chống trượt và chống xói của một số nền công trình thì phải tiến hành xử lý.

Đối với nền đất yếu có tính dính, thấm ít như đất bùn thì chủ yếu là nâng cao cường độ chịu lực và chống trượt, nên thường dùng lớp đệm, đóng cọc và nổ mìn ép.

Đối với nền đất không có tính dính như đất pha cát, pha sỏi hoặc nền cát và sỏi thì yêu cầu chủ yếu đối với nó là tăng cường khả năng phòng thấm. Cho nên thường dùng các phương pháp xử lý sau đây :

- Đắp tường răng đất sét cắm sâu tới tầng không thấm. Phương pháp này thường chỉ dùng khi tầng cát, sỏi sâu không quá 10m, để tránh những khó khăn, phức tạp trong thi công.

- Đắp sân phủ thượng lưu bằng đất sét. Phương pháp này thường dùng khi tầng cát sỏi quá sâu (trên 15m) và công trình có cột nước không lớn lắm.

- Dùng phương pháp hoá lý như phụt vữa xi măng, silicat hoá, nhựa tổng hợp, điện thấm, điện hoá học, điện silicat và phương pháp nhiệt v.v...

Đối với nền đá nứt nẻ nhiều, phong hoá sâu thì yêu cầu chủ yếu đối với nó là chịu lực và phòng thấm nên thường dùng phương pháp phụt vữa xi măng để xử lý.

Dưới đây sẽ lần lượt giới thiệu một số phương pháp xử lý cơ bản.

§5.1. XỬ LÝ NỀN BẰNG LỚP ĐỆM

I. Đệm cát

Lớp đệm cát dùng có hiệu quả nhất khi lớp đất yếu ở trạng thái bão hoà nước có chiều dày nhỏ hơn 3m và không xuất hiện nước ngầm có áp.

Để tiết kiệm vật liệu, có thể trộn 70% cát vàng với 30% cát đen hay ba phần sỏi với hai phần cát vàng (sỏi nên chọn cỡ hạt $20 \div 30\text{mm}$).

Đệm cát được thi công theo trình tự sau đây :

a) *Rải và san thành từng lớp đều đặn:* Chiều dày mỗi lớp rải phụ thuộc vào thiết bị đầm nén, có thể tham khảo bảng 5-1.

Bảng 5-1. Chiều dày lớp rải ứng với thiết bị đầm

Thiết bị đầm nén	Chiều dày lớp rải (cm)
Đầm thủ công nặng 30 kG	20
Đầm bàn rung	25
Đầm ES-60 của Đức	25
Đầm bánh xích ДТ - 54	30 ÷ 40
Đầm lu VUS2EP	30 ÷ 40
Đầm rung có phun nước U20	100 ÷ 150

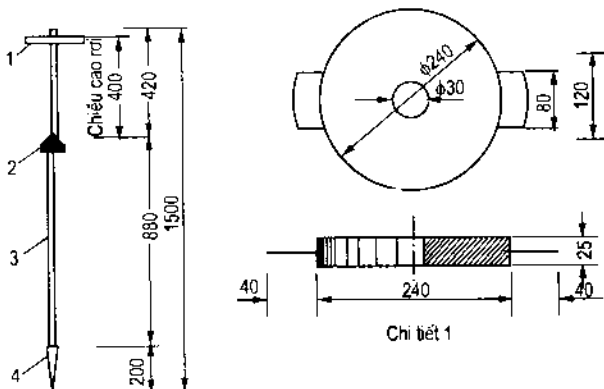
b) Đầm nén

Nói chung có thể dùng các thiết bị đầm đất để đầm cát. Ngoài ra còn có thể dùng phương pháp xĩa lắc để đầm chặt. Dùng loại xĩa thép dài $1,3 \div 1,4$ m, có $4 \div 5$ răng, mỗi răng dài $25 \div 30$ cm và tiến hành như sau : Đầu tiên nâng xĩa lên cao khoảng 50 cm, rồi thả cho rơi tự do và lắc mạnh cho xĩa ngấp sâu dần trong đệm cát. Theo kinh nghiệm thi công, mỗi lớp cát chỉ cần xĩa lắc 4 lần là đạt độ chặt trung bình.

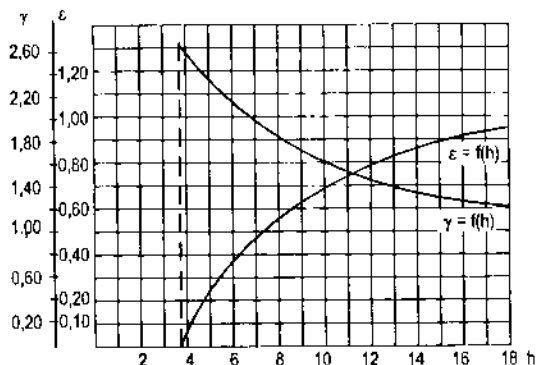
c) Kiểm tra độ chặt của cát sau khi đầm nén

Có thể dùng một trong ba phương pháp sau đây để kiểm tra độ chặt của lớp cát đệm: Phương pháp cân, phương pháp dùng phao Kovalev và phương pháp xuyên tiêu chuẩn. Hai phương pháp đầu đã được giới thiệu trong "Quy phạm kỹ thuật thi công và nghiệm thu công tác đất" của Ủy ban Kiến thiết cơ bản nhà nước xuất bản năm 1965. Dưới đây chỉ giới thiệu phương pháp xuyên tiêu chuẩn là phương pháp còn ít đề cập đến.

Thiết bị xuyên tiêu chuẩn gồm có quả tải trọng nặng 10,5 kG; một cần dài 1,5m có mẫu đỡ để khống chế chiều cao rơi của quả tải trọng, phía dưới của cần có một chùy xuyên với đầu nhọn và có khắc thước đo đến mm. Chiều cao rơi của quả tải trọng được ấn định là 42cm. Toàn bộ thiết bị nặng 16kG (hình 5-1).



Hình 5-1. Cấu tạo của thiết bị xuyên tiêu chuẩn
1. Quả tải trọng; 2. Mẫu đỡ; 3. Chùy xuyên.



Hình 5-2. Biểu đồ quan hệ giữa ϵ , γ và h

Quá trình thử xuyên tiêu chuẩn được tiến hành như sau: nâng quả tải trọng lên đến chiều cao quy định và thả rơi tự do, nâng lên và thả xuống ba lần, đồng thời ghi độ lún của chùy.

Dựa vào độ lún h đo được có thể xác định được hệ số rỗng ε và khối lượng riêng γ sau khi nén chặt, bằng cách tra biểu đồ (hình 5-2) hoặc bằng tính toán.

Nếu xác định các trị số ε và γ bằng tính toán thì có thể dựa vào các công thức thực nghiệm sau đây :

$$\varepsilon = 0,26 (h - 3,95) \frac{1}{1,9}$$

$$\gamma = \frac{\Delta}{1 + \varepsilon}$$

Trong đó : Δ - trọng lượng riêng của cát.

II. Đệm đất

Trong những năm gần đây, ở một số công trình dùng đất sét pha cát lấy ngay ở khu vực xây dựng công trình để làm vật liệu cho lớp đệm.

Trình tự thi công đệm đất tương tự như đệm cát. Tuy nhiên do vật liệu làm lớp đệm khác nhau nên một số chi tiết trong kỹ thuật đầm nén đất có khác. Phần này sẽ được nói kỹ ở phần đầm đất.

III. Đệm đá, sỏi

Khi lớp đất yếu dưới đáy móng ở trạng thái bão hoà nước, có chiều dày nhỏ hơn 3m và dưới đó là lớp đất chịu lực tốt, đồng thời xuất hiện nước có áp lực cao thì có thể dùng đệm đá, sỏi.

Trình tự thi công đệm đá, sỏi cũng tương tự như đệm cát. Riêng lớp đệm đá yêu cầu phải xếp và chèn thật tốt, bởi vì nếu xếp và chèn không tốt thì sự ổn định của toàn bộ lớp đệm sẽ không thực hiện được.

§5.2. XỬ LÝ NỀN BẰNG CỌC

Xử lý nền bằng cọc có những ưu điểm sau đây :

- Khắc phục hoặc hạn chế được biến dạng lún có trị số quá lớn và biến dạng không đều của nền.
- Đảm bảo sự ổn định cho công trình khi có tải trọng ngang tác dụng.
- Giảm bớt được khối lượng vật liệu xây móng và khối lượng đào, đắp đất.
- Công nghiệp hoá trong việc chế tạo và thi công cọc nên rút ngắn được thời gian.

I. Các loại cọc và phạm vi áp dụng

Cho đến nay có nhiều cách phân loại cọc như phân theo vật liệu, phân theo dạng tiết diện, phân theo tính chất tác dụng, phân theo hướng trục của cọc v.v... Trong phần

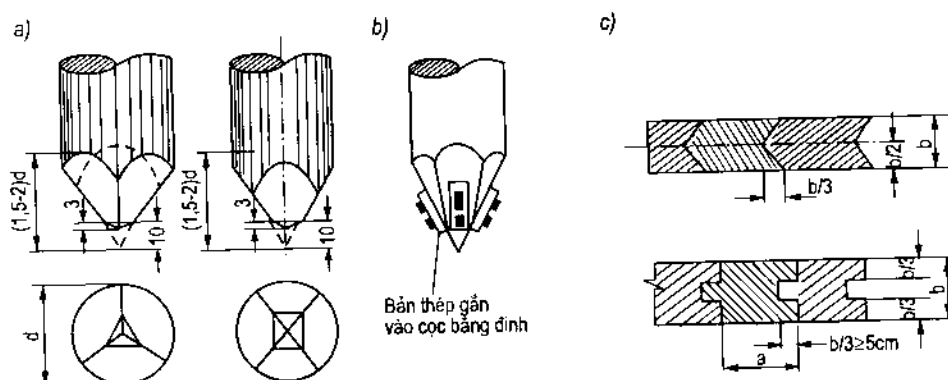
này chỉ giới thiệu cấu tạo và phạm vi áp dụng của một số loại cọc chủ yếu thường dùng hiện nay.

1. Cọc tre

Cọc tre được dùng để gia cố nền đất yếu có chiều dày không lớn (khoảng $2\div 3\text{m}$) của các công trình dân dụng, công nghiệp, thủy lợi loại nhỏ và vừa. Cọc tre không dùng ở nền khô hoặc khô ướt theo từng mùa vì dễ làm cọc tre bị mục. Tre làm cọc phải là loại tre đực, già (trên 2 năm), thẳng và tươi, dày tối thiểu $1\div 1,5\text{cm}$. Chiều dài làm việc có hiệu quả của cọc tre thường là $2\div 3\text{m}$ và đường kính của cọc lớn hơn 6cm . Đầu trên của cọc chừa cách mấu 5cm , đầu dưới của cọc cách mấu 20cm và vát nhọn.

2. Cọc gỗ

Cọc gỗ thường dùng có hai loại: một loại gỗ cây thẳng có đường kính khoảng $20\div 30\text{cm}$ với chiều dài khoảng $10\div 12\text{m}$, loại khác do ván ghép lại gọi là ván cừ. Mũi cọc thường đẽo nhọn thành hình chóp 3 cạnh hay bốn cạnh. Chiều cao của mũi cọc khoảng $1,5\div 2$ lần đường kính của cọc. Để bảo vệ cho đầu cọc không bị giáp nát người ta thường lồng thêm một vòng đai thép. Khi cọc phải đóng qua lớp cuội, sỏi còn dùng thép bịt mũi cọc (hình 5-3).



Hình 5-3. Cấu tạo của cọc gỗ
a) Mũi cọc; b) Mũi cọc có bịt thép; c) Ván cừ.

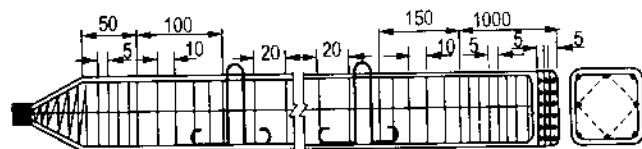
Gỗ làm cọc thường là gỗ giẻ, thông, muồng, trâm v.v... Gỗ làm cọc yêu cầu phải tươi có độ ẩm lớn hơn 23%.

Nói chung cọc gỗ thường chỉ được dùng ở những nơi luôn luôn ẩm ướt. Vì thế cọc không những không bị mục mà bền lâu.

3. Cọc bê tông cốt thép

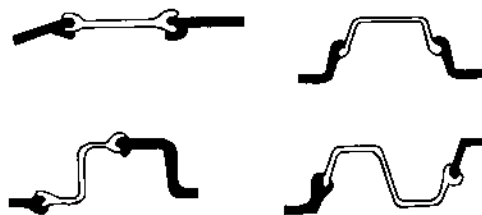
Một trong những loại cọc được dùng phổ biến hiện nay là loại cọc đặc, tiết diện vuông. Thông thường chiều dài cọc từ $3\div 24\text{m}$, tiết diện cọc $20\times 20 - 45\times 45\text{cm}$,

khối lượng của mỗi cọc khoảng từ $0,3 \div 10T$. Để bảo vệ đầu và mũi cọc, thường bố trí cốt thép đai dày hơn ở những vị trí này (hình 5-4).



Hình 5-4. Cấu tạo của cọc đặc bê tông cốt thép

Ở một số nước tiên tiến hiện nay người ta thường dùng loại cọc ống thép có đường kính từ $30 \div 70\text{cm}$ với chiều dày thành ống từ $8 \div 16\text{mm}$ và loại cọc thép tiết diện chữ I ở một số công trình đặc biệt. Riêng cừ thép được dùng tương đối rộng rãi hơn (hình 5-5) còn nói chung ít dùng vì thép là vật liệu hiếm và đắt tiền.



Hình 5-5. Các dạng tiết diện cừ thép

II. Thi công cọc

1. Một số yêu cầu chung về kỹ thuật chế tạo cọc

Khi chế tạo cọc cần chú ý các quy định sau đây :

- Đối với cọc đặc thì mác xi măng không nên nhỏ hơn 300, còn đối với cọc rỗng thì không nên lấy nhỏ hơn 400.
- Kích thước đá dăm hoặc sỏi không nên lấy lớn hơn 40mm đối với cọc đặc và không lớn hơn 20mm đối với cọc rỗng.
- Tại đỉnh cọc và mũi cọc không được dùng loại đá sỏi có kích thước lớn hơn 20mm.
- Độ sụt bê tông khi chế tạo cọc không được lớn hơn 60mm.
- Đối với cọc bê tông đúc sẵn thì phải đổ bê tông liên tục bắt đầu từ mũi lên đỉnh.
- Khi bê tông đạt 25% cường độ mới được tháo ván khuôn và phải tiến hành dưỡng hộ.
- Mặt ngoài của cọc phải phẳng nhẵn và không có vết nứt.

2. Hạ cọc bằng búa đóng

A. Các thiết bị đóng

a) Giá đóng

Giá đóng cọc dùng để treo búa, treo cọc và khống chế phương chuyển động của búa. Các bộ phận chủ yếu của nó gồm :

- Cột dẫn để khống chế phương hướng chuyển động của búa.

- Thiết bị treo búa và treo cọc như puli, tời v.v...

- Giá đỡ.

- Đế đỡ có mắc bánh xe vận chuyển ở dưới.

Giá đóng cọc bằng kết cấu thép lắp ghép (hình 5-6) và giá đóng cọc bằng gỗ (hình 5-7) là loại giá đóng cọc thường dùng. Ngoài ra còn có thể biến đổi máy đào đất, hoặc cần trục thành giá đóng cọc (hình 5-8).

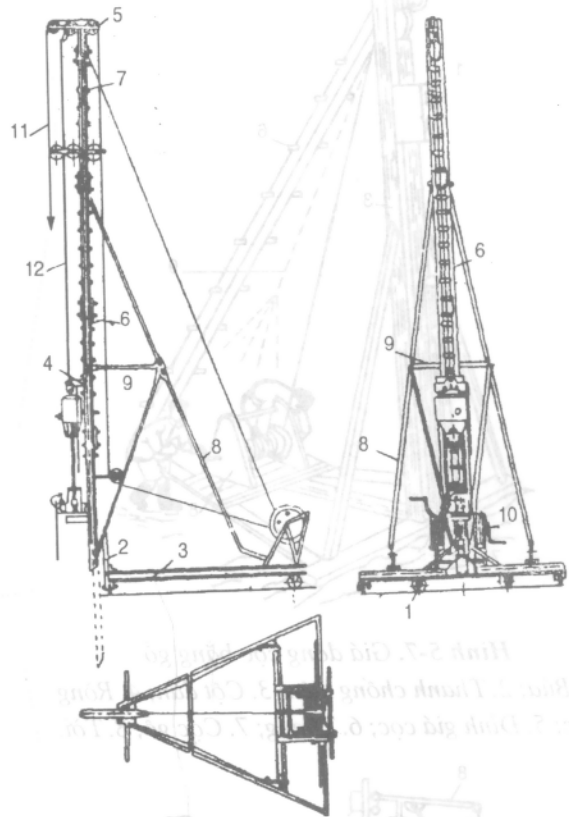
b) Búa đóng

Hiện nay có nhiều loại búa đóng cọc. Ở phần này chỉ giới thiệu một số loại búa thông dụng.

Búa treo : loại này chạy bằng tời điện và dây cáp. Búa nặng khoảng $500 \div 2000\text{kG}$, kết cấu đơn giản. Độ cao nâng búa phụ thuộc vào khả năng chịu tải của cọc, thường $2,5 \div 4\text{m}$. Búa có năng suất thấp. Do đó chỉ nên dùng trong trường hợp khối lượng công tác không lớn lắm.

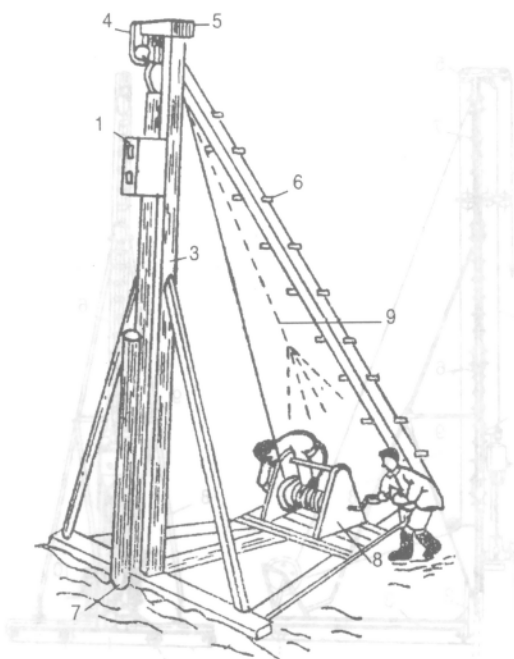
Búa hơi đơn động : Búa hơi đơn động cũng có nhiều kiểu khác nhau, nhưng đều làm việc theo nguyên lý chung. Vỏ búa được nâng lên là nhờ hơi nước hoặc khí ép, khi rơi xuống là do trọng lượng bản thân. Trọng lượng búa thường $1,5 \div 8\text{T}$, số nhát đóng trong một phút khoảng $25 \div 30$. Khuyết điểm chính của loại búa này là điều khiển bằng tay và tốn nhiều hơi, do đó hiệu suất nhỏ hơn búa song động. Vì vậy chỉ dùng để đóng những cọc bê tông cốt thép dài và nặng (hình 5-9).

Búa hơi song động : Búa hơi song động cũng là loại búa dùng hơi nước hay khí ép để nâng pittông có gắn búa lên và nén pittông cho búa rơi xuống (hình 5-10), loại này đóng với năng suất cao hơn, mỗi phút có thể đóng tới $200 \div 300$ nhát, làm việc tự động, kích thước nhỏ, vận chuyển dễ. Nhược điểm chính của loại này là trọng lượng bộ phận xung kích chỉ chiếm $20 \div 30\%$ trọng lượng toàn bộ nên thường chỉ dùng để đóng các loại cọc nhẹ, yêu cầu động năng không lớn.

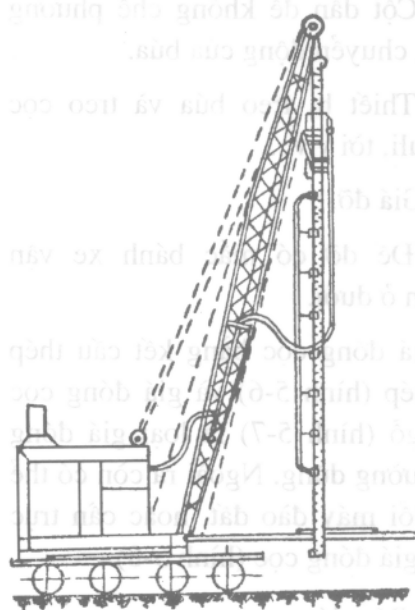


Hình 5-6. Giá đóng cọc bằng kết cấu thép lắp ghép

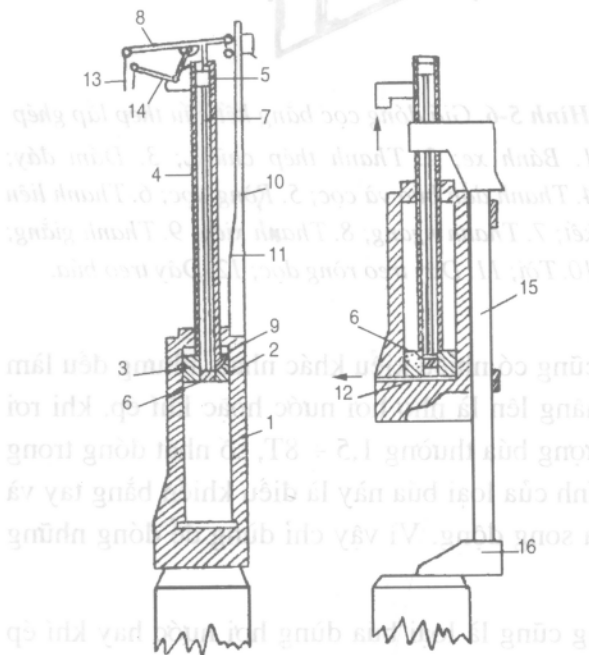
1. Bánh xe; 2. Thanh thép chữ L; 3. Dầm đáy; 4. Thanh dẫn búa và cọc; 5. Ròng dộc; 6. Thanh liên kết; 7. Thanh ngang; 8. Thanh xiên; 9. Thanh giằng; 10. Tời; 11. Dây treo ròng dộc; 12. Dây treo búa.



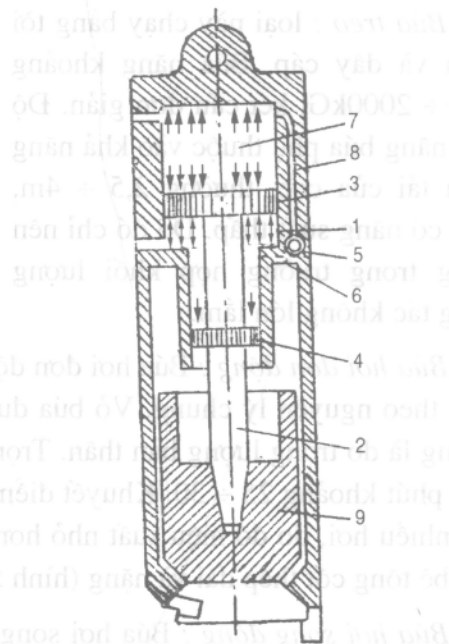
Hình 5-7. Giá đóng cọc bằng gỗ
1. Búa; 2. Thanh chống xiên; 3. Cột dẫn; 4. Ròng rọc; 5. Đỉnh giá cọc; 6. Thang; 7. Cọc gỗ; 8. Tời.



Hình 5-8. Biến đổi cần trục thành giá đóng cọc



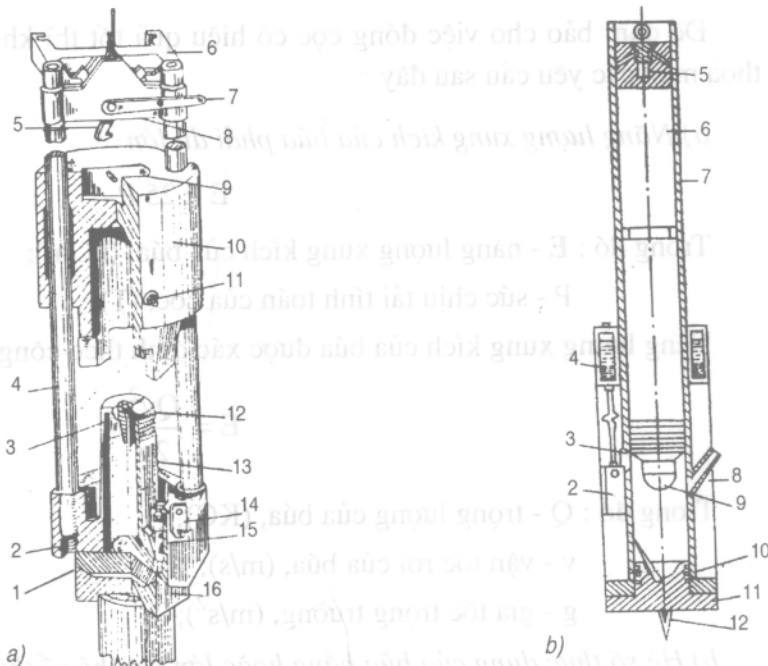
Hình 5-9. Búa hơi đơn động
1. Vỏ ngoài; 2, 5, 6. Pittông; 3. Rãnh; 4. Cán; 7. Cán pittông; 8. Cánh tay đòn; 9. Rãnh; 10. Cán có ghi kích thước; 11. Mặt nghiêng; 12. Lỗ; 13. Dây cáp; 14. Tay đòn; 15. Cột dây hướng; 16. Bệ



Hình 5-10. Búa hơi song động
1. Xi lanh; 2. Cán pittông; 3, 4. Pittông; 5. Van; 6. Rãnh; 7. Xi lanh; 8. Rãnh; 9. Búa

Hình 5-11. Sơ lược cấu tạo của búa diezen

- a) Kiểu thanh dẫn; 1. Bộ đỡ; 2. Răng cưa; 3. Miệng phun; 4. Thanh dẫn; 5. Móc treo; 6. Xà ngang; 7. Tay đòn; 8. Thanh treo móc câu; 9. Chốt; 10. Búa; 11. Chốt; 12. Pittông; 13. Ống dẫn; 14. Thanh đóng mở; 15. Bơm dầu; 16. Bộ đỡ dưới.
- b) Kiểu pittông xung kích; 1. Lỗ lòng chảo; 2. Bơm dầu; 3. Cánh tay đòn; 4. Thùng dầu dự trữ; 5. Ngăn chứa dầu nhớt; 6. Pittông; 7. Xi lanh; 8. Ống nối; 9. Mũ hình cầu; 10. Vòng xiết chặt; 11. Bộ đỡ; 12. Chốt.



Búa diezen : Nguyên lý công tác của loại búa này là lợi dụng sức nổ của dầu khi đốt cháy trong xi lanh để nâng búa lên, sau đó dựa vào trọng lượng bản thân rơi xuống để đóng cọc. Trong quá trình búa nâng lên (hình 5-11a) hoặc búa rơi xuống (hình 5-11b) thì dầu đồng thời được phun vào qua pittông (hình 5-11a) hoặc vào xi lanh (hình 5-11b). Do đó khi búa rơi xuống thì dầu lẫn không khí bị ép có nhiệt độ cao sẽ bị cháy và nổ làm cho búa (là xi lanh hoặc pittông) nhảy lên. Cứ tuần hoàn như vậy búa có thể xung kích 50 ÷ 60 lần trong một phút. Trọng lượng phần xung kích của búa này thường là 600 ÷ 1200kg nên thường dùng để đóng cọc dài và nặng (hình 5-11).

Đặc tính kỹ thuật của một vài loại búa đóng cọc của Liên Xô có thể tham khảo bảng 5-2.

Bảng 5-2. Tính năng của một vài búa đóng cọc của Liên Xô

Loại búa	Búa diezen			Búa hơi song động					Búa hơi đơn động	
	ДБ-45	СДМ-2	С-222А	СССМ-501	СССМ-708	С-35	С-32	С-231	СССМ-570	С-276
Tính năng của búa										
Năng lượng xung kích của búa (KGm)	180	400	800	570	906	1085	1590	1800	2700	4200
Trọng lượng búa (KG)	260	1400	2525	2088	2968	3767	4095	4450	2700	4160

B. Chọn búa đóng cọc

Để đảm bảo cho việc đóng cọc có hiệu quả tốt thì khi chọn búa cần phải đảm bảo thoả mãn các yêu cầu sau đây :

a) Năng lượng xung kích của búa phải đủ lớn

$$E \geq 25 P$$

Trong đó : E - năng lượng xung kích của búa, (kGm);

P - sức chịu tải tính toán của cọc, (T);

Năng lượng xung kích của búa được xác định theo công thức :

$$E = \frac{Qv^2}{2g}$$

Trong đó : Q - trọng lượng của búa, (KG);

v - vận tốc rơi của búa, (m/s);

g - gia tốc trọng trường, (m/s²);

b) Hệ số thực dụng của búa bằng hoặc lớn hơn hệ số thực dụng cho phép

$$K_b = \frac{Q+q}{E} \geq [K_b]$$

Trong đó : Q - trọng lượng búa, (kG);

q - trọng lượng cọc, bao gồm cả mũ và đệm.

Trị số K_b tính toán trên phải nằm trong giới hạn đã cho ở bảng 5-3.

Bảng 5-3. Hệ số thực dụng cho phép của búa

Loại búa	Trị số K _b cho phép đối với		
	Cọc gỗ	Cọc thép	Cọc bê tông cốt thép
Búa hơi song động và búa diezen loại ống	5	5,5	6
Búa hơi đơn động và búa diezen loại cần	3,5	4,0	5
Búa treo	2	2,5	3

c) Đảm bảo độ chối e trong một giới hạn cho phép

Muốn đảm bảo tốc độ hợp lý thì độ chối e phải nằm trong phạm vi sau đây :

$$1 \div 2\text{cm} < e < 3 \div 5\text{cm}$$

Qua thực nghiệm chứng minh rằng khi trọng lượng phần rơi của búa bằng 1,6 ÷ 2 lần trọng lượng của cọc (Q = (1,6 ÷ 2) q) thì đóng cọc có hiệu quả nhất.

3. Hạ cọc bằng chấn động

Búa chấn động để hạ cọc trong đất mềm (nhất là cát, cát pha sét) đạt hiệu suất rất cao, tốc độ hạ cọc tăng lên $3 \div 4$ lần, giá thành giảm tới $2 \div 2,5$ lần.

A. Các loại búa chấn động

1. Búa chấn động đơn giản (hình 5-12a)

Búa được gắn cứng với đầu cọc nên khi búa tạo ra chấn động truyền cho mũ cọc và cọc cùng tần số. Thuộc loại này ta có thể kể một vài kiểu mà Liên xô đang dùng như БП-1, БП-3, ПБ-30, БП-80, БП-160 v.v...

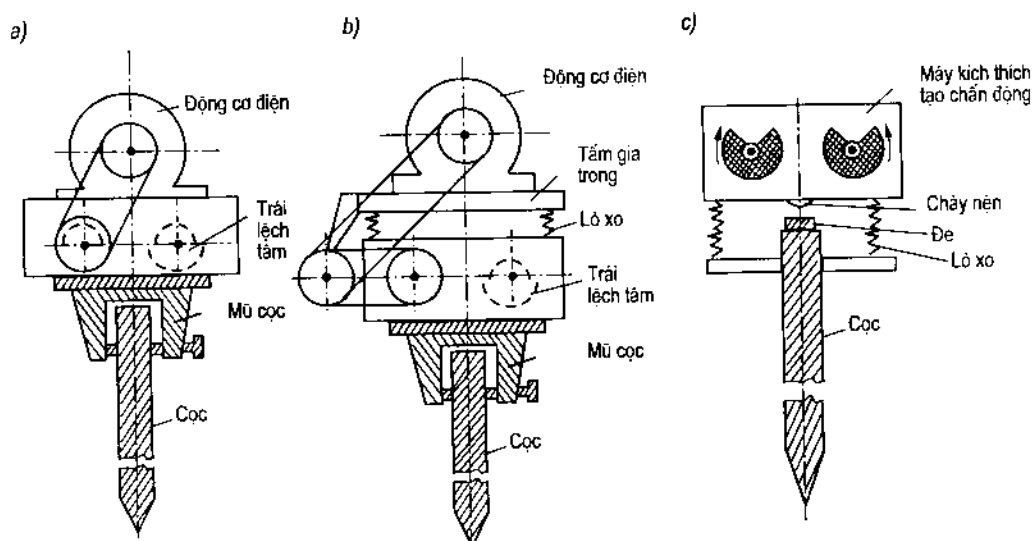
2. Búa chấn động có gia trọng trên lò xo (hình 5-12b)

Búa gồm hai phần : phần chấn động có máy tạo chấn động và mũ cọc, phần không chấn động có các tấm gia trọng và động cơ. Hai phần được nối với nhau bằng các lò xo.

So với loại búa chấn động đơn giản thì búa loại này có nhiều ưu điểm hơn: Động cơ điện bền lâu, có thể tăng hoặc giảm trọng lượng búa cho thích hợp bằng cách thay đổi gia trọng. Kiểu búa loại này mà thường dùng nhất ở Liên xô là БПП và БПМ.

3. Búa chấn động xung kích (hình 5-12c)

Búa chấn động xung kích gồm có động cơ, máy tạo chấn động, chày nện, đe, lò xo và mũ cọc. Loại búa này kết hợp cả hai tác dụng là đóng và làm rung động cọc, do đó có thể sử dụng loại búa này để hạ cọc trong đất bão hoà nước và trong đất cát pha sét hoặc sét pha cát. Hiện nay Liên xô thường dùng loại búa chấn động kiểu này như BM-4, BM-7, C-467 v.v...



Hình 5-12. Sơ đồ cấu tạo của búa chấn động

a) Sơ đồ cấu tạo của búa chấn động đơn giản; b) Sơ đồ cấu tạo của búa chấn động có gia trọng; c) Sơ đồ cấu tạo của búa chấn động xung kích.

B. Chọn búa chấn động để hạ cọc

Muốn hạ được cọc vào đất bằng búa chấn động thì phải đảm bảo được một số điều kiện sau đây :

1. Lực kích động phải đủ lớn để cọc thắng được lực cản do ma sát của đất. Điều kiện này được viết dưới dạng sau đây:

$$Q_d \geq \alpha T$$

Trong đó:

Q_d - lực kích động của máy chấn động;

α - hệ số kể đến ảnh hưởng đàn hồi của đất; đối với cọc ống thép, ống bê tông cốt thép, búa chấn động có tần số thấp thì $\alpha = 0,6 \div 0,8$; đối với ván cừ thép, cọc gỗ, búa chấn động có tần số cao thì $\alpha = 1$.

T - trị số lực cản của đất tác dụng vào cọc, được xác định như sau :

- Đối với cọc :

$$T = U \sum_{i=1}^n f_i h_i$$

- Đối với ván cừ :

$$T = \sum_{i=1}^n f_i h_i$$

Trong đó : U - chu vi của tiết diện cọc ;

f_i và f_i' - lực ma sát đơn vị của lớp đất thứ i tra theo bảng 5-4;

h_i - chiều dày lớp đất thứ i mà cọc xuyên qua.

Bảng 5-4. Trị số f_i và f_i'

Loại đất	f_i , (T/m ²)			f_i' , (T/m ²)	
	Cọc gỗ cọc ống thép	Cọc bê tông cốt thép	Cọc ống bê tông cốt thép	Ván cừ thép nhẹ	Ván cừ thép nặng
Cát bão hoà nước, sét pha cát, cát pha sét dẻo mềm	0,6	0,7	0,5	1,2	1,4
Cát pha sét chặt hay cuội sỏi (có bão hoà)	0,8	1,0	0,7	1,7	2,0
Sét pha cát, cát pha sét ít dẻo	1,5	1,8	1,0	2,0	2,5
Sét pha cát, sét pha cát cứng và rất cứng	2,5	3,0	2,0	4,0	5,0

2. Biên độ chấn động của cọc phải lớn hơn biên độ ban đầu

Thông thường biên độ chấn động A của cọc nên lấy gấp $4 \div 5$ lần biên độ ban đầu A_0 . Trị số A thích hợp có thể tra ở bảng 5-5.

Bảng 5-5. Trị số biên động A thích hợp

Số dao động trong một phút Loại cọc	Trị số A (mm)					
	Đất cát			Đất dính		
	300÷700	800÷1000	1200÷1500	400÷700	800÷1000	1200÷1500
1. Ván cừ thép, ống thép và những cọc có tiết diện 100÷150 cm ² ;	-	8÷10	4÷6	-	10÷12	6÷8
2. Cọc gỗ, ống thép kín đầu dưới có tiết diện tới 800cm ²	-	10÷12	6÷8	-	12÷15	8÷10
3. Cọc bê tông cốt thép vuông, chữ nhật có tiết diện tới 2000cm ²	12÷15	-	-	15÷20	-	-
4. Cọc ống bê tông cốt thép có đường kính lớn, khi hạ có moi đất ở trong ra	6÷10	4÷6	-	8÷12	6÷10	-

Điều kiện để cọc có thể hạ xuống một cách dễ dàng là :

$$\xi \frac{M}{Q + q} \geq A$$

Trong đó :

ξ - hệ số lấy bằng 0,8 đối với cọc bê tông cốt thép ; và lấy bằng 1,0 đối với các loại cọc khác;

M - mô men của trái lệch tâm;

Q - trọng lượng của búa chấn động ;

q - trọng lượng của cọc;

A - biên độ chấn động thích hợp.

3. Tổng hợp lực của các ngoại lực tác dụng lên cọc phải đủ lớn, đảm bảo hạ cọc hoặc nhổ cọc được nhanh. Điều kiện này được biểu diễn dưới dạng sau đây :

$$Q + q + q_p \geq PF;$$

$$\eta_1 < \frac{Q + q + q_p}{Q_d} < \eta_2$$

Trong đó :

Q và q giải thích như trên ;

q_p - trọng lượng các phần phụ tác dụng lên cọc ;

P - áp lực đơn vị tác dụng lên cọc;

Q_d - lực kích động của máy ;

η_1 và η_2 là các hệ số lấy như sau :

- Đối với cừ thép $\eta_1 = 0,15$; $\eta_2 = 0,5$;
- Đối với những cọc nhẹ $\eta_1 = 0,3$; $\eta_2 = 0,6$;
- Đối với những cọc nặng (bê tông cốt thép) $\eta_1 = 0,4$; $\eta_2 = 1$.

Trị số áp lực P khi hạ cọc trong đất cát bão hoà nước và đất cát pha sét hoặc đất sét pha cát mềm có thể tham khảo bảng 5-6.

Bảng 5-6. Trị số áp lực P

Loại và kích thước cọc	P (kG/cm ²)
Cọc ống thép có đường kính nhỏ và các cọc khác có tiết diện tới 150cm ² .	1,5 ÷ 3
Cọc gỗ, cọc ống thép (đầu dưới kín) có tiết diện tới 800cm ² .	4,0 ÷ 5,0
Cọc bê tông cốt thép hình vuông hay hình chữ nhật có tiết diện tới 2000cm ² .	6,0 ÷ 8,0

Trong quá trình thi công đóng cọc cần chú ý những điểm sau đây :

1. Bố trí đóng cọc có thể dùng một trong bốn hình thức: đóng cọc từng hàng, đóng xung quanh dầm vào giữa, đóng từ giữa dầm ra xung quanh và đóng từng đoạn.

2. Thời gian đóng cọc rất ngắn mà thời gian dịch chuyển và định vị các thiết bị và cọc rất lâu, cho nên khi thiết kế biện pháp phải xét tỷ mỉ, chu đáo về trình tự đóng cọc, biện pháp dịch chuyển thiết bị và cọc, bố trí hiện trường để giảm bớt thời gian chờ đợi.

3. Để tránh cọc bị nghiêng lệch hoặc hư hỏng thì lúc đầu nên đóng nhẹ và mạnh dần cho tới khi đạt độ sâu thiết kế.

4. Xét tới tác dụng ép chặt dầm của nền nên cọc đóng sau có thể ngắn hơn cọc đóng trước.

5. Để nâng cao tốc độ đóng cọc ta có thể dùng các biện pháp sau :

- Đồng thời đóng hai cọc trở lên.
- Nếu dùng cần trục để đóng cọc thì nên dùng hai bộ, một bộ đóng, một bộ dựng và định vị cọc.
- Dùng mũi để bảo vệ đầu và mũi cọc để tránh hư hỏng trong quá trình đóng.

4. Hạ cọc bằng xói nước

Thường dùng với đất nền là phù sa, cát lẫn sỏi cuội, cát pha sét hoặc sét pha cát v.v...

Thiết bị loại này gồm có một máy bơm, các ống dẫn cao áp và ống xói. Máy bơm có thể dùng loại ly tâm hoặc pittông nhưng phải tạo ra được áp lực từ 4 ÷ 12atm, lưu lượng 600 ÷ 3500 l/phút. Ống xói thường dùng có đường kính 38 ÷ 100mm với đầu xói có đường kính bằng 0,3 đường kính ống và dài hơn cọc 2 ÷ 3m.

Khi thi công cần chú ý các điểm sau đây :

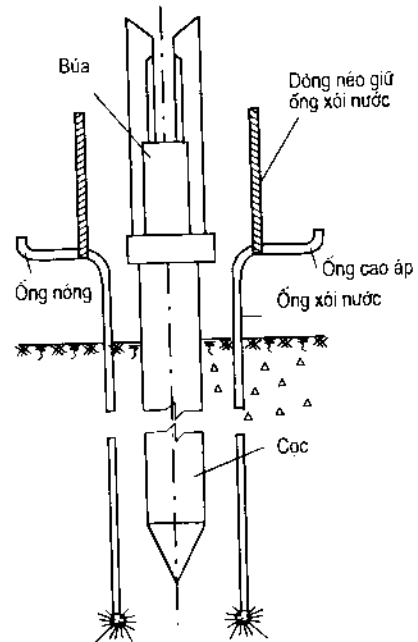
- Ống xói bao giờ cũng phải sâu hơn mũi cọc $0,25 \div 0,5m$.

- Khi cọc còn cách chiều sâu thiết kế $1 \div 1,5m$ thì ngừng xói nước mà dùng búa đóng để đảm bảo đất nền ở mũi cọc không bị phá hoại.

- Không nên dùng biện pháp này ở nơi gần công trình đang sử dụng hoặc công trình ngầm nằm sát bên cạnh.

- Khi thiết kế biện pháp cũng như khi thi công phải có biện pháp giải quyết lượng nước xói và sự tơi lở đất sao cho không ảnh hưởng đến công tác thi công.

- Nếu ống xói đặt ngoài thì không nên bố trí ít hơn hai ống cho mỗi cọc để tránh sự nghiêng lệch của cọc (hình 5-13).



Hình 5-13. Sơ đồ biểu thị hạ cọc bằng xói nước

5. Đổ cọc tại chỗ

Bê tông hoặc vôi, cát, đất sét được đổ vào các lỗ tạo sẵn, sau đó đầm chặt, tạo thành một hệ thống cọc nhằm tăng cường khả năng chịu lực và phòng thấm cho nền.

Tuỳ yêu cầu xử lý khác nhau mà dùng cọc cát, cọc đất sét, cọc vôi hay cọc bê tông.

Các lỗ được tạo do các thiết bị khoan hoặc đóng cọc rồi rút lên.

Trong quá trình tạo lỗ cần chú ý các vấn đề sau đây :

1. Đảm bảo cho lỗ không bị xiên lệch so với thiết kế.
2. Sau khi tạo lỗ phải tiến hành đổ hoặc nhồi ngay các vật liệu tạo cọc để tránh sự sạt lở của lỗ.
3. Trường hợp lỗ sâu có thể dùng ống thép để làm cọc, nhỏ ống thép đến đâu thì nhồi vật liệu làm cọc ngay đến đó.

§5.3. XỬ LÝ NỀN BẰNG NỔ Mìn ÉP

I. Giới thiệu sơ lược

Nội dung chủ yếu của phương pháp này là bố trí các quả mìn dài trong phạm vi nền cần gia cố theo dạng hình tam giác đều. Sau khi mìn nổ tạo thành những giếng có thành vách tương đối chặt, lấp cát và đầm chặt.

Phương pháp này tuy mới được nghiên cứu và ứng dụng, nhưng có hiệu quả tốt về cả kinh tế và kỹ thuật, thể hiện như sau :

- Nền đất yếu nhanh đạt được độ bền vững cao.
- Thi công đơn giản nhanh và tốn ít vật liệu.

II. Tính toán lượng thuốc nổ

Cho đến nay đã có nhiều công thức thực nghiệm tính toán lượng thuốc nổ để tạo giếng. Nhưng nói chung đều dựa vào nguyên lý đồng dạng giữa thể tích giếng và thể tích quả mìn. Dưới đây chỉ giới thiệu một vài công thức :

Công thức đơn giản và quen biết nhất là của P. L. Xavit :

$$r = K_n \sqrt{Q}$$

Trong đó :

r - bán kính giếng;

Q - lượng thuốc nổ trên một mét dài của quả mìn;

K_n - hệ số, phụ thuộc vào loại đất, tra bảng 5-7.

Bảng 5-7. Trị số của K_n

Loại đất	K_n
Đất sét dẻo màu xanh lơ	0,355
Đất sét chặt màu xanh lơ nhạt	0,316
Đất sét chặt vừa màu xanh lơ	0,282
Đất sét màu xanh lơ sặc sỡ	0,251
Đất sét chặt màu vàng (ướt)	0,236
Đất sét chặt màu trắng	0,215
Đất sét pha cát nặng, chặt	0,300
Đất sét pha cát nhẹ	0,267
Đất sét pha cát dạng hoàng thổ	0,198
Đất cát pha sét	0,280
Cát chặt có lớp sét pha cát xen kẽ	0,198

Công thức của P. L. Xavit tuy đơn giản nhưng chưa phản ánh được sự ảnh hưởng của từng loại thuốc nổ, do đó người ta thường hay dùng công thức sau đây :

$$Q = K\alpha r^2$$

Trong đó :

Q - lượng thuốc nổ trên một mét của quả mìn;

K - hệ số, phụ thuộc vào đặc trưng của chất nổ, lấy theo bảng 5-8;

α - hệ số, phụ thuộc vào đặc trưng cơ lý của đất.

Khi thiết kế chưa có số liệu thí nghiệm có thể lấy như sau :

$\alpha = 0,7 \div 1,5$ đối với đất dính từ trạng thái chảy đến trạng thái dẻo chảy.

$\alpha = 1,5 \div 2,5$ đối với đất dính, dẻo mềm.

Bảng 5-8. Trị số của hệ số K

Loại thuốc nổ	K (kg/m ³)
Anamit 62%	1,00
Ammit 6	1,17
Ammit B3	1,20
Ammit 9	1,40

Trong thực tiễn thi công, để tránh những sai số về các hệ số thực nghiệm người ta thường thay $m = K\alpha$; nghĩa là công thức trên trở thành :

$$Q = mr^2$$

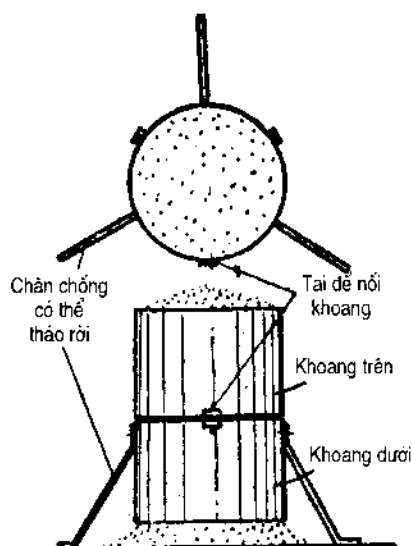
Từ đó tiến hành nổ thử một số lần với lượng thuốc là Q và bán kính giếng đo được sau khi nổ là r và ta tính ngay được trị số m thích hợp cho bản thân công trình cần dùng. Từ đó ta có thể tính được lượng thuốc nổ ứng với bán kính giếng thiết kế.

III. Những điều cần chú ý trong thi công

1. Để đảm bảo đất được nén đều thì giếng nên bố trí trên mặt bằng theo sơ đồ hình tam giác đều và cho nổ đồng thời. Khoảng cách giữa các trục giếng ít nhất bằng sáu lần bán kính giếng. Chiều sâu giếng nên lớn hơn bốn lần bán kính giếng và bán kính giếng nên nhỏ hơn 0,5m.

2. Trường hợp nổ mìn trong đất bão hoà nước nhất là đất có chứa nhiều hạt cát thì khó đạt kết quả, vì áp lực giếng dễ làm sập vách giếng. Để khắc phục tình trạng này ta có thể dùng phương pháp sau đây :

Sau khi tạo lỗ, đặt mìn và mắc xong mạng điện gây nổ, ta đặt trên các quả mìn đó những thùng tròn không đáy (hình 5-14). Thùng này đứng vững được nhờ ba chân chống xuống đất. Tiếp đó chuyển cát vào thùng đủ khối lượng cần thiết. Ngay khi nổ, giếng được tạo ra và cát do trọng lượng bản thân và sóng nổ sẽ nhanh chóng rơi xuống giếng giữ không cho vách bị sập. Tiếp đó đổ thêm cát và đầm chặt tới độ chặt thiết kế.



Hình 5-14. Thùng cát

Nói chung trong đất rời, bão hoà nước chỉ nên thiết kế giếng với bán kính nhỏ để thùng cát có kích thước vừa phải.

Khi nổ giếng nông có thể không cần thùng chứa cát mà chỉ cần đổ cát thành đồng lên trên các quả mìn. Để miệng giếng đỡ có dạng phễu nên đặt đầu trên của quả mìn sâu dưới mặt đất một đoạn bằng $(0,4 \div 0,6)$ lần bán kính giếng.

3. Phải đảm bảo an toàn tuyệt đối trong suốt quá trình thi công, đặc biệt chú ý các khâu vận chuyển, gia công, nạp thuốc mìn. Muốn vậy phải triệt để tuân thủ các quy trình thao tác, quy phạm kỹ thuật và quy phạm an toàn về nổ phá.

§5.4. XỬ LÝ NỀN BẰNG PHƯƠNG PHÁP HOÁ LÝ

I. Giới thiệu sơ lược

Khi xây dựng các công trình chịu tải trọng lớn trên nền đất cát ở trạng thái rời, đất có lỗ rỗng lớn, sỏi cuội hay đá nứt nẻ v.v... thì phải dùng phương pháp hoá lý để xử lý.

Xử lý bằng hoá lý bao gồm: phụt vữa xi măng, silicat hoá, dùng nhựa tổng hợp, dùng nhựa bitum, điện thấm, điện hoá học, điện silicat và phương pháp nhiệt...

Xử lý nền bằng phương pháp này có những ưu điểm sau đây :

- Làm tăng khả năng chịu lực của nền, đảm bảo nền ổn định khi công trình có tải trọng ngang lớn.

- Tạo màng chống thấm dưới nền công trình.

- Gia cường mặt tiếp giáp giữa nền và móng để chống thấm, chống trượt.

Ở nước ta phương pháp phụt vữa xi măng vẫn là chủ yếu và rộng rãi vì nó thoả mãn được cả yêu cầu cố kết và yêu cầu phòng thấm, còn những phương pháp khác do điều kiện thi công và khả năng kinh tế chưa cho phép nên việc ứng dụng còn bị hạn chế. Vì vậy trong phạm vi này chỉ tập trung giới thiệu phương pháp phụt vữa xi măng và vữa xi măng đất sét.

II. Phụt vữa xi măng

1. Chọn loại xi măng và vật liệu pha trộn

Xi măng dùng trong phụt vữa cần đạt các yêu cầu sau đây :

- Xi măng Poocăng có số hiệu từ 300 trở lên.

- Hạt phải nhỏ để vữa đi sâu vào các khe nứt, phạm vi ảnh hưởng của phụt vữa lớn. Mức độ nhỏ được quy định như sau : Khối lượng xi măng lọt qua sàng 90 không nhỏ hơn khối lượng xi măng cần dùng.

- Xi măng phải được bảo quản trong điều kiện khô ráo, tránh ẩm ướt, vón cục.

- Trường hợp lượng mất nước đơn vị lớn, lưu tốc nước ngầm vượt quá 80m/ngày đêm phải dùng loại xi măng đông kết nhanh để tránh tiêu hao quá nhiều xi măng, hoặc pha trộn thêm clorua canxi để đông kết nhanh với tỷ lệ 4÷7 % khối lượng xi măng.

Để tiết kiệm xi măng có thể pha trộn thêm các vật liệu khác: cát nghiền, bụi xỉ than với đường kính hạt phải nhỏ (d = 0,1 ÷ 0,5mm) và với khối lượng khoảng 50% khối lượng xi măng.

Để tăng tính lưu động của vữa, đạt hiệu quả phụt tốt hơn có thể pha trộn thêm các phụ gia hoạt tính như thủy tinh lỏng, chất hoá dẻo v.v...

2. Chọn tỷ lệ $\frac{N}{X}$ (nước/xi măng)

Bảng 5-9. Tỷ lệ $\frac{N}{X}$ ứng với lượng mất nước đơn vị

Lượng mất nước đơn vị q (l/ph)	0,005 ÷ 0,09	0,09 ÷ 0,2	0,2 ÷ 0,5	0,5 ÷ 1	1 ÷ 5	> 5
$\frac{N}{X}$	$\frac{12}{1} \div \frac{8}{1}$	$\frac{8}{1} \div \frac{6}{1}$	$\frac{6}{1} \div \frac{5}{1}$	$\frac{5}{1} \div \frac{3}{1}$	$\frac{3}{1} \div \frac{1}{1}$	$\frac{1}{1} \div \frac{0,4}{1}$

Ngoài ra còn cần chú ý các điểm sau đây :

- Trong quá trình phụt vữa, nồng độ của vữa nên thay đổi theo nguyên tắc từ loãng tới đặc dần.

- Nếu độ rỗng của nền lớn thì nên chọn $\frac{N}{X}$ nhỏ, nghĩa là vữa đặc và xi măng có cường độ cao. Ngược lại nếu độ rỗng của nền nhỏ ta vẫn dùng xi măng có số hiệu cao và pha trộn thêm một lượng phụ gia vì nếu dùng xi măng mác thấp thì độ nhỏ của xi măng không đạt yêu cầu.

3. Chọn thiết bị phụt vữa

Khi chọn thiết bị phụt vữa thì dựa vào các nguyên tắc sau đây :

- Máy bơm phải đảm bảo cung cấp một áp lực lớn hơn 1,5 áp lực phụt vữa lớn nhất mà thiết kế quy định và đảm bảo phụt vữa liên tục.

- Tốt nhất nên chọn động cơ điện, trường hợp thiếu có thể chọn động cơ diesel loại 6 ÷ 12 mã lực.

- Ống dẫn vữa phải chịu được áp lực bằng 1,5 áp lực phụt thiết kế.

- Các thiết bị phụt vữa phải có số lượng dự trữ và được bố trí sẵn sàng để tránh sự gián đoạn lúc phụt, nếu xảy ra sự cố.

4. Trình tự thi công

a) Xác định vị trí các lỗ khoan

Trước hết xác định tâm, tuyến và mép công trình, sau đó dùng thước dây để đo và định vị trí các lỗ khoan theo đúng kích thước của thiết kế và có cắm mốc đánh dấu.

b) Khoan lỗ

Khi khoan lỗ sâu khoảng 10m thì nên dùng các máy khoan dùng hơi ép hoặc máy khoan điện. Nếu lỗ khoan sâu hơn (15 ÷ 20m) thì dùng máy khoan loại KAMZUB cỡ lớn. Tại công trình khoan phụt ở Thác Bà đã dùng hai loại máy khoan hơi ép : loại KC50 khoan đến độ sâu tối đa là 12m, đường kính lỗ khoan 85mm. Loại II31 khoan sâu đến 50m và có đường kính 105mm.

Kích thước mũi khoan phải thích ứng với nút phụt vừa và cố gắng dùng mũi khoan cỡ nhỏ vì như vậy khoan rất nhanh, chi phí về khoan ít, vừa vận động nhanh ít lãng động.

Phải đặc biệt chú ý đảm bảo phương của lỗ khoan đúng với yêu cầu thiết kế.

c) Xối rửa lỗ khoan và khe nứt

Trong quá trình khoan lỗ thì phần lớn bột đá bị phụt ra ngoài, nhưng vẫn còn bộ phận nhỏ bột đá, tạp chất nhỏ bám vào thành và đáy lỗ khoan, thậm chí chui cả vào các khe nứt, làm ảnh hưởng đến phụt vừa nếu không rửa sạch.

Đối với lỗ khoan nông thì dùng ống sắt cắm vào lỗ đến đáy và phun nước cao áp cho tới khi nước trào ra ngoài không còn vẩn đục nữa mới ngừng. Thường từ 2 ÷ 4 giờ.

Trường hợp lỗ khoan sâu hoặc trong lỗ mắc kẹt nhiều tạp chất có thể dùng cách ép hơi và ép nước kết hợp để rửa.

Áp lực nước và khí nén để rửa không nên quá lớn để tránh tình trạng làm khe nứt phát triển. Thông thường áp lực xối rửa này không quá 70 ÷ 80% áp lực phụt vừa cho phép.

d) Ép nước thí nghiệm

Mục đích của ép nước thí nghiệm là để độ thấm thấu của nền (biểu thị qua lượng mất nước đơn vị) làm cơ sở cho thiết kế quyết định chiều sâu lỗ khoan, lượng xi măng cần dùng và bố trí lỗ khoan. Trước khi phụt vừa lại tiến hành ép nước thí nghiệm để tiến hành kiểm tra các số liệu đã khảo sát đồng thời kiểm tra tình hình làm việc của thiết bị phụt vừa. Sau khi phụt vừa một thời gian nhất định lại ép nước thí nghiệm để kiểm tra hiệu quả phụt vừa.

Lượng mất nước đơn vị được xác định theo công thức sau đây :

$$q = \frac{Q}{H.L}$$

Trong đó :

Q - lưu lượng nước ép.

q - lượng mất nước đơn vị, tức là lượng nước thấm trong 1 phút của 1m lỗ khoan.

Áp lực ép nước thí nghiệm phải tiến hành từ nhỏ đến lớn, thường dùng $1 \div 3 \text{ kG/cm}^2$. Khi áp lực đã ổn định thì cứ cách $3 \div 5$ phút ghi lượng mất nước một lần; nếu lượng mất nước không thay đổi nhiều lắm trong khoảng thời gian 30 phút thì có thể ngừng thí nghiệm. Cách $5 \div 10$ phút lại thí nghiệm lại, nếu thấy lượng mất nước không sai lệch quá 20% lượng mất nước đợt trước thì có thể dừng thí nghiệm. Khi ép nước thí nghiệm nên tiến hành từng đoạn, mỗi đoạn khoảng 5m là thích hợp.

Đối với lỗ khoan sâu, thường dùng 3 trị số áp lực khác nhau từ nhỏ đến lớn để thí nghiệm, trong mỗi trị số áp lực đọc liên 3 lần, khi thấy lượng mất nước không sai lệch nhau quá 10% thì có thể thay đổi trị số khác.

Đối với lỗ khoan nông thì không nhất thiết phải ép nước thí nghiệm mà chỉ tiến hành xối rửa lỗ khoan và khe nứt.

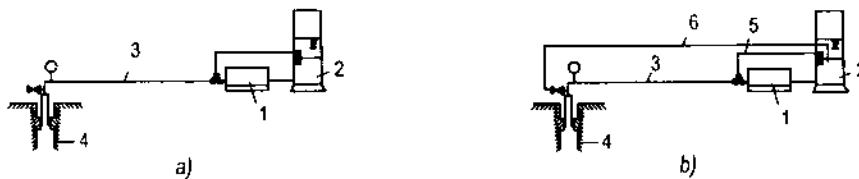
e) Phụt vữa

Khi ép nước thí nghiệm xong thì nên phụt vữa xi măng ngay, nếu vì lý do gì đó chưa phụt được mà để quá 24 giờ thì phải tiến hành rửa lại rồi mới phụt.

Căn cứ vào đặc điểm vận động của vữa khi phụt ta có thể chia ra hai phương pháp là phụt vữa một chiều và phụt vữa tuần hoàn.

Phụt vữa một chiều nghĩa là trong quá trình phụt thì vữa chỉ đi một mạch từ máy trộn qua hệ thống máy bơm và ống dẫn đến các khe nứt (hình 5-15a). Phương pháp này có đặc điểm là thiết bị đơn giản, thao tác dễ dàng, nhưng lưu tốc thường nhỏ nên thường dùng với lỗ khoan nông, nền nứt nẻ lớn.

Phụt vữa tuần hoàn nghĩa là trong quá trình phụt thì vữa đi vào các khe nứt, còn một phần khác theo ống dẫn về thùng trộn (hình 5-15b).



Hình 5-15. Sơ đồ sự vận động của vữa

a) Phụt vữa một chiều; b) Phụt vữa tuần hoàn; 1. Máy bơm vữa; 2. Thùng trộn; 3. Ống dẫn vữa đi; 4. Lỗ khoan; 5. Ống dẫn vữa về; 5. Ống dẫn vữa liên hoàn.

Phương pháp này có thể đảm bảo tính lưu động của vữa trong suốt quá trình phụt vữa, tránh được sự lắng đọng làm cho hiệu suất phụt tốt, chất lượng phụt cao. Do đó thường dùng với lỗ khoan sâu.

Căn cứ vào trình tự phụt lại có thể chia ra bốn phương pháp là : phụt một lần, phụt từ trên xuống, phụt từ dưới lên và phụt hỗn hợp.

Phụt vữa một lần là phụt một lần hết toàn bộ chiều sâu lỗ khoan. Nó thích hợp với lỗ khoan không sâu lắm (dưới 15m) và nền nứt nẻ ít. Khuyết điểm của nó là không thể tùy tính chất nứt nẻ từng đoạn mà dùng áp lực phụt thích hợp nên hiệu quả và chất lượng phụt vữa không tốt lắm.

Phụt vữa từ trên xuống là tiến hành khoan phụt từng đoạn từ trên xuống dưới: Đầu tiên khoan một đoạn sâu $2,5 \div 5\text{m}$, tiếp đó ép nước xối rửa và thí nghiệm rồi phụt vữa. Sau khi phụt vữa $2 \div 3$ giờ cần xối rửa sạch vữa trong lỗ (nếu để lâu vữa sẽ đông kết trong lỗ khoan phải khoan lại). Sau khi vữa phụt ở đoạn này đông kết đạt cường độ yêu cầu lại tiếp tục khoan lỗ, ép nước và phụt vữa đoạn dưới, cứ như thế cho tới khi đạt độ sâu yêu cầu. Phương pháp này tuy thi công phiền phức chậm trễ nhưng khi phụt đoạn dưới thì đoạn trên vữa đã đạt cường độ cao, có thể dùng áp lực phụt lớn hơn, hiệu quả phụt tốt hơn.

Nội dung của phương pháp phụt vữa từng đoạn từ dưới lên là : khoan lỗ ngay đến độ sâu thiết kế, sau đó chia đoạn phụt từ dưới lên. Phương pháp này tuy thi công nhanh, nhưng hiệu quả phụt kém. Nếu gặp nền đá nứt nẻ nhiều có thể gây ra tình trạng trôi vữa ra ngoài, lỗ khoan bị sập v.v... Do đó có thể dùng khi nền ít nứt nẻ.

Phụt vữa hỗn hợp thực chất là sự kết hợp của hai phương pháp phụt từ trên xuống và phụt từ dưới lên. Đối với nền đá thường phần trên nứt nẻ nhiều thì dùng phương pháp phụt từ trên xuống, càng xuống sâu, nứt nẻ ít có thể dùng phương pháp phụt từ dưới lên.

5. Chọn áp lực phụt vữa

Như đã nói : áp lực lớn thì vữa đi xa và ngược lại, do đó trên nguyên tắc mà nói, thì trên cơ sở đảm bảo không phá hoại kết cấu của tầng đá và lớp bê tông bên trên (nếu có) thì dùng áp lực càng lớn càng tốt.

Áp lực phụt vữa lớn nhất cho phép P được xác định như sau:

$$P = \frac{1}{10} \gamma h K + \frac{1}{10} \gamma' h' K'$$

Trong đó :

γ, γ' - lần lượt là khối lượng riêng của đá và bê tông, (T/m^3);

h - khoảng cách từ mép phụt vữa đến mặt nền, (m);

h' - chiều dày công trình trên mặt nền, (m);

K - hệ số biểu thị sự dính kết của đá, thường $K = 2 \div 3$;

K' - hệ số biểu thị sự dính kết của bê tông hay đá xây trên mặt nền thường $K' = 1 \div 2$.

6. Những điều cần chú ý trong quá trình thi công phụt vữa

a) Phụt vữa phải được tiến hành liên tục, không gián đoạn. Muốn thế phải chuẩn bị đầy đủ vật liệu, thiết bị và các tiện nghi phục vụ như điện, nước, hơi ép v.v. Trong quá trình phụt vữa phải thường xuyên theo dõi, kiểm tra để phát hiện và xử lý kịp thời những

vấn đề xảy ra. Sau khi phụt xong mỗi đoạn phải phụt nước để rửa hệ thống thiết bị dẫn vữa, tránh tình trạng lắng đọng, ninh kết làm tắc thiết bị. Trường hợp bắt buộc phải ngừng thì tìm cách rút ngắn thời gian ngừng trệ này. Khi tiến hành phụt lại, nếu lượng ăn vữa xấp xỉ bằng lượng ăn vữa trước khi ngừng thì có thể dùng nồng độ cũ. Nếu lượng ăn vữa giảm xuống nhiều thì phải dùng nồng độ mới loãng hơn, rồi sau đó tăng dần. Nếu thời gian ngừng quá lâu (vượt quá thời gian ninh kết của vữa) thì phải ép nước rửa đoạn này rồi mới phụt lại lần thứ hai.

b) Khi phụt vữa thấy lượng ăn vữa đột nhiên giảm xuống hoặc dừng hẳn mà áp lực phụt vẫn tăng thì cần phụt thử nước. Nếu thấy nước không tiêu thì phải kéo hệ thống ống dẫn vữa lên để kiểm tra và rửa sạch. Nếu lượng ăn vữa đột nhiên tăng lên mà áp lực phụt vữa giảm xuống nhanh thì dùng các biện pháp sau đây để xử lý:

- Tăng nồng độ và giảm áp lực phụt một cách thích đáng rồi tiếp tục phụt.
- Nếu do vữa chảy sang các hố xung quanh thì tiến hành phụt đồng thời hai ba lỗ.
- Nếu vữa trôi lên mặt nền thì tìm cách nhét kín các khe nứt hoặc rải một lớp vữa xi măng cát hoặc bê tông lên trên. Độ dày lớp này phải căn cứ vào áp lực phụt cho phép mà xác định.

c) Nếu áp lực phụt không đổi mà lượng ăn vữa giảm đều hoặc áp lực tăng dần mà lượng ăn vữa không thay đổi thì cần tiếp tục phụt mà không được thay đổi nồng độ.

d) Với một nồng độ nào đó, trong điều kiện áp lực không đổi và thời gian phụt kéo dài quá 20 phút mà lượng ăn vữa vẫn lớn hơn 10 lít/phút thì thay đổi nồng độ của vữa lên một cấp.

e) Áp lực phụt lúc đầu nên lớn hơn áp lực nước tĩnh của đoạn phụt từ 0,5 ÷ 1 atm, mỗi lần sau chỉ nên tăng 0,5 atm và chỉ được tăng khi lượng ăn vữa xuống tới 50 l/giờ hoặc lúc thay đổi nồng độ. Phụt vữa phải tiến hành liên tục cho tới khi dùng nồng độ thiết kế với áp lực thiết kế mà lượng ăn vữa vẫn bằng không hoặc nhỏ hơn 0,4 l/phút thì cần kéo dài thêm 20 phút nữa là có thể kết thúc.

g) Sau khi phụt vữa xong từ 5 ÷ 6 giờ thì có thể nhổ ống phụt vữa và lấp vữa xi măng cát với tỷ lệ $\frac{N}{X} = \frac{2,5}{1}$ và $\frac{X}{C} = \frac{1}{2}$ vào lỗ khoan. Sau đó 28 ngày có thể khoan lấy mẫu hoặc ép nước để kiểm tra chất lượng phụt vữa.

III. Phụt vữa xi măng đất sét

Phụt vữa xi măng đất sét là một trong những phương pháp mới đang được nghiên cứu và áp dụng. Nó thường dùng để xử lý phòng thấm cho nền cát, sỏi có $\frac{D_{15}}{d_{85}} > 10 \div 15$.

Nói chung phụt vữa xi măng đất sét giống phụt vữa xi măng. Dưới đây chỉ nói thêm về yêu cầu, phương pháp gia công và phương pháp khoan phụt.

Thông thường có thể dùng đất sét tại chỗ kinh qua sàng lọc, loại bỏ hạt thô là có thể dùng được. Hiện nay có hai phương pháp gia công thường gặp : gia công khô và gia công ướt.

Gia công khô là lấy đất sét sấy khô, nghiền nhỏ giống xi măng rồi đóng bao chuyển đến nơi dùng.

Gia công ướt là cho đất sét và nước vào máy trộn rồi trộn thành vữa, qua hệ thống sàng lọc để loại trừ hạt thô và chất bẩn. Vữa đã lọc kỹ chứa vào bể riêng. Khi sử dụng sẽ điều chế lại cho hợp với yêu cầu rồi cho vào máy phun vữa.

1. Xác định tỷ lệ giữa xi măng và đất sét

Cường độ của vữa xi măng đất sét phụ thuộc vào tỷ lệ xi măng/đất sét. Do đó thường căn cứ vào yêu cầu cường độ mà tiến hành thí nghiệm để xác định tỷ lệ giữa xi măng và đất sét, giữa nước với xi măng. Từ đó có thể dùng công thức sau đây để tìm ra số lượng các thành phần của vữa.

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V\Delta = V_1\Delta_1 + V_2\Delta_2 + V_3\Delta_3$$

$$m = \frac{V_2\Delta_2}{V_3\Delta_3}$$

$$\frac{N}{X_3} = \frac{V_1\Delta_1}{V_2\Delta_2 + V_3\Delta_3}$$

Trong đó :

V - thể tích vữa xi măng đất sét ;

V_1, V_2, V_3 - lần lượt là thể tích nước, thể tích chặt của xi măng và thể tích chặt của đất sét ;

$\Delta, \Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$ - lần lượt là khối lượng riêng của vữa, nước, xi măng và đất sét.

m - tỷ lệ xi măng và đất sét ;

$$\frac{N}{X_3} - \text{tỷ lệ} \frac{\text{Nước}}{\text{xi măng} + \text{đất sét}}$$

Thi công phun vữa xi măng đất sét có những đặc điểm sau đây :

- Thường khoan phun trong nền cát sỏi nên lỗ khoan dễ bị sạt lở, giữ cho thành lỗ khoan ổn định là điều rất khó.
- Cường độ chống cắt của nền cát, sỏi thấp nên chịu áp lực phun nhỏ.
- Lượng ăn vữa lớn.

Từ những đặc điểm trên nên khi khoan lỗ phải hạ ống ngoài để bảo vệ thành lỗ khoan và dùng phương pháp phun từ dưới lên. Mặt khác dùng phương pháp phun vữa một chiều và đồng thời phun vữa trong nhiều lỗ khoan là thích hợp.

2. Phương pháp phụt vữa xi măng đất sét

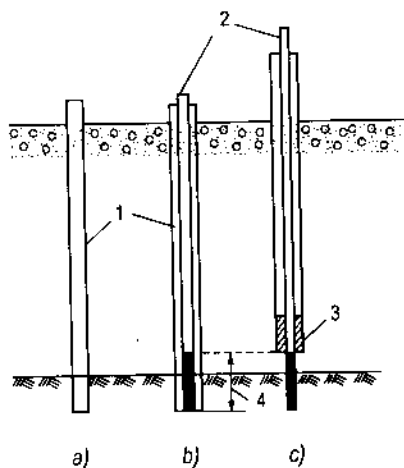
a) Phụt từ dưới lên

Khoan lỗ đến độ sâu thiết kế và đặt ống ngoài vào lỗ khoan để bảo vệ thành vách khỏi sạt lở (hình 5-16a), tiếp đó đặt ống phụt vào trong (hình 5-16b). Sau đó nhô ống ngoài lên đến đỉnh đoạn phụt vữa lần thứ nhất và gắn chặt nút chắn vữa vào đáy ống này (hình 5-16c) rồi tiến hành phụt vữa đoạn thứ nhất. Phụt xong đoạn này lại nhô ống ngoài lên đến đỉnh đoạn phụt thứ hai và cứ như thế tiếp tục phụt cho tới khi hoàn thành.

Khuyết điểm của phương pháp này là vữa thường theo thành ngoài của ống ngoài chảy lên mặt đất. Mặt khác công tác nhô ống ngoài rất khó khăn và phải tiến hành xen kẽ với công tác phụt vữa gây chậm trễ cho thi công. Do đó nó chưa phải là một phương pháp thật tốt.

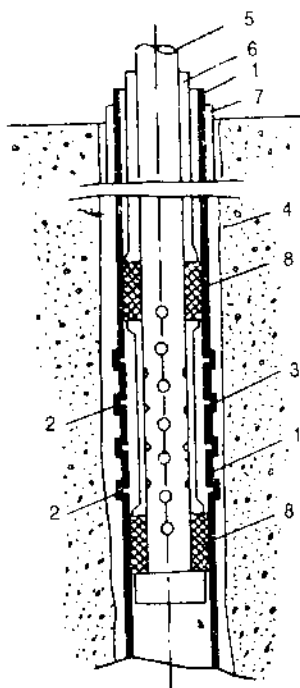
b) Dùng ống ngoài có đặt sẵn ống phụt vữa (hình 5-17)

Phương pháp này giống phương pháp trên là khoan đến ngay độ sâu thiết kế và cũng phụt từ dưới lên. Nhưng có khác là ống ngoài đặt vào lỗ khoan đã lắp sẵn ống phụt vữa ở bên trong. Khi phụt vữa thì nhô ống ngoài lên đến đỉnh đoạn phụt thứ nhất và tiến hành ép nước trước để đẩy hết vật nhét kín (bao quanh ống phụt vữa) ra ngoài, tạo điều kiện cho vữa phụt vào nền được dễ dàng.



Hình 5-16. Biểu thị cách bố trí phụt vữa từ dưới lên

1. Ống ngoài; 2. Ống phụt vữa;
3. Nút; 4. Đoạn phụt thứ nhất.



Hình 5-17

Phương pháp này có ưu điểm là vừa ít trôi lên mặt, thi công nhanh, công tác linh hoạt, dễ phát hiện sai sót và kịp thời bổ cứu. Nhưng khi nhỏ ống phụt vừa rất khó khăn.

c) Khoan phụt một lần

Ống phụt vừa là một ống thép có nhiều lỗ nhỏ ở xung quanh, đáy là mũi nhọn, đặc chắc (hình 5-17). Do đó không cần khoan lỗ hoặc chỉ khoan rất nông mà dùng phương pháp đóng để hạ ống.

Trong quá trình hạ ống phụt vừa có thể có những hạt cát lấp kín lỗ nhỏ của ống, nên thường cho vừa vào trong ống rồi tiếp tục đóng để làm bật những hạt cát đó ra ngoài.

Phương pháp này thường dùng để khoan phụt ở những độ sâu không quá 10m.

Đặc biệt chú ý rằng đây là một phương pháp kỹ thuật mới nên khi sử dụng cần tham khảo thêm các tài liệu có liên quan và tiến hành thí nghiệm cụ thể để định được một phương pháp thi công phụt vừa thích hợp nhất.

PHẦN II

CÔNG TÁC ĐẤT

NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG

I. Vị trí của công tác đất trong xây dựng thuỷ lợi

Trong quá trình thi công các công trình thuỷ lợi đều phải tiến hành công tác đào và đắp đất. Công trình đất được phát triển rộng rãi, nó có những ưu điểm sau :

1. Tiết kiệm được sắt thép và xi măng.
2. Dùng vật liệu tại chỗ, giảm được mọi phí tổn vận chuyển vật liệu từ nơi xa đến.
3. Công nghệ thi công tương đối đơn giản.

Ngoài những ưu điểm chính nêu trên thì việc thi công đất có những đặc trưng sau :

1. Khối lượng công tác lớn, đòi hỏi cường độ thi công cao.
2. Diện thi công bị hạn chế vì khối lượng công tác đất chủ yếu nằm trong khu vực hố móng của công trình chính (nhà máy thuỷ điện) hoặc trong phạm vi thân đập (đập đập đầm nén). Điều đó gây trở ngại trong việc đào và vận chuyển đất.
3. Mức độ cơ giới hoá thi công phải cao vì thời hạn thi công so với khối lượng phải hoàn thành tương đối ngắn.
4. Tính phức tạp của điều kiện địa chất thuỷ văn và địa chất của nền công trình.
5. Yêu cầu cao đối với chất lượng của đập đất có đầu nước lớn.
6. Sự cần thiết tính toán việc cân đối giữa khối đào và khối đắp nhằm giảm nhẹ khối lượng công tác đất.

II. Phân loại và phân cấp đất

Phân loại và phân cấp đất trong thi công nhằm tiện lợi cho việc chọn thiết bị, tra cứu định mức, lập dự toán và lập tiến độ trong thiết kế tổ chức thi công. Việc phân loại và phân cấp đất chủ yếu căn cứ vào phương pháp đào và mức độ đào.

Dựa vào phương pháp thi công thủ công trong "định mức năng suất lao động" của Bộ Thuỷ lợi ban hành ngày 1-4-1964 đã phân loại đất như bảng 1.

Bảng 1. Phân loại đất trong thi công bằng thủ công

Loại đất	Dụng cụ	Chất đất
Loại 1	Dùng tay bốc hay gàu múc	1 - Bùn lỏng 2 - Cát chảy
Loại 2	Dùng xẻng xúc hoặc phải dùng chân ấn xẻng xuống	1 - Cát to, cát nhỏ có lượng ngậm sỏi từ $10 \div 30\%$ 2 - Đất phù sa (đất bồi ở ven sông) 3 - Đất dẻo màu xám (đất ở ven bãi sông hay lòng sông)
Loại 3	Dùng cuốc bàn	1 - Đất hơi pha cát đông đặc, khi khô có màu mốc 2 - Đất cát có lẫn từng đám sỏi đông đặc, hạt to bằng hạt ngô 3 - Đất hữu cơ 4 - Đất có màu vàng nhạt, hạt tương đối thô, thành phần sét từ $30 \div 35\%$
Loại 4	Dùng cuốc bàn và cuốc chim	1 - Đất sét hạt nhỏ hơi pha cát đông đặc và cứng 2 - Đất sét vàng pha sỏi non 3 - Đất thịt hạt nhỏ, màu vàng hoặc xám (không pha các chất khác)
Loại 5	Bằng cuốc chim và choòng	1 - Đất lẫn sỏi bằng hạt đậu xanh và đá củ đậu $\Phi = 5 \div 10$ cm 2 - Đất lẫn sỏi đỏ thường dùng để rải mặt đường
Loại 6	Dùng choòng, búa	1 - Sạn đá ong hỗn hợp rất đông đặc 2 - Vách đá ong đông đặc rất cứng có lẫn đá tảng $\Phi = 20$ cm trở lên

Trong xây dựng còn phân cấp đất theo khả năng khai thác đất của công nhân như bảng 2.

Bảng 2. Phân cấp đất trong thi công bằng thủ công

Cấp đất	Tên đất
1	Đất cát, phù sa, đất trồng trọt, đất đào lâu đổ thành đồng chưa bị nén chặt, đất sứt có lẫn ít đá nhỏ
2	Đất cát pha sét, đất cát lẫn sỏi, cuội, gạch vụn, xỉ, mùn rác xây dựng. Đất đỏ đông đã bị nén nhưng còn dùng xẻng xắn xúc được. Đất sứt lẫn đá nhỏ, rễ cây từ $25 \div 50\%$.
3	Đất cát pha sét, đất sét mềm. Đất cát lẫn sỏi đá, gạch vụn, mảnh sành, rễ cây từ $10 \div 25\%$. Đá phong hoá già, đã biến thành đất toí xốp, xắn còn rần, nhưng xắn ra dùng tay bóp toí được.
4	Đất thịt, đất sỏi nhỏ, đất gan gà mềm. Đất thịt, đất sét, mềm lẫn đá, sỏi, gạch vụn, mùn rác từ $10 \div 25\%$. Đất cát lẫn sỏi, đá, gạch vụn, xỉ, mảnh sành, gốc cây từ $25 \div 50\%$.
5	Đất gan gà cứng, đất thịt cứng, đất lẫn sỏi, đá, gạch vụn, xỉ, mảnh sành, gốc, rễ cây từ $10 \div 25\%$. Đất cát lẫn sỏi, đá, gạch vụn, xỉ, mảnh sành, gốc cây trên 50% . Đất sứt lẫn đá nhỏ, gạch vụn trên 50% . Đất cao lanh trắng, đất đỏ ở đồi núi.

Bảng 2. (tiếp theo)

Cấp đất	Tên đất
6	Đất sét, đất thịt cứng lẫn sỏi nhỏ, gạch vụn, mảnh sành, gốc rễ cây từ 25 ÷ 50%. Đất mặt đường lẫn đá, gạch vụn dày từ 10 ÷ 20cm. Đất đỏ ở đồi núi hoặc đất cao lạnh trắng, lẫn 10% sỏi nhỏ. Đất phong hoá già, còn nguyên tầng, cuốc vỡ ra từng tảng nhỏ.
7	Đất sét, đất đồi núi lẫn đá ong sỏi nhỏ trên 50%. Đất mặt đường nhựa có đá dăm dày 10 ÷ 20cm. Đất mặt đường sỏi, đá, gạch vụn dày trên 20 cm.
8	Đất đồi núi, đất sỏi, ít đất nhiều sỏi. Đất rắn (nửa đất, nửa đá). Đất mặt đường nhựa có đá dăm dày trên 20 cm, có lẫn sỏi đá dày trên 30 cm.
9	Đất phong hoá còn cứng phải dùng choòng, xà beng và búa để đào. Đất sét non, đá ong.

Dựa vào phương pháp thi công bằng máy làm đất trên khô trong quyển "Chỉ tiêu và định mức kinh tế kỹ thuật máy thi công dùng trong ngành xây dựng cơ bản" của Ủy ban kiến thiết cơ bản nhà nước ban hành ngày 12-11-1964 đã phân cấp đất như bảng 3.

Bảng 3. Phân cấp đất trong thi công bằng máy đào đất trên khô

Loại đất	Cấp đất	Chất đất
Máy xúc gầu ngược	Cấp 1	1 - Lớp đất khô trồng trọt không lẫn rễ cây và đá, hoặc có lẫn đá dăm, cát khô, cát có độ ẩm tự nhiên. 2 - Á cát hoặc đất bùn dưới 20cm không lẫn rễ cây 3 - Sỏi sạn không lẫn đá lớn ($\Phi > 30\text{cm}$) 4 - Lớp đất mặt ở vùng đồng bằng dày 0,8 m trở lại 5 - Đất vụn thành đồng bị nén chặt
	Cấp 2	1 - Sỏi sạn lẫn đá to 2 - Đất sét ướt không lẫn sỏi 3 - Á sét nhẹ hoặc á sét nặng lẫn bùn và rễ cây dày dưới 30 cm 4 - Sỏi hoặc đất đồng bằng ở độ sâu dưới mặt đất từ 0,8 ÷ 2 m 5 - Đất cát mềm lẫn sỏi, cuội từ 1% trở lên 6 - Đất thịt pha sét hoặc đất sét lẫn đá nhỏ và rễ cây
	Cấp 3	1 - Đất sét nặng vỡ ra từng mảng 2 - Đất sét lẫn sỏi, dùng xẻng mới xắn ra được 3 - Đất bùn dày 40 cm trở lại 4 - Đá đã được phá vỡ bằng nổ mìn

Bảng 3. (tiếp theo)

Loại đất	Cấp đất	Chất đất
	Cấp 3	5 - Đất đồng bằng ở sâu dưới mặt đất từ 2 ÷ 3,5 m 6 - Đất đỏ, đất vàng ở đồi núi lẫn đá ong hoặc sỏi cứng rắn 7 - Đá cứng lẫn đá dầu sù
	Cấp 4	1 - Đất sét cứng lẫn đá thạch cao mềm, phải dùng cuốc chím mới đào được 2 - Đất bùn dày trên 40 cm 3 - Đất đồng bằng ở sâu dưới mặt đất từ 3,5 m trở lên 4 - Đất đã nổ mìn om nhưng chưa tới 5 - Đất đỏ, đất vàng ở đồi núi lẫn đá ong, sỏi và cứng rắn. 6 - Đất cứng lẫn đá dầu sù
Mây úi	Cấp 1	1 - Lớp đất trên mặt có cỏ mọc không lẫn rễ cây và đá 2 - Sỏi, á sét nhẹ, đất bùn không có rễ cây dày 20cm trở lại 3 - Lớp đất đồng bằng dày 60cm trở lại 4 - Đất vun thành đồng bị nén chặt
	Cấp 2	1 - Sỏi sạn không lẫn đá to 2 - Đất sét mềm không lẫn sỏi 3 - Cát có độ ẩm tự nhiên không lẫn sỏi 4 - Á sét nặng hoặc đất bùn dày 30 cm trở lại 5 - Đất đồng bằng ở sâu dưới mặt đất từ 0,6 ÷ 1,2 m
	Cấp 3	1 - Đất sét vỡ từng mảng dùng xẻng hoặc mai vẫn không xén được 2 - Đất sét lẫn sỏi sạn hoặc cát khô 3 - Đất bùn dày quá 30 cm hoặc đất lẫn đá tảng 4 - Đất đồng bằng ở sâu dưới mặt đất từ 1,2m trở lên
Mây cạp	Cấp 1	1 - Lớp đất trên có cỏ mọc, không lẫn rễ cây và đá 2 - Đất lẫn sỏi nhỏ 3 - Đất vun thành đồng bị nén chặt
	Cấp 2	1 - Đất sét ướt mềm không lẫn đá dăm 2 - Á sét nặng 3 - Lớp đất mặt ở đồng bằng dày 50 cm trở lại
	Cấp 3	1 - Đất sét nặng vỡ từng mảng 2 - Cát có độ ẩm tự nhiên 3 - Đất đồng bằng ở dưới mặt đất từ 50 cm.

III. Các phương pháp thi công cơ bản về đất

Trong quá trình thi công các công trình thuỷ lợi thường gặp 2 dạng công tác cơ bản là đào và đắp đất. Dù là công tác đào hay đắp đều phải giải quyết vấn đề vận chuyển đất, cho nên muốn đẩy mạnh tốc độ thi công, hạ giá thành xây dựng công trình đều phải chú ý đến cả 3 khâu công tác nói trên.

Khối đất đắp trong công trình thuỷ lợi thường đắp trên những nền phức tạp và chịu tác dụng của nước, nên đòi hỏi chất lượng rất cao. Khi xây dựng khối đất đắp chất lượng cao phải đảm bảo thoả mãn những yêu cầu cơ bản sau đây :

1. Khối đất phải chặt, hệ số thấm phải phù hợp với quy định của thiết kế.
2. Dưới tác dụng của áp lực nước khối đắp phải ổn định, độ lún phải nhỏ không được nứt nẻ nghiêm trọng.
3. Phần đắp trên mặt nước không bị xói mòn bởi nước mưa, không bị sạt lở bởi sự va đập của sóng hoặc các hư hỏng khác.

Quá trình thi công công trình đất bao gồm : đào đất, chuyển đất và đắp đất. Có thể dùng những phương pháp cơ bản sau đây để hoàn thành những công tác trên.

1. Thi công bằng thủ công
2. Thi công bằng máy
3. Phương pháp cơ giới
4. Phương pháp đắp đất trong nước
5. Phương pháp nổ mìn

Có nhiều phương pháp thi công đất. Khi chọn 1 phương pháp nào hoặc kết hợp phương pháp cần dựa vào những nhân tố sau : khối lượng của công trình nhiều hay ít, việc đào đất khó hay dễ, trong tầng đất đào có chứa nước ngầm hay không, tổ thành hạt đất, địa hình nơi thi công, tình hình nước thấm, khả năng cung cấp sức lao động và thiết bị máy móc trong thời gian thi công v.v... Khi chọn phải thông qua so sánh kỹ thuật kinh tế để quyết định.

Chương 6

ĐÀO ĐẤT

§6.1 KHÁI NIỆM CHUNG VỀ CÔNG TÁC ĐÀO ĐẤT

Trong thi công công trình thủy lợi, công tác đào đất (đào kênh, hồ móng, đường tràn, khai thác vật liệu...) chiếm một tỷ trọng rất lớn và là một trong những loại công tác chính.

Có thể chia ra 4 phương pháp đào đất cơ bản: đào đất bằng sức người, đào đất bằng máy đào trên khô, đào đất bằng máy thủy lực và đào đất bằng nổ mìn.

Để nâng cao năng suất lao động thủ công thì một trong những biện pháp quan trọng là phải sử dụng công cụ thích hợp với từng điều kiện cụ thể kết hợp với việc tổ chức lao động một cách khoa học.

Đào đất bằng cơ giới thủy lực ở nước ta chưa được dùng rộng rãi, chủ yếu mới chỉ dùng tàu hút bùn để nạo vét một số kênh.

Đào đất đá bằng nổ mìn là một phương pháp thi công có năng suất cao, tốc độ nhanh và được áp dụng để đào tràn của hệ thống đàu mối hồ chứa như Cẩm Sơn, Văn Sơn, Ké Gồ, Yên Lập; đập đập ở Lạng Sơn, Hà Sơn Bình.

§6.2. LÝ LUẬN VỀ ĐÀO CẮT ĐẤT

Nghiên cứu về đào đất chủ yếu là nghiên cứu về lực cản và các nhân tố ảnh hưởng đến lực cản trong quá trình cắt đất. Từ đó có thể chọn và sử dụng các công cụ hoặc thiết bị đào xúc thích hợp với từng loại đất, mặt khác cũng có thể cải tiến các thiết bị hoặc có biện pháp ngăn chặn những ảnh hưởng bất lợi đến công tác đào đất để nâng cao hiệu suất đào.

Việc đào xúc đất nhất là việc cắt đất khó hay dễ, nhanh hay chậm, dùng lực lớn hay nhỏ, năng suất cao hay thấp phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố, nhưng chủ yếu là lực cản. Lực cản của đất chủ yếu dựa vào hai vấn đề cơ bản sau đây:

I. Tính chất của đất và cấu tạo hạt đất

1. Lượng ngậm nước

Lượng ngậm nước trong đất ảnh hưởng trực tiếp đến tính chất vật lý và mức độ đào. Nếu lượng ngậm nước quá nhiều, ở trạng thái bão hòa, đất sẽ chịu tải thấp gây khó khăn

cho hoạt động của người và máy, đồng thời tính dính lớn, đất dễ dính vào công cụ đào xúc làm giảm năng suất. Tính dính có trị số lớn nhất (kG/cm^2) khi độ ẩm trong đất từ $18 \div 30\%$, tùy thuộc vào hàm lượng sét và thành phần hạt của đất. Trong thực tế thường dùng các biện pháp tháo nước để hạ thấp mực nước ngầm, khắc phục tình trạng lượng ngầm nước quá lớn. Ngược lại lượng ngầm nước quá nhỏ, đất sẽ cứng, khó đào phải tưới thêm nước để đất mềm.

2. Cấu tạo hạt

Đất có cấu tạo hạt khác nhau, do đó lực chống cắt cũng khác nhau. Chính vì vậy mà đào đất sét (hạt nhỏ, lực dính lớn) khó hơn đào đất cát (hạt nhỏ, không dính).

Mức độ đào khó hay dễ có thể biểu thị bằng lực cản đất, xác định theo công thức của viện sĩ Liên Xô Zoriakun:

$$P = k_k \cdot b \cdot \delta \tag{6-1}$$

Trong đó:

- b - chiều rộng gầu xúc, cm.
- δ - chiều dày phoi đất, cm.
- k_k - là hệ số lực cản, kG/cm^2 (bảng 6-1)

Bảng 6-1. Hệ số lực cản k_k , kG/cm^2

Loại đất	Máy súc giữa hoặc sấp	Máy đào gầu dây	Máy cạp
Cát khô	$0,16 \div 0,25$	$0,28 \div 0,45$	$0,25 \div 0,4$
Á cát và á sét	$0,3 \div 0,7$	$0,6 \div 1,2$	$0,35 \div 1,05$
Đất sét:			
Trung	$1,15 \div 1,95$	$1,6 \div 2,6$	$1,75 \div 2,86$
Nặng	$2 \div 3$	$2,6 \div 4$	$3,2 \div 4,95$
Sỏi	$0,6 \div 1,3$	$1 \div 1,9$	$0,95 \div 1,8$
Cuội kết:			
Mềm	$2,35 \div 3,1$	$3,1 \div 4,1$	
Cứng	$2,25 \div 2,5$	$2,8 \div 3,1$	

Đất có góc ma sát trong φ nhỏ thì mái ổn định tự nhiên sẽ xoải, khối lượng đào tăng lên và độ cao của khoang đào giảm nhỏ, vì vậy ảnh hưởng đến năng suất đào và an toàn trong thi công. Mái ổn định của khối đào phụ thuộc vào chất đất và độ sâu đào đất (bảng 6-2).

Bảng 6-2. Độ dốc lớn nhất cho phép của mái hố móng tại chỗ đất có độ ẩm thiên nhiên

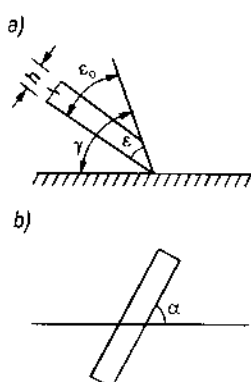
Loại đất	Độ sâu hố móng, m					
	1,5		1,5 ÷ 3		3 ÷ 5	
	Góc giữa hướng dốc của mái và mặt nằm ngang (độ)	1 : m	Góc giữa hướng dốc của mái và mặt nằm ngang (độ)	1 : m	Góc giữa hướng dốc của mái và mặt nằm ngang (độ)	1 : m
Đất cát	76	1:0,25	45	1:1	38	1:1,25
Đất cát và sỏi ẩm (không bão hoà)	63	1:0,50	45	1:1	45	1:1
Đất pha cát	76	1:0,25	56	1:0,65	50	1:0,85
Đất thịt	90		63	1:0,50	53	1:0,75
Đất sét	90		76	1:0,25	63	1:0,50
Loài cỏ khô	90		63	1:0,50	63	1:0,50

Chú thích:

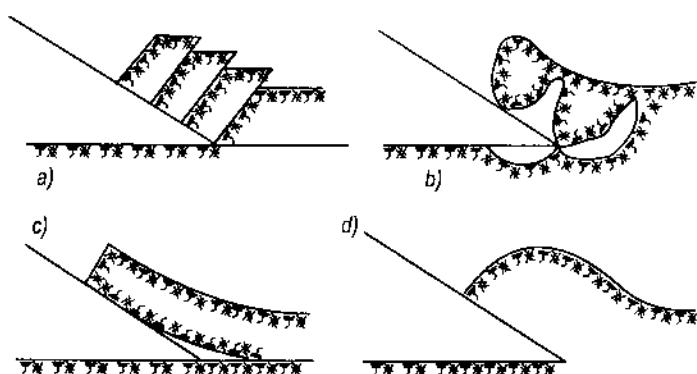
1. Khi độ sâu đào đất trên 5 m thì độ dốc của mái khối đào được xác định theo tính toán.
2. Ở chỗ đất có lượng sét bị quá ẩm vì nước mưa và các thứ nước khác thì nên giảm độ dốc của mái hố móng so với bảng 6-2 tới độ dốc 1:1 (45°).

II. Cấu tạo và sử dụng dao cắt đất

Qua thực nghiệm cho ta thấy rằng góc cắt đất γ , độ vát của lưỡi dao ϵ_0 và độ dày của lưỡi dao (hình 6-1) càng lớn thì lực cản càng lớn, cho nên thường dùng lưỡi dao bằng thép cứng và mỏng để đào đất cứng (đất có lực cản lớn) và thường cắt từng lớp mỏng (giảm góc cắt γ). Mặt khác góc lệch giữa lưỡi dao và phương cắt đất α càng lớn thì lực cản càng lớn. Do đó khi đào đất cứng thường để lệch một góc $\alpha < 90^\circ$, chỉ khi đào đất mềm rồi mới dùng góc $\alpha = 90^\circ$.



Hình 6-1. Biểu thị lưỡi dao và cách bố trí cắt đất



Hình 6-2. Hình dáng của khối đất sau khi cắt ra của các loại đất khác nhau

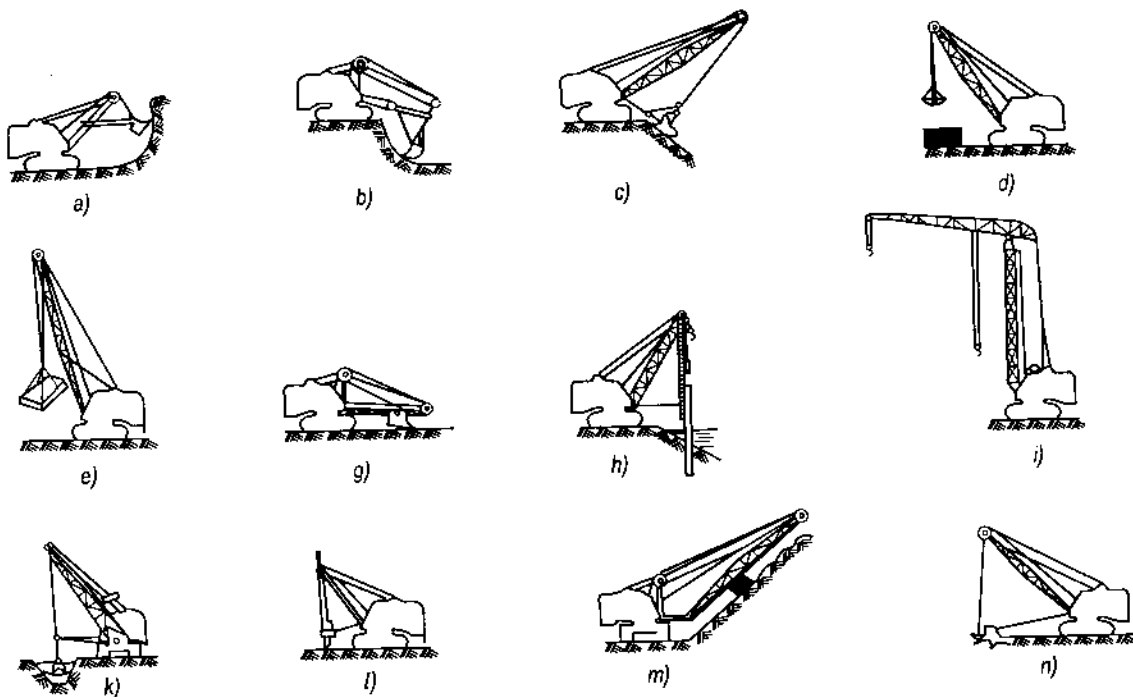
- a) Đối với đất sét có lượng ngấm nước vừa phải;
- b) Đối với đất sét khô và cứng;
- c) Đối với đất sét có lượng ngấm nước tương đối lớn;
- d) Đối với đất cát.

Ngoài ra chu vi của dao cắt và độ sâu cắm vào đất lớn thì lực cản cũng lớn và độ cong của lưỡi dao lớn thì lực cản nhỏ. Một điều cần chú ý là tuy tốc độ cắt đất và độ vát ε_0 của lưỡi dao tăng lên thì lực cản có tăng nhưng tăng rất ít. Do đó trên thực tế, vẫn chú ý tăng tốc độ cắt đất để góp phần nâng cao năng suất đào đất.

Hình dạng khối đất sau khi cắt ra của các loại đất khác nhau như hình 6-2.

§6.3. MÁY ĐÀO ĐẤT MỘT GÀU

Máy đào đất một gầu là loại máy làm việc theo chu kỳ. Một chu kỳ công tác bao gồm các thao tác sau đây: đào xúc đất, quay và giữ gầu trên vị trí đổ, đổ đất, quay gầu trở về vị trí ban đầu trong khoang đào. Trong xây dựng thủy lợi các loại máy đào một gầu được dùng rộng rãi để đào kênh, đào hố móng các công trình thủy công và khai thác vật liệu đất như Đ-302, Đ-652, Đ-1252... với dung tích gầu từ 0,3; 0,65 đến 1,25m³. Trên công trường thủy điện Thác Bà dùng cả hai loại ĐKI-4 với dung tích gầu từ 4 ÷ 5m³. Ngoài chức năng đào đất, máy đào 1 gầu còn dùng để lắp ráp, làm các công tác phụ như đóng cọc, xới đất... trong xây dựng, trong bãi vật liệu và trong nông nghiệp bằng cách thay bộ phận gầu bằng bộ phận công tác thích hợp (hình 6-3), cho nên người ta gọi nó là máy vạn năng.



Hình 6-3. Bộ phận công tác có thể thay đổi của các loại máy đào một gầu

- a) Máy đào gầu ngửa; b) Máy đào gầu sấp; c) Máy đào gầu dây; d) Máy đào gầu ngoạm;
e) Cản trục; g) San mặt; h) Đóng cọc; i) Cản trục; k) Máy đào gầu ngoạm đào bên sườn
để tạo vết kênh; l) Xới đất (thêm búa diezen và nêm); m) Bạt mái; n) Nhổ rễ cây.

I. Cấu tạo và tính năng của máy đào 1 gầu

Máy đào một gầu gồm ba bộ phận chính sau đây: bộ phận công tác để đào xúc và vận chuyển đất, bộ phận động lực để bộ phận đào xúc hoạt động và di chuyển máy đào trong khoang đào, bộ máy để chứa các thiết bị và bộ phận di chuyển. Dựa vào bộ phận công tác máy đào 1 gầu có thể chia thành 4 loại chủ yếu: máy đào gầu ngửa, máy đào gầu sắp, máy đào gầu dây và máy đào gầu ngoạm (xem hình 6-3 a, b, c, d).

Cấu tạo của bộ phận động lực, bộ máy, bộ phận di chuyển và hệ thống thao tác của 4 loại máy này cơ bản là giống nhau, cho nên chỉ cần thay đổi bộ phận công tác là biến máy đào gầu này thành máy đào gầu khác.

Dựa vào bộ phận động lực chia làm ra 3 loại: loại động cơ đốt trong, loại chạy bằng điện và loại diezen - điện.

Dựa vào bộ phận di chuyển chia ra loại máy đào một gầu chạy bằng xích, bánh hơi và di chuyển kiểu bước. Loại bánh xích được áp dụng rộng rãi nhất trên các công trường.

1. Cấu tạo và tính năng của máy đào gầu ngửa

Bộ phận công tác của máy gồm có: gầu, tay gầu, cần chống, một số ròng rọc và dây cáp (hình 6-4). Đầu dưới của cần chống được nối tiếp bằng khớp và bộ quay của máy, đầu trên của nó dùng một hệ thống dây cáp và ròng rọc thay đổi góc nghiêng của cần chống và giữ ổn định vị trí của nó ứng với từng góc nghiêng đó. Ở bộ phận giữa của cần chống có khớp nối đặc biệt để liên kết với tay gầu. Tay gầu có thể đẩy ra kéo vào được, đầu tay gầu có lắp gầu. Mặt trước của gầu có 3 ÷ 5 răng có thể tháo lắp được. Đáy gầu có nắp đóng mở. Nhờ hệ thống dây cáp, ròng rọc và chốt lò xo có thể đóng nắp gầu lại khi đào đất hoặc mở ra khi đổ đất.

Khi đào đất, gầu có thể vận động cường bức từ dưới lên trên, đồng thời nhờ lực đẩy tay gầu được đưa về phía trước để tiến hành đào đất. Sau khi gầu đã xúc đầy đất thì kéo lùi tay gầu về phía thân máy và quay thân máy về phía đổ đất.

Loại máy đào gầu ngửa nhờ có lực đẩy lớn nên có thể xúc các loại đất tương đối chặt hoặc xúc đá sau khi nổ mìn. Nó thích hợp với khối đất đào cao hơn mặt bằng máy đứng và thường phối hợp với công cụ vận chuyển, trong trường hợp cá biệt đổ trực tiếp vào bãi thải. Tính năng kỹ thuật của máy đào gầu ngửa như bảng 6-3.

Thời gian của một chu kỳ làm việc theo lý thuyết được tính bằng công thức sau:

$$T_{ck} = t_k + t_{tl} + t_b + t_z \quad (6-2)$$

Còn số chu kỳ trong một phút:

$$n = \frac{60}{T_{ck}} \quad (6-3)$$

Trong đó:

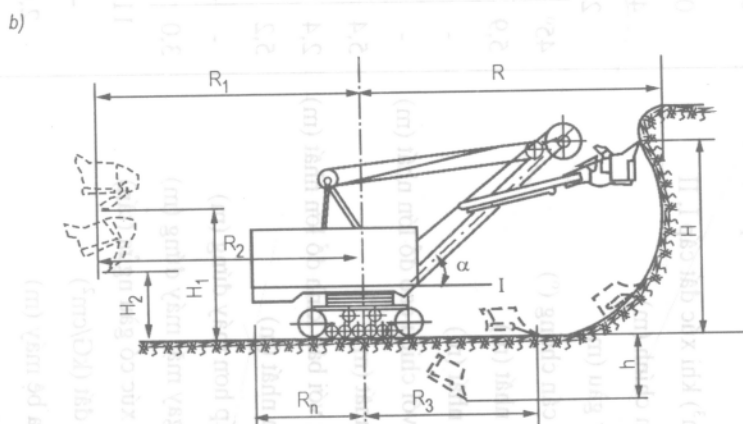
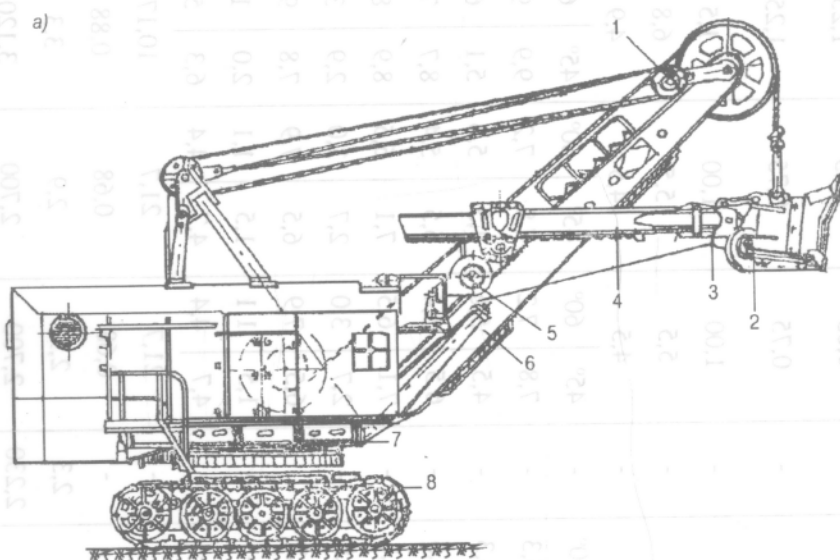
t_k - thời gian đào;

t_{Π} - thời gian quay đến vị trí đổ;

t_B - thời gian đổ;

t_z - thời gian quay trở lại về vị trí đào trong khoang đào (tất cả thời gian tính bằng sec).

Thời gian của một chu kỳ phụ thuộc vào công suất của máy, tính chất đất đào, góc quay của máy xúc đến vị trí đổ và thay đổi từ $13 \div 31$ sec đối với đất nhẹ và góc quay là 90° và $21 \div 41$ sec đối với đất nặng và góc quay là 180° .



Hình 6-4. Sơ đồ cấu tạo máy xúc gầu ngửa

a) Hình dạng tổng quát ; b) Mặt cắt khoang đào

1. Ròng rọc ; 2. Gầu ; 3. Cáp điều khiển gầu ; 4. Tay gầu ;
5. Trống dây ; 6. Cân chống ; 7. Khớp cân chống và bộ máy ; 8. Bánh xích.

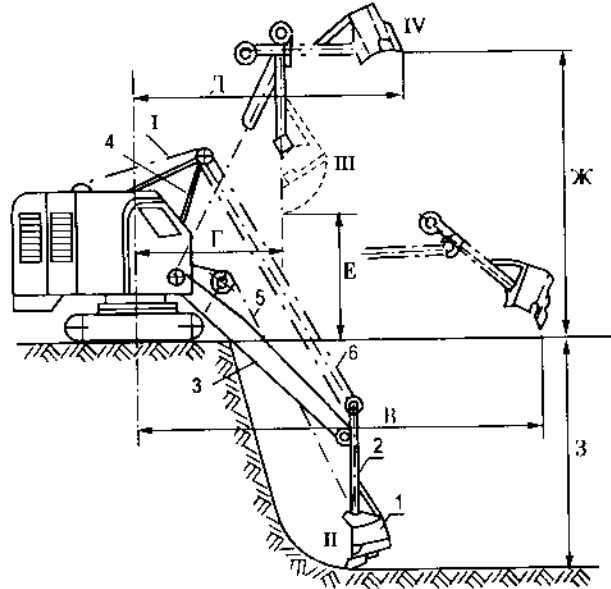
Bảng 6-3. Tính năng kỹ thuật của một số máy đào gầu ngược

Đặc điểm kỹ thuật	Э-302	Э-352	Э-651	Э-652	Э-1252	Э-2005	ЭКТ-4,6	ЭКТ-8	Э-2503
Dung tích gầu (m ³) khi xúc đất cấp V, VI	-	-	0,65	0,65	1,25	2,25	4,6	8,6	2,5; 3,2; 4
Dung tích gầu (m ³) khi xúc đất cấp III, IV	0,3	-	0,75	0,75	1,25	2,25	4,6	8,6	2,5; 3,2; 4
Dung tích gầu (m ³) khi xúc đất cấp I, II	0,3	-	1,00	1,00	1,5	8,6	10,5	12	8,6
Chiều dài của cần chính (m)	4,9	-	5,5	5,5	6,8	8,6	10,5	12	8,6
Chiều dài của tay gầu (m)	2,3	-	4,5	4,5	4,9	45°	45°	45°	45°
Chiều dài của cần chống (°)	45°	60°	45°	45°	45°	60°	45°	45°	45°
Góc nghiêng của cần chống (°)	5,9	5,3	7,8	7,2	9,9	9,1	14,4	17,54	12
Bán kính đào lớn nhất (m)	-	4,3	4,5	5,6	5,1	6,6	6,3	8,4	7
Chiều cao đổ lớn nhất (m)	-	4,5	6,5	5,4	8,7	7,2	12,2	14,8	10,2
Bán kính đổ ứng với chiều cao đổ lớn nhất (m)	5,4	4,8	7,1	6,5	8,9	8,3	12,65	15,5	10,8
Bán kính đổ lớn nhất (m)	2,4	2,9	2,7	3,0	2,9	3,4	4,8	5,75	3,5
Chiều cao đổ ứng với bán kính đổ lớn nhất (m)	5,2	6,2	6,5	7,9	7,8	9,3	10,2	12,95	10
Chiều cao đào lớn nhất (m)	-	-	1,5	1,5	2,0	1,6	3	3	2,8
Chiều sâu đào thấp hơn máy đứng (m)	3,0	-	4,7	4,4	6,3	5,7	8,86	11,7	7,2
Bán kính đào ở ngay mặt máy đứng (m)	11,3	-	21,7	21,7	10,17	90	180	94	190
Trọng lượng máy xúc có gầu ngược (tấn)	-	-	0,68	0,68	0,88	1,34	2	2	1,25
Áp suất xe đè lên đất (kG/cm ²)	2,6	2,3	2,9	2,9	3,3	5	5,25	7	-
Bán kính quay của bộ máy (m)	2,350	2,230	2,700	2,700	3,120	3,8	5	6,2	-
Chiều rộng của thân xe (mm)	3,130	3,670	3,300	3,300	4,180	3,8	5	6,2	-
Chiều cao của xe (không kể cần gầu) (mm)	lốp	xích	xích	xích	xích	xích	xích	xích	xích
Loại chạy									

2. Cấu tạo và tính năng của máy đào gầu sấp

Bộ phận công tác của nó gồm cần chống, tay gầu, gầu, một số ròng rọc và dây cáp (hình 6-5).

Khác với máy đào gầu ngửa, cần chống của máy đào gầu sấp được nâng lên và hạ xuống ứng với mỗi lần đào, góc nghiêng của nó so với mặt nằm ngang thay đổi trong phạm vi từ $+60^\circ$ đến -40° . Khi đào đất, dây cáp kéo tay gầu ra phía ngoài, sau đó hạ gầu xuống và dùng dây cáp kéo gầu về phía máy đứng để cắt đất. Khi cắt đất thì tay gầu quay xung quanh khớp và góc nghiêng của cần chống luôn thay đổi. Sau khi đã xúc đầy đất gầu sẽ được nâng lên đồng thời với cần chống và quay đến nơi đổ đất.



Hình 6-5. Sơ đồ cấu tạo máy xúc gầu sấp

1. Gầu; 2. Tay gầu; 3. Cần chống; 4. Các thanh đỡ;
5, 6, 7. Các dây cáp điều khiển.

Máy đào gầu sấp thường dùng để đào những khối đất thấp hơn mặt đất máy đứng như: rãnh, kênh, các hố móng nhỏ.

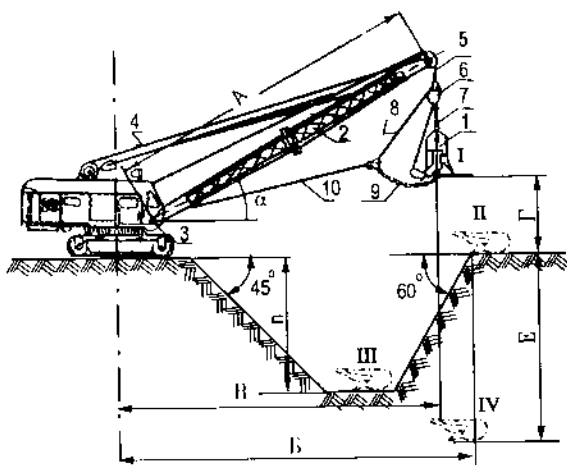
Các thông số làm việc chủ yếu của máy đào gầu sấp là bán kính và chiều sâu cắt đất, bán kính và chiều cao đổ đất. So với máy đào gầu ngửa thì năng suất máy đào gầu sấp nhỏ hơn. Dung tích gầu có thể từ $0,15 \div 2,5 \text{ m}^3$.

3. Cấu tạo và tính năng của máy đào gầu dây

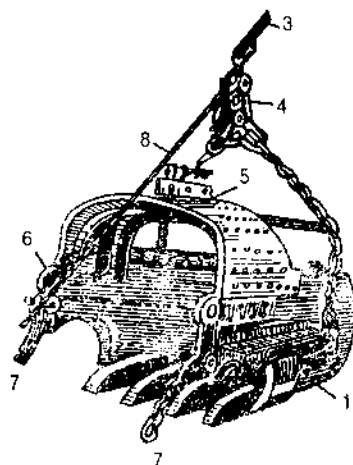
Hai loại máy đào trên thì liên hệ giữa cần chống và gầu là liên hệ cứng, còn máy đào gầu dây thì không có tay gầu mà dùng dây cáp để kéo và nâng gầu. Bộ phận công tác của nó gồm có một cần chống tương đối dài, gầu, dây, dây cáp kéo gầu và dây cáp nâng gầu (hình 6-6).

Đầu dưới của cần chống nối khớp với bộ quay, đầu trên giữ bởi ròng rọc và dây cáp. Khi đào đất thì cần chống chịu lực nhỏ, cho nên có thể dùng kết cấu loại nhẹ (kết cấu giàn, giá). Chính vì vậy mà chiều dài cần chống có thể tăng thêm nên bán kính đào đất và đổ đất của nó rất lớn.

Phía trên và phía trước của gầu để trống. Hai bên thành gầu có vòm sắt rất nặng để tăng thêm độ cứng và khối lượng của gầu. Miệng gầu có $4 \div 6$ răng và có thể thay đổi được. Gầu liên kết với dây cáp kéo gầu và dây cáp nâng gầu như hình (6-7).



Hình 6-6. Sơ đồ cấu tạo của máy đào gầu dây



Hình 6-7. Cấu tạo gầu của máy đào gầu dây

Khi bắt đầu đào đất thì buông lỏng dây cáp nâng gầu, đồng thời văng mạnh gầu về phía trước và cho gầu hạ xuống. Dùng dây cáp kéo gầu về phía thân máy để xúc đất. Sau khi gầu xúc đầy đất thì được kéo lên nhờ dây cáp nâng gầu. Lúc này phải chú ý giữ cho gầu ở vị trí nằm ngang để cho đất không rơi khỏi gầu. Khi đó quay máy đến vị trí đổ đất thì buông lỏng dây cáp kéo gầu. Dưới tác dụng của trọng lượng bản thân, gầu sẽ lật nghiêng để đổ đất ra. Trong quá trình công tác góc nghiêng của cần chống không thay đổi.

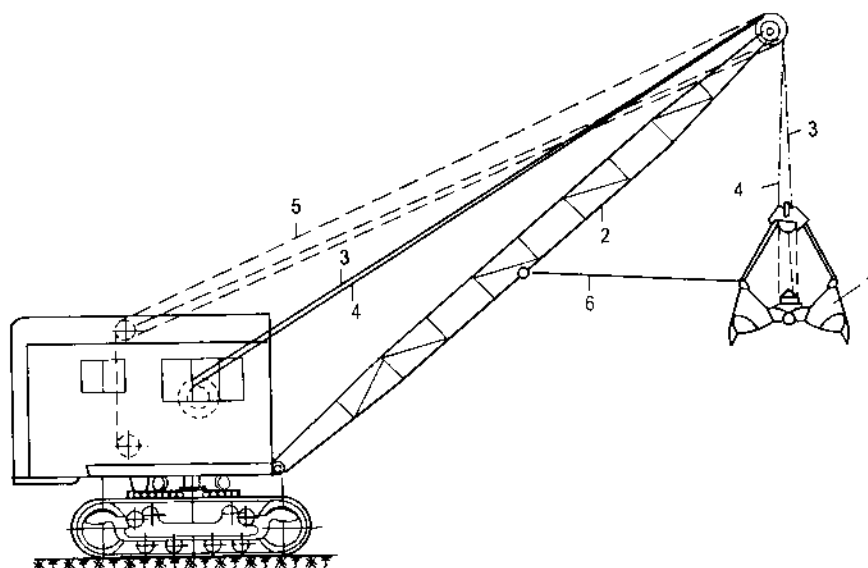
Máy đào đất gầu dây có thể đào khối đất thấp hơn mặt bằng máy đứng và đồng thời đào ngay trong nước (độ sâu tới 3m). Vì vậy thường dùng để đào kênh mương, khai thác vật liệu và nạo vét lòng sông. Đối với loại đất cứng chặt ít dùng vì hiệu quả của nó rất thấp. Ngoài ra do cần chống tương đối dài và thao tác bằng dây nên máy đào gầu dây thích hợp với phương án đào đất không phối hợp với công cụ vận chuyển. Trường hợp phải phối hợp công cụ vận chuyển thì năng suất thấp hơn và dung tích của gầu hạn chế $2 \div 3m^3$ hoặc khi đổ đất vào công cụ vận chuyển thì dùng phễu tiếp liệu có dung tích lớn, di chuyển được. Nếu dùng gầu dây để đào đá đã được nổ mìn làm tơi thì kích thước của các hòn đá không được vượt quá $0,2 \div 0,3$ chiều rộng gầu. Tính năng kỹ thuật của máy đào gầu dây như bảng 6-4.

4. Cấu tạo và tính năng hoạt động của máy đào gầu ngoạm

Nếu thay gầu xúc của máy đào kiểu gầu dây bằng một gầu xúc kiểu ngoạm thì nó sẽ trở thành máy đào gầu ngoạm. Gầu ngoạm là một loại gầu do hai hay bốn mảnh hàm hợp thành như hình 6-8.

Bảng 6-4. Tính năng kỹ thuật của máy đào gầu đáy

Đặc điểm kỹ thuật	Э-651 Э-652	Э-801	Э-1251 Э-1252	Э-2005	Э-2503	ЭИЛ4/40M	ЭИЛ-6/80	Э-2001 Э-2002
Dung tích của gầu xúc, m ³	0,65 ; 0,5	1 ; 0,75	1 ; 0,75	2	3	4	6	2 ; 1,5 ; 1
Bán kính đào lớn nhất, m	11,1 ; 14,3	12,5 ; 15,1	14,3 ; 16,8	22,4	19,3 ; 27,4	45	58	17,4 ; 22,4 ; 27,4
Chiều cao đổ lớn nhất, m	3,5 ; 5,3	3,2 ; 4,9	4 ; 5,5	8	10,5 ; 15,9	21	24	4,8 ; 8 ; 10,8
Bán kính đổ lớn nhất, m	10 ; 15	11 ; 13,5	12,5 ; 14,6	19,4	16,3 ; 23,8	39,5	57	15,1 ; 19,4 ; 23,8
Chiều sâu đào, m								
Khoang đào bên	4,4 ; 6,6	5,5 ; 7,01	6 ; 7,5	10,7	-	18,5	20,8	7,4 ; 10,7 ; 14
Khoang đào cùng hướng	7,3 ; 10,01	8,4 ; 10,8	9,5 ; 12	16,3	-	28	32,8	12 ; 10,3 ; 20,6
Bán kính quay của máy đào, m	2,9	3,2	3,3	5	-	9	13,2	4,5
Chiều rộng thùng xe, m	2,8	3,09	3,12	3,8	-	6,5	9	3,6
Trọng lượng máy xúc, tấn	21,4	30	40,4	90	87	171	520	75,3
Áp suất lên đất, kG/cm ²					1,16	0,4 ; 1	0,73 ; 1,05	
Góc nghiêng của cần chống	30°	30°	30°	30°	30°	30°	30°	30°



Hình 6-8. Sơ đồ cấu tạo của gầu ngoạm

Quá trình làm việc của máy đào gầu ngoạm như sau: Gầu được treo trên dây cáp ngay trên vị trí đào, các mảnh hàm của gầu được mở ra. Sau đó gầu được thả nhanh xuống đất. Trong thời gian này, dưới tác dụng của trọng lượng bản thân và sức căng của dây cáp các mảnh hàm cắm vào đất.

Sau khi gầu đã xúc đầy đất, các mảnh hàm được đóng lại, gầu được nâng lên và quay máy đến vị trí đổ đất. Sau khi đổ đất xong, gầu lại quay về vị trí đào đất và chu kỳ làm việc lặp lại như trước.

Máy đào gầu ngoạm chủ yếu dựa vào trọng lượng bản thân của gầu để đào đất cho nên chỉ thích hợp khi đào các loại đất rời, đất nhẹ. Nó có thể đào khối đất thấp hơn hoặc cao hơn mặt máy đứng, đào trong nước, được sử dụng rộng rãi khi xúc - đổ các vật liệu rời (khi đào đất nặng, phải có trọng lượng gầu thích hợp). Nó có thể làm việc với giếng sâu, các rãnh hẹp, các hố móng với thành mỏng đứng và đồng thời đào đất dưới nước có độ sâu lớn.

Trong xây dựng thủy lợi máy đào gầu ngoạm chỉ được sử dụng như loại máy phụ, bởi vì thời gian của một chu kỳ của máy đào gầu ngoạm dài hơn so với máy đào gầu dây 25 ÷ 35%, còn năng suất so với loại gầu 1m³ thì thấp hơn 2 lần.

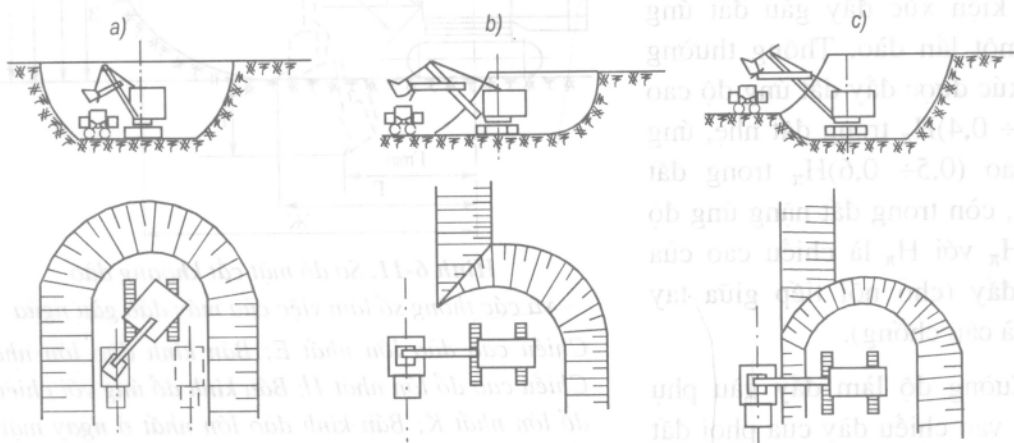
II. Khoảng đào của máy đào 1 gầu

Phạm vi mà máy 1 lần đi qua có thể đào được gọi là khoảng đào.

1. Khoảng đào của máy đào gầu ngửa

Tuỳ theo cách bố trí phối hợp giữa xe vận chuyển và máy đào mà chia ra hai loại: khoảng đào cùng hướng và khoảng đào bên.

Đối với khoang đào cùng hướng thì xe vận chuyển không có đường riêng trong khoang đào mà xe vận chuyển và máy đào cùng ở trên một mặt bằng (hình 6-9a). Trong những trường hợp đặc biệt như đào rãnh tiên phong thì xe vận chuyển đứng cao hơn mặt máy đào đứng (hình 6-10). Đối với khoang đào bên thì xe vận chuyển có đường riêng đi song song với đường đi của máy đào và đặt ở ngang mặt máy đào đứng (gọi là khoang đào bên kiểu bằng), hoặc đặt cao hơn mặt máy đào đứng (gọi là khoang đào bên kiểu bậc thang) (xem hình 6-9b và c).



Hình 6-9. Các loại khoang đào của máy đào gầu ngược

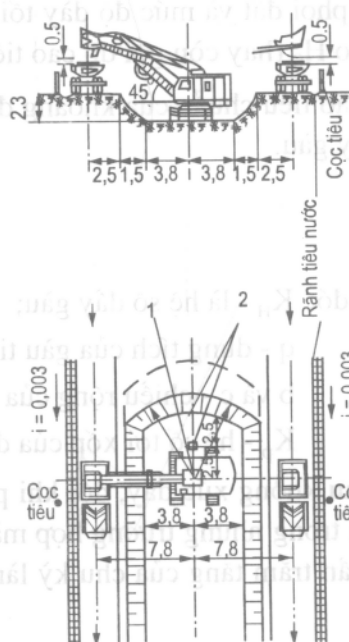
- a) Khoang đào cùng hướng; b) Khoang đào bên kiểu bằng;
c) Khoang đào bên kiểu bậc thang.

Các kích thước của khoang đào và vị trí của xe vận chuyển được xác định bởi các thông số làm việc của máy đào.

Đối với máy đào gầu ngược có các thông số sau đây làm đặc trưng:

a) Các thông số làm việc của máy đào gầu ngược

Giá trị của các thông số này được chỉ dẫn trong lý lịch của từng máy. Tất cả các kích thước nằm ngang được tính từ trục quay của máy đào, còn các kích thước thẳng đứng tính từ mặt đứng của xích. Như vậy bán kính và chiều cao đào được đo đến tận mút răng gầu, bán kính đổ - đến trung tâm trọng lượng của gầu, còn chiều cao đổ - đến điểm thấp nhất của nắp gầu khi mở.



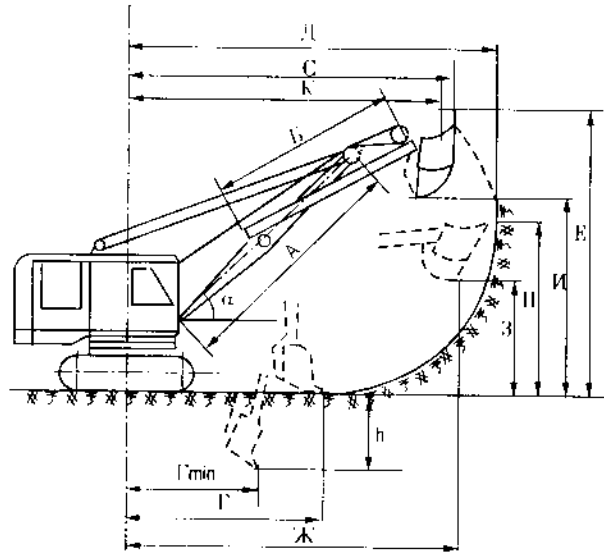
Hình 6-10. Khoang đào ứng với rãnh đào tiên phong

Các thông số của máy đào và các kích thước của khoang đào thay đổi tùy theo góc nghiêng của cần chống.

b) *Chiều cao khoang đào.*
Kích thước thẳng đứng của khoang đào được quyết định bởi điều kiện xúc đáy gàu đất ứng với một lần đào. Thông thường gàu xúc được đẩy đất ứng độ cao $(0,3 \div 0,4)H_\pi$ trong đất nhẹ, ứng độ cao $(0,5 \div 0,6)H_\pi$ trong đất trung, còn trong đất nặng ứng độ cao H_π với H_π là chiều cao của trục đẩy (chỗ nối tiếp giữa tay gàu và cần chống).

Cường độ làm đáy gàu phụ thuộc vào chiều dày của phoi đất đào, chiều dày đó lại phụ thuộc vào công suất của máy đào. Trong đất trung chiều dày phoi đất thay đổi từ $0,1 \div 0,8\text{m}$. Biết chiều dày phoi đất và mức độ dày tối đa của gàu có thể xác định chiều cao tối thiểu của khoang đào H_0 (hay còn gọi độ cao tiêu chuẩn của khoang đào).

- Độ cao tiêu chuẩn của khoang đào là độ cao cần thiết để máy trong một lần đào có thể xúc đáy gàu.



Hình 6-11. Sơ đồ mặt cắt khoang đào

và các thông số làm việc của máy đào gàu ngĩa

Chiều cao đào lớn nhất E ; Bán kính đào lớn nhất K ; Chiều cao đổ lớn nhất II ; Bán kính đổ ứng với chiều cao đổ lớn nhất K' ; Bán kính đào lớn nhất ở ngay mặt máy đứng I ; Bán kính đổ lớn nhất K' ; Chiều cao đổ ứng với bán kính đổ lớn nhất z ; Chiều sâu đào đất thấp hơn mặt máy đứng h ; Bán kính đào nhỏ nhất dưới mặt máy đứng I_{min} ; bán kính quay của bệ máy R .

$$H_0 = \frac{qK_{II}}{bcK_p} \quad (6-4)$$

Trong đó: K_{II} - là hệ số đáy gàu;

q - dung tích của gàu tiêu chuẩn, m^3 ;

b và c - chiều rộng của băng đất bị cắt và chiều dày phoi đất, m ;

K_p - hệ số tơi xốp của đất.

Nếu gàu không xúc đáy, đôi khi phải xúc thêm lần thứ hai. Việc xúc lại như thế chỉ có hiệu ích trong những trường hợp mà phần trăm tăng sự đẩy gàu khi xúc lại lần thứ hai lớn hơn phần trăm tăng của chu kỳ làm việc, điều đó có thể biểu thị bằng bất đẳng thức sau đây:

$$\frac{t'_K + t_3}{t_{ck}} < \frac{K_{H2}}{K_{H1}} \quad (6-5)$$

Trong đó:

t_3 - thời gian hạ gàu trong khoang đào, sec;

t_{11} - thời gian của một chu kỳ ứng với đào một lần, sec;

t'_k - thời gian đào tăng thêm, sec;

$K_{11,1}$ và $K_{11,2}$ - hệ số làm đầy tương ứng với lần đào thứ nhất và lần đào thứ hai.

Độ cao tiêu chuẩn của khoang đào đảm bảo xúc đầy gàu sơ bộ lấy theo bảng 6-5.

Bảng 6-5. Độ cao tiêu chuẩn của khoang đào

Loại đất	Chiều cao khoang đào ứng với dung tích gàu, (m ³)			
	0,5	1	1,52	3
Đất nhẹ	2	2,5	2,75	3,5
Đất trung	3	3,5	3,75	5
Đất nặng	4,5	5,5	6	7,5

Để hoàn thiện điều kiện cắt đất của gàu thì ứng với mỗi loại đất cần lựa chọn hình dạng tối ưu của ngay bản thân gàu, cũng như bộ phận cắt đất của gàu.

- Độ cao lớn nhất của khoang đào được xác định bởi chiều cao giới hạn cắt đất của máy đào. Khi đào đất sét nếu chọn độ cao lớn nhất của khoang đào thì sẽ tạo nên khối đất treo, rất nguy hiểm cho đội công nhân làm việc ở phía dưới cũng như cho máy đào. Để tránh tình trạng có khối đất treo, chiều cao khoang đào trong đất chặt không được vượt quá độ cao trục đẩy H_π của máy đào.

Việc đào đất trong thời tiết khô ráo của năm cũng có thể chọn độ cao lớn nhất của khoang đào, bởi vì trong trường hợp đó đất sẽ lần lượt trượt xuống chân khoang đào và được gàu của máy đào xúc đi; trường hợp mùa ẩm ướt có khả năng nguy hiểm là tạo nên khối đất treo

c) Khai thác khối đào theo khoang đào cùng hướng bằng máy xúc gàu ngửa

Khi chia khối đào thành những khoang đào cần phải biết sơ đồ khai thác đất, chiều sâu khối đào, vị trí tương hỗ của máy đào và các phương tiện vận chuyển.

Việc chia khối đào thành các khoang đào được bắt đầu từ việc chia nó theo chiều thẳng đứng. Chiều cao giới hạn khoang đào không thể lớn hơn chiều cao cắt đất lớn nhất.

Dựa theo các thông số trên tiến hành chia khối đào theo từng tầng để khai thác. Lúc này phải xét đến cấu trúc địa chất của toàn khối, mực nước ngầm, điều kiện làm việc..., bởi vì khi đào các khối sâu thường gặp các loại đất có tính chất khác nhau (thông thường phía trên là lớp trầm tích, tiếp theo - đất đá hoặc đất sét). Nếu đất khai thác dùng để đắp thì chiều cao khoang đào không được vượt quá chiều dày của mỗi lớp.

Tuỳ theo khả năng mà đặt chân khoang đào cao hơn mực nước ngầm, còn nếu không thì phải làm khô khoang đào hoặc xây dựng đường tháo nước thường xuyên.

Khi đào hố móng của công trình bê tông thì cao trình của chân khoang đào phía dưới phải chọn cao hơn cao trình thiết kế đáy hố móng từ $0,5 \div 0,7\text{m}$. Lớp đất bảo vệ còn lại đó thông thường được dọn bằng thủ công nhằm giữ cho nền không bị phá hoại.

Việc khai thác khối đào theo khoang đào cùng hướng có thể bắt đầu trên toàn bộ chiều cao của tầng. Trước tiên cần làm một đường dốc xuống tận cao trình chân khoang đào thứ nhất để máy đào xuống. Độ dốc của đường đó không được vượt quá $8 \div 10\%$ khi xe vận chuyển chở nặng, chiều rộng đường được xác định bằng điều kiện tránh nhau của hai xe ô tô gặp nhau (6m), hoặc bằng bán kính cát đất nhỏ nhất của máy đào ở mặt máy đứng.

Chiều cao và chiều rộng khoang đào cùng hướng phụ thuộc vào vị trí tương hỗ của các phương tiện vận chuyển và máy đào. Nếu đất được đổ vào công cụ vận chuyển đặt cao hơn máy đào đứng thì chiều cao lớn nhất của khoang đào cùng hướng được xác định theo công thức:

$$H = H - h_{\text{TP}} - 0,5 \quad (6-6)$$

Trong đó:

H - chiều cao đổ lớn nhất;

h_{TP} - chiều cao thùng xe tự đổ;

0,5 - độ cao an toàn giữa mép dưới của đáy gàu của máy đào lúc mở ra và đỉnh của thân xe vận chuyển.

Nếu việc đổ đất lại tiến hành ở ngay mặt máy đào đứng thì chiều cao khoang đào được xác định bởi chiều cao cát đất của máy đào.

Việc đổ đất cao hơn mặt máy đứng đối với khoang đào cùng hướng có thể tiến hành ở một phía hoặc cả hai phía của khoang đào.

Khi đổ đất theo một phía thì chiều rộng lớn nhất của khoang đào về phía đỉnh được xác định theo công thức:

$$B = \sqrt{1} + K - \frac{b_{\text{TP}}}{2} - c, \quad (6-7)$$

Trong đó:

$\sqrt{1}$ - bán kính đào lớn nhất;

K - bán kính đổ ứng với chiều cao đổ lớn nhất;

b_{TP} - chiều rộng của phương tiện vận chuyển;

c - khoảng cách giữa phương tiện vận chuyển và mép khoang đào.

Khi đổ đất cả hai phía:

$$B = 2K - b_{\text{TP}} - 2c \quad (6-8)$$

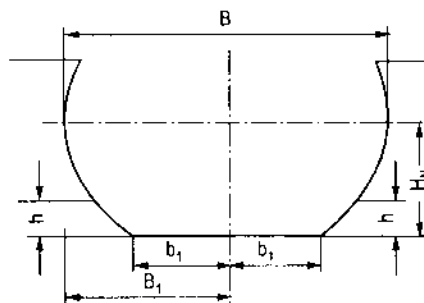
Chiều rộng khoang đào ở phía chân đối với cả hai trường hợp bằng 2Γ (Γ - bán kính đào lớn nhất ở ngay mặt máy đứng).

Khi đổ đất vào xe vận chuyển ở ngay mặt máy đứng, chiều rộng lớn nhất của khoang đào gồm:

$$B = 2L \text{ (phía đỉnh khoang đào);}$$

$$B = 2l \text{ (phía chân khoang đào).} \quad (6-9)$$

Ta nhận xét: Góc quay của máy đào phải lớn khi đổ đất (trung bình 135°) do đó gây ra kéo dài một chu kỳ làm việc. Vì vậy, việc khai thác khối đào theo khoang đào cùng hướng là không hợp lý. Nó chỉ dùng trong những trường hợp đặc biệt (thí dụ, khi đào rãnh tiên phong), mặc dù số mét khối đào được trên một mét dài theo khoang đào cùng hướng thì nhiều hơn tới $25 \div 30\%$ so với việc khai thác theo khoang đào bên (hình 6-12).



Hình 6-12. Cách vẽ khoang đào cùng hướng
(dựa theo kích thước thực tế lớn nhất)

d) Khai thác khối đào theo khoang đào bên bằng máy đào gầu ngửa

Theo khoang đào bên thì máy đào khai thác đất ở phía máy đào tiến lên bằng những băng đất có chiều rộng xác định và đổ vào xe vận chuyển có đường riêng trong khoang đào.

Việc chia khối đào theo chiều thẳng đứng được tiến hành tương tự như khoang đào cùng hướng. Máy đào lần lượt đào sâu xuống hàng loạt khoang đào trung gian kiểu bậc thang và đổ đất phía bên cạnh vào xe vận chuyển đứng cao hơn mặt máy đào đứng (hình 6-13a).

Số khoang đào trung gian kiểu bậc thang được xác định theo phương trình sau:

$$N = \frac{H - h_{\Pi}}{h_{CT}} \quad (6-10)$$

Trong đó:

h_{CT} - chiều cao lớn nhất của khoang đào trung gian kiểu bậc thang;

h_{Π} - chiều sâu của rãnh tiên phong;

H - chiều cao lớn nhất của khoang đào hoặc chiều cao của tầng khai thác.

Chiều cao lớn nhất của các xe đứng theo các khoang đào kiểu bậc thang được tính như sau:

$$h_{CT} = H - h_{TP} - 0,5 \quad (6-11)$$

Khi tạo nên khoang đào kiểu bậc thang góc nghiêng cần chống của máy đào so với mặt nằm ngang lấy trị số lớn nhất. Trong trường hợp này số khoang đào như thế sẽ ít nhất.

Việc khai thác khối đào theo khoang đào bên được bắt đầu từ việc đào rãnh tiên phong. Chiều sâu rãnh tiên phong thường lấy trị số nhỏ nhất, còn chiều rộng của nó cần

đảm bảo cho máy đào có khả năng quay quanh trục thẳng đứng và sự đi lại của xe vận chuyển trong rãnh đó được an toàn. Chiều rộng tối thiểu của rãnh tiên phong (tính theo đáy rãnh, m) đối với các máy đào Э-651, Э-1251, Э-2001, СЭ-3, ЭКГ-4 và ЭКП-8 tương ứng là 5,7; 7,3; 9,7; 10,3; 11,4 và 14,5m.

Chiều rộng của khoang đào kiểu bậc thang đầu tiên về phía đỉnh khoang đào có thể tính theo biểu thức sau:

$$B_1 = D + K - \left(B_{\Pi} - \frac{b_{TP}}{2} - mh_{\Pi} - c \right) \quad (6-12)$$

Chiều rộng ở ngay mặt máy đào đứng:

$$B_1' = l' + K - \left(\frac{b_{TP}}{2} + c + mh_{\Pi} \right) \quad (6-13)$$

Còn chiều rộng ở ngang mức đáy rãnh tiên phong:

$$B_1'' = l' + K - \frac{b_{TP}}{2} + c \quad (6-14)$$

Bằng cách tính như trên có thể xác định được các kích thước tương đối với khoang đào kiểu bậc thang tiếp theo với điều kiện là xe vận chuyển đi dọc theo chân của khoang đào kiểu bậc thang đầu tiên. Với mục đích làm giảm lượng đào sót, tốt hơn cả là giảm chiều rộng đáy khoang đào ở phía ngoài của khoang đào.

Khoảng cách giữa các trục di chuyển của máy đào của rãnh tiên phong và khoang đào kiểu bậc thang L'_3 được xác định theo điều kiện giảm đến mức ít nhất lượng đào sót trên các mái đào của khối đào:

$$L'_3 = K - \left(\Gamma - \frac{b_{TP}}{2} - c \right) \quad (6-15)$$

Theo chiều rộng của khoang đào kiểu bậc thang được lựa chọn như thế thì diện tích của khoang đào nhỏ hơn so với trường hợp lấy trục di chuyển của các máy đào ở khoảng cách lớn nhất:

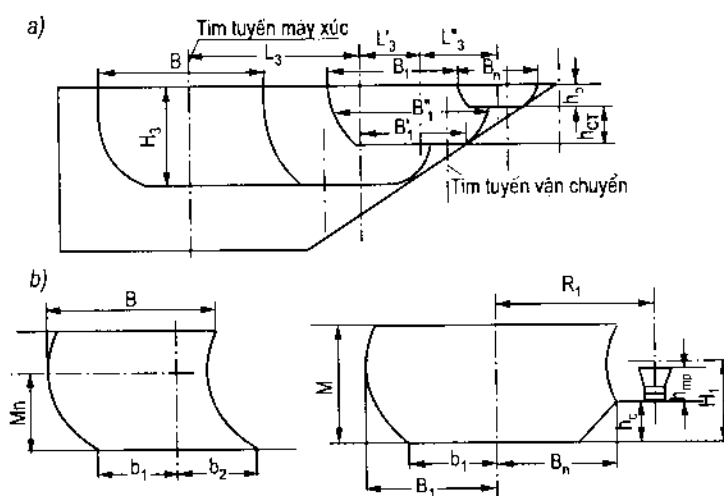
$$L_3 = K + \Gamma - \frac{b_{TP}}{2} - c \quad (6-16)$$

thế nhưng việc dọn lượng đào sót đắt hơn giá thành của máy đào làm việc.

Chiều rộng của khoang đào bên khi đã hoàn toàn mở rộng được xác định theo công thức:

$$B = \Gamma + K - \frac{b_{TP}}{2} - c \quad (6-17)$$

Trong đó, đại lượng c lấy từ 0,5 ÷ 1m tùy theo tính chất của đất. Trong những trường hợp phải khai thác đất có tính ổn định kém thì trục của đường vận chuyển cách mái đất ở khoảng cách lớn hơn.



Hình 6-13. Cách vẽ khoang đào (dựa theo kích thước thực tế lớn nhất)

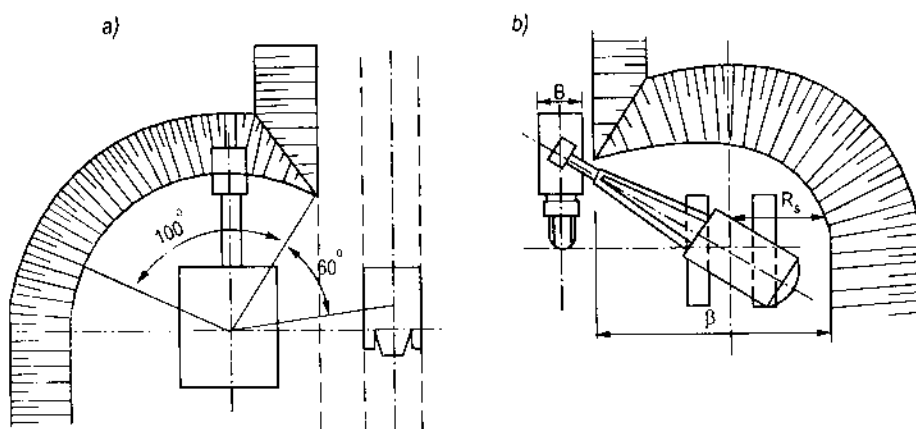
- a) Sơ đồ đào các khoang đào trung gian theo khoang đào bên;
b) Các thông số cơ bản của khoang đào.

Trục di chuyển của máy đào cách trục đường vận chuyển một đại lượng bằng bán kính đổ đất.

Nếu xe vận chuyển đứng chờ đổ đất không đối diện với máy đào (vuông góc với trục di chuyển của máy đào), mà đậu sát với vách khoang đào, thì chiều rộng của nó được xác định bằng biểu thức:

$$B = \Gamma - \mathcal{K} \cos \alpha - \frac{b_{TP}}{2} - c \quad (6-18)$$

Trong đó: α - góc giữa đường vuông góc với trục đường vận chuyển và hướng đổ đất (hình 6-14)



Hình 6-14. Vị trí của xe vận chuyển chờ máy đào đổ đất

- a) Song song với trục của khoang đào; b) Nằm chệch 1 góc với trục của khoang đào.

Chiều rộng của khoang đào có thể tăng lên khi giảm góc nghiêng của cần chống đối với mặt nằm ngang ($35 \div 40^\circ$).

Trong bảng 6-6 đưa ra các kích thước thực tế lớn nhất của các khoang đào (cùng hướng và bên) đối với máy đào gầu ngửa.

Bảng 6-6

Máy đào	Dung tích gầu, m ³	Góc nghiêng của cần chống, grad	Chiều cao thực tế lớn nhất của khoang đào H, m	Độ xoắn của mái bên m	Chiều sâu đào đất thấp hơn mặt máy đứng h, m	Mức của trục đẩy H _{tt} , m	1/2 chiều rộng của khoang đào B ₁ , m	1/2 chiều rộng chân của khoang đào b ₁ , m	Chiều rộng của khoang đào B, m	Khoảng cách từ trục máy đào đến chân mái ngoài b ₂ , m
							Khoang đào cùng hướng			
Э-505	0,5	45	6,5	2,8	1,8	3,5	7,4	4,6	8	3,4
Э-801	1	45	7,4	3	2	3,9	7,8	5	8,3	4,5
Э-1003	1	60	8,8	3	2,3	4,5	8	5,5	9,6	4
Э-2001	2	45	9,2	3,6	2,5	5,1	10,3	7,2	12,4	5,2
Э-2005	2,25	45	9	3,6	2,5	5,1	11,2	5,9	11,8	5,3
Э-2503	2,5 ÷ 3,2	45	10	5,1	3	5,6	11,8	5,9	11,8	5,1
СЭ-3	3	45	9,5	5,2	3	6,1	13,2	8	13,8	5,8
ЭКГ-4	4 ÷ 5	45	10,2	5,5	3,2	6,1	13,3	8,5	14,1	6,2
ЭКГ-8	6 ÷ 8	45	12,9	5,6	3,4	6,5	16,2	11,7	16,8	9,2

Như vậy trình tự thiết kế khai thác đất bằng máy đào theo các khoang đào bao gồm:

1. Xác định kích thước khoang đào và vị trí các phương tiện vận chuyển.
2. Xác lập đường viền khoang đào trên mặt bằng và trên mặt cắt ngang.

Trong thực tế còn bổ sung thêm thông số chiều cao trục đẩy (H_{tt}) của máy đào và thường lấy chiều rộng lớn nhất phía đỉnh của khoang đào ứng với H_{tt}.

3. Chia khối đào theo chiều thẳng đứng và ứng với từng tầng đào chia thành các khoang đào.

e) Những chú ý khi làm việc trong khoang đào của máy đào gầu ngửa

- Sự di chuyển của máy đào trong khoang đào

Sau khi khai thác được một bộ phận của khoang đào, máy đào di chuyển đến vị trí đào tiếp theo.

Đại lượng lớn nhất về lý thuyết của sự di chuyển được xác định bằng đại lượng một hành trình của tay gàu. Thế nhưng khi làm việc với tay gàu vươn ra hết cỡ của máy đào thì lực cắt các phoi đất cuối cùng của bộ phận khoang đào trên các răng gàu giảm tới $30 \div 35\%$, thời gian một chu kỳ làm việc tăng lên, sự đẩy gàu giảm đi và năng suất của máy đào tụt xuống. Vì thế nên lấy chiều dài trung bình di chuyển của máy đào trong khoang đào ở phạm vi $0,6 \div 0,7$ chiều dài một hành trình của tay gàu, tức là $0,8 \div 1,2\text{m}$ đối với gàu nhỏ, $1,5 \div 2\text{m}$ đối với tay gàu vừa và $4 \div 6\text{m}$ đối với gàu có công suất lớn.

Thời gian di chuyển của các máy đào công suất vừa và nhỏ chiếm gần 1 phút, còn loại lớn tới 3 phút. Khi khai thác đất dính ướt các máy đào được đặt trên bề mặt bằng các cây gỗ hoặc các tấm kim loại.

- Vị trí đứng của xe vận chuyển chờ lấy đất

Xe tự đổ là loại công cụ vận chuyển đất rất kinh tế và thông dụng.

Hiệu ích sử dụng phụ thuộc vào quãng đường chờ đất và tỷ lệ dung tích gàu xúc của máy đào với thùng xe ô tô. Vị trí của xe tự đổ với máy đào khi chờ đổ đất đồng thời cũng ảnh hưởng đến năng suất của ô tô.

Trong thực tế có một số cách xe đứng : Đứng nghiêng 1 góc với trục khoang đào ở 1 và cả 2 phía của máy đào, đứng thành nhóm nghiêng 1 góc với trục máy đào và cuối cùng là xe tự đổ đứng song song với trục của khoang đào. Sơ đồ cuối cùng là sơ đồ hợp lý nhất (hình 6-14a). Mặc dù trong trường hợp này góc quay của cần chống tăng tới 108° , năng suất đạt được lớn nhất do giảm thời gian lái vòng trong điều kiện chật hẹp của xe tự đổ.

Xe tự đổ được máy đào đổ đất vào khi hướng của cần chống hoặc làm góc nhọn hoặc vuông góc với trục của khoang đào (hình 6-14b). Trong trường hợp góc nhọn thì góc quay trung bình của máy đào để đổ đất và thời gian của một chu kỳ làm việc của máy đào giảm xuống, nhưng do chiều rộng khoang đào giảm xuống và tất nhiên số lần di chuyển của máy đào tăng lên.

Trong những khoang đào cho phép tiến hành đổ đất vào xe vận chuyển đứng cao hơn mặt máy đứng thì xe vận chuyển đứng song song với trục khoang đào. Trong những trường hợp mà việc đổ đất vào xe vận chuyển đứng ở ngay chân khoang đào thì xe vận chuyển trong khoang đào cùng hướng sẽ tiến vào vị trí chờ bằng cách lùi dần hoặc bằng cách lái vòng trong điều kiện chật hẹp.

2. Khoang đào của máy đào gàu sắp

Máy đào gàu sắp khai thác đất theo khoang đào bên hoặc khoang đào cùng hướng.

Theo khoang đào bên thì máy đào di chuyển song song với khối đào. Khi đó chiều rộng giới hạn của khoang đào bằng bán kính cắt đất của máy đào trừ đi khoảng cách từ trục quay của máy đào đến mép khối đào.

Vị trí của mái đất sát máy đào được xác định bởi tính ổn định của mái cuối cùng. Trong thực tế vị trí của mái này được xác định bởi một đường thẳng vẽ từ đầu đường tựa của các xích hướng xuống dưới theo 1 góc 60° . Chiều sâu của khoang đào phụ thuộc vào góc thả xuống của cần chống thấp hơn đường nằm ngang và điều kiện ổn định của mái. Thông thường đại lượng của góc này không vượt quá 40° và chiều sâu khối đào khi đó gần bằng chiều dài của cần chống.

Việc khai thác theo khoang đào cùng hướng được tiến hành bằng cách đào kéo về phía máy và máy đào đi giật lùi từ từ dọc theo trục của khối đào. Chiều rộng lớn nhất của khoang đào khi phối hợp với phương tiện vận chuyển bằng khoảng $1,6R$, còn khi đào và đổ ngay vào bãi thải thì chọn theo điều kiện cân bằng khối lượng đào và khối lượng đổ, phân bố đổ theo 1 phía hoặc 2 phía của khối đào.

Gầu của máy đào có thể gắn với tay gầu ở các vị trí khác nhau để đào hố móng có tường chắn, nạo vét đáy v.v..

Việc đổ đất ra của gầu được tiến hành bằng cách lật mảnh phía trước gầu hoặc quay tay gầu về vị trí nằm ngang. Khi đó gầu quay các răng xuống dưới, hoặc quay ngay chính gầu xuống. Các sơ đồ đổ đất thứ nhất và thứ ba thường được áp dụng làm việc trong bãi thải, cũng như phối hợp với xe vận chuyển (hình 6-19), sơ đồ thứ hai (hình 6-20, 6-21, 6-22), chỉ dùng trong bãi thải. Gầu quay đi cho phép đổ đất ở điểm bất kỳ của bán kính tác dụng của máy đào.

Mặc dù có hàng loạt những ưu điểm, các máy đào gầu sập không được sử dụng rộng rãi trong xây dựng thủy lợi. Điều đó được giải thích bởi lý do các loại máy đào được sản xuất ra với các gầu có dung tích không lớn và năng suất thấp hơn máy đào gầu ngựa.

3. Khoang đào của máy đào gầu dây

a) Các thông số làm việc chủ yếu của máy đào gầu dây

Bán kính đào tiêu chuẩn R , có xét đến việc văng gầu ra là R' , bán kính đổ R_1 , chiều sâu đào lớn nhất không kể đến việc văng gầu ra $H_{\max}$, có xét đến việc văng gầu ra $H'_{\max}$ và chiều cao đổ lớn nhất H_1 (hình 6-15a và b).

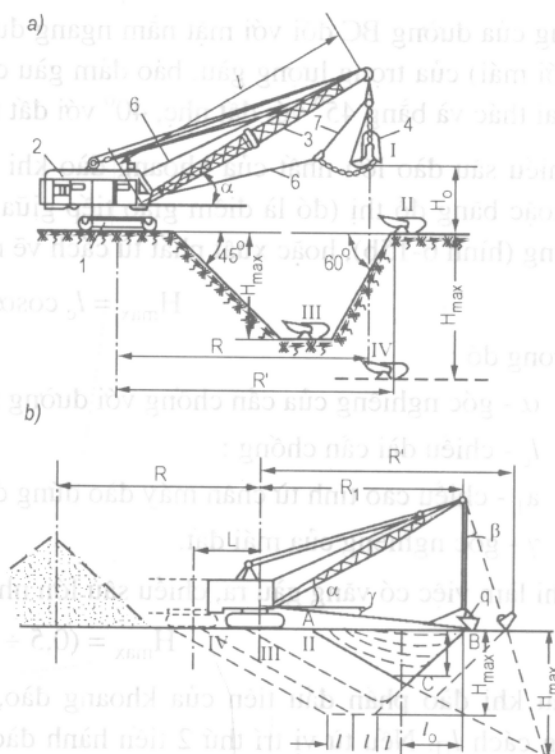
Bán kính đào tiêu chuẩn R được tính từ trục quay của máy đào đến trục ròng rọc đầu cần chống. Nếu có xét đến việc văng gầu ra, bán kính đào tăng tới $15 \div 20\%$ ($R' \approx 1,2R$). Bán kính đổ trong trường hợp nói chung bằng bán kính đào tiêu chuẩn. Thế nhưng khi đổ vào bãi thải không cần độ cao lớn nhất nên nó có thể tăng lên do việc văng gầu ra. Chiều cao đổ H_1 được tính từ mặt đứng của máy đào đến gầu ở vị trí lật xuống dưới và kéo căng về ròng rọc ở đầu cần chống, còn chiều sâu đào H từ cao trình đứng của máy đào gầu dây đến đáy khối đào và phụ thuộc vào bán kính cắt đất.

b) Sơ đồ đào đất bằng máy đào gầu dây (hình 6-15b)

Gầu được hạ xuống đất ở vị trí I. Sau đó trống cuốn dây cáp kéo làm việc và gầu 4 dưới tác dụng của trọng lượng bản thân và dây cáp kéo 6 cắm sâu vào đất và đồng thời chuyển dịch, gầu từ từ xúc được đáy đất.

Hình 6-15. Máy đào gầu dây

a) Các thông số làm việc (I-IV - Các vị trí của gầu khi đào xuống đất); b) Sơ đồ khai thác thành khoang đào; l_{II} - chiều dài di chuyển của máy đào từ vị trí đầu tiên; l - chiều dài chuyển tiếp theo của máy đào.



Sau khi gầu đã đầy đất, trống cuộn dây cáp nâng làm việc và gầu tách khỏi mặt đất. Đồng thời cũng bắt đầu quay máy đào đến vị trí đổ. Ở thời điểm nâng gầu, dây cáp nâng kéo căng dây cáp đỡ 7, đồng thời giữ gầu khỏi lật. Dây cáp kéo thả dần khối trống cuộn dây nhưng vẫn ở trạng thái kéo căng trong suốt thời gian đó.

Khi đưa gầu đến gần vị trí đổ, việc chuyển động chậm lại, dây cáp kéo chùng xuống và gầu lật để đổ đất ra. Sau đó cần chống quay ngược trở về vị trí cũ, và chu kỳ làm việc lại bắt đầu. Góc quay để đổ đất phụ thuộc vào sơ đồ khai thác khối đào đã thông qua và dao động từ $75 \div 80^\circ$ khi máy đào di chuyển theo trục khối đào và tới 180° khi di chuyển theo thêm khối đào.

Khi máy đào gầu dây làm việc có văng gầu ra thì tất cả các thao tác tương tự như khi làm việc với bán kính đào đất tiêu chuẩn, không kể việc quay đến vị trí đào đất. Ở đây gầu sau khi đổ đất bị dây cáp kéo 6 kéo căng đến nỗi dây cáp nâng 7 bị kéo dọc theo cần chống. Khi cần chống gần đến vị trí đào đất dây cáp kéo thả lỏng ra và gầu do bị lắc mạnh và lực ly tâm văng ra về phía trước; dây cáp nâng thả xuống và gầu rơi vào đất ở cự ly xa hơn bán kính đào đất tiêu chuẩn tới $15 \div 20\%$.

Đứng ở vị trí đầu tiên máy đào gầu dây khai thác 1 phần của khoang đào có hình dạng là hình thang ABCD (hình 6-15b). Kích thước đáy trên của hình thang đó được xác định bởi các thông số của máy đào và các điều kiện làm việc (có văng gầu ra hoặc không văng gầu ra). Chiều dài đáy dưới bằng chiều dài của gầu.

Chiều sâu phần đầu tiên khoang đào được xác định bởi đường thẳng hạ từ gầu vào khoang đào BC, đường kéo gầu về phía máy xúc AD và chiều dài gầu (hình 6-15b). Độ

nghiêng của đường BC đối với mặt nằm ngang được xác định bởi thành phần vuông góc (đối với mái) của trọng lượng gàu, bảo đảm gàu cắm sâu vào đất. Nó phụ thuộc vào loại đất khai thác và bằng 45° với đất nhẹ, 40° với đất trung và 30° với đất nặng.

Chiều sâu đào lớn nhất của khoang đào khi làm việc không văng gàu ra được xác định hoặc bằng đồ thị (đó là điểm giao tiếp giữa đường của mái đất với hướng của dây cáp nâng (hình 6-15b), hoặc xuất phát từ cách vẽ này, theo giải tích :

$$H_{\max} = l_c \cos \alpha \tan \gamma - a_1 \quad (6-19)$$

Trong đó :

α - góc nghiêng của cần chống với đường nằm ngang ;

l_c - chiều dài cần chống ;

a_1 - chiều cao tính từ chân máy đào đứng đến chân cần chống ;

γ - góc nghiêng của mái đất.

Khi làm việc có văng gàu ra, chiều sâu lớn nhất đào đất trung bình lấy bằng :

$$H_{\max} = (0,5 \div 0,6) l_c \quad (6-20)$$

Sau khi đào phần đầu tiên của khoang đào, máy đào di chuyển đến vị trí mới ở khoảng cách l_{11} . Nếu từ vị trí thứ 2 tiến hành đào sâu của khoang đào, thì khi làm việc không văng gàu. Từ vị trí mới gàu cần hạ xuống vào điểm c của phần đầu tiên của khoang đào và chiều dài di chuyển khoảng :

$$l_{11} = m_1 H, \quad (6-21)$$

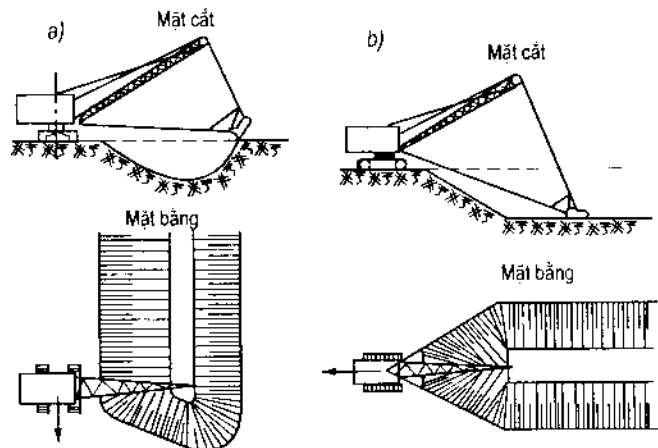
Nếu như không cần thiết đào sâu, thì:

$$l_{11} = m_1 H + DC \quad (6-22)$$

Chiều dài di chuyển tăng lên cùng với việc giảm chiều sâu khối đào và tăng chiều dài cần chống.

c) Khai thác khối đào bằng máy đào gàu dây :

Có thể khai thác khối đào bằng máy đào gàu dây : 1) theo khoang đào bên, khi máy đào di chuyển theo mép khối đào và song song với trục khối đào (hình 6-16a); 2) theo khoang đào cùng hướng khi máy đào di chuyển theo trục khối đào và khai thác bằng cách kéo về phía máy (hình 6-16b).



Hình 6-16. Khai thác khối đào bằng máy đào gàu dây
a) Theo khoang đào bên; b) Theo khoang đào cùng hướng.

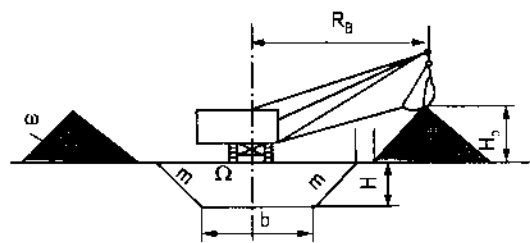
Theo khoang đào bên để khai thác khối đào rộng. Đất được đổ vào bãi thải hoặc với góc quay trung bình để đổ $\beta = 130 \div 140^\circ$, tương ứng với khối lượng lớn nhất của đồng đất, hoặc với $\beta = 170^\circ$, tương ứng với việc sử dụng tối đa các thông số làm việc của máy đào gàu dây, hoặc đổ vào phương tiện vận chuyển.

Trục của máy đào theo khoang đào bên tính từ mép khối đào bằng một đoạn:

$$B = \frac{b}{2} + (2 \div 3)m, \quad (6-23)$$

Trong đó : b - chiều rộng của máy đào.

Theo khoang đào cùng hướng để khai thác khối đào hẹp hơn đổ và bãi thải ở 1 hoặc 2 phía. Góc quay trung bình khi đó tính bằng $45 \div 80^\circ$, và các thông số làm việc của máy đào sử dụng nhỏ hơn so với việc khai thác theo đường cắt ngang.



Hình 6-17. Các kích thước giới hạn của khối đào, được khai thác theo khoang đào cùng hướng, vào bãi thải ở 2 phía của máy đào gàu dây

Chiều rộng giới hạn của khối đào theo khoang đào cùng hướng và làm việc trong bãi thải được xác định bằng đẳng thức của số khối lượng đào trên 1m dài và có hai đồng đất (hình 6-17).

$$2\omega_{kab} = \Omega K_P \quad (6-24)$$

Trong đó : ω_{kab} và Ω - thể tích đồng đất trên 1m đào tương ứng và khối đào.

Lấy hệ số mái xoải của đồng đất $m = 1$ và chiều sâu khối đào bằng H , chiều rộng lớn nhất của khoang đào ở phía đáy có thể xác định bằng cách chọn theo công thức :

$$b = \frac{2(R_1 - 0,5b - mH - c)^2}{K_P H} \quad (6-25)$$

và chiều cao đồng đất tương ứng :

$$H_0 = \sqrt{\frac{(mH + b)HK_P}{2}} \leq H_1, \quad (6-26)$$

Trong đó : c - chiều rộng của thêm, (m).

Độ sâu giới hạn của khối đào H_{npeg} được xác định theo điều kiện cân bằng khối lượng của bãi thải và khối đào. Từ công thức (6-25), nếu $b = 0$.

$$H_{npeg} = \frac{1,42(R_1 - c)}{\sqrt{K_P m + 1,42m}}. \quad (6-27)$$

Chiều rộng của khối đào theo khoang đào cùng hướng không lớn. Như vậy sử dụng với mục đích này của máy đào gầu dây 3-2002 với gầu có dung tích $1,5\text{m}^3$, $R_1 = 16\text{m}$ độ rộng có khả năng của kênh ở đáy b khi chiều sâu $H = 5\text{m}$ và $m = 1$ là $7,65\text{m}$, còn chiều cao bãi thải $H_0 = 5,6\text{m}$.

Khi khai thác kênh rộng hơn máy đào tiến hành đào một vài đường song song. Khi đó, chi phí của xe vận chuyển đất chiếm tới 75% giá thành công tác đất và thường phải vận chuyển nhiều lần đối với máy đào gầu dây. Để phục vụ cho máy đào gầu dây cần có máy ủi để chuyển đất thải đi một đoạn cần thiết.

d) Bố trí đào đất của máy đào gầu dây

- Phương pháp đào cùng hướng

Máy lùi dần theo tuyến khối đào để khối đất phía trước máy và đổ sang 2 bên khối đào.

Phương pháp này dùng trong trường hợp chiều rộng khối đào tương đối hẹp và thỏa mãn điều kiện sau đây :

$$R_1 \geq \frac{B_1}{2} + \frac{B_2}{2} + C \quad (6-28)$$

Trong đó :

R_1 - bán kính đổ đất, m ;

B_1 - chiều rộng của khối đào, m ;

B_2 - chiều rộng khối đổ, m ;

C - khoảng cách từ mép khối đào đến chân khối đổ, m (hình 6-18).

- Phương pháp đào bên

Khi đào đất, máy di chuyển bên cạnh khối đào. Phương pháp này dùng trong trường hợp khối đào tương đối rộng và nông, đào một lần không hết toàn bộ mặt cắt khối đào. Căn cứ vào chiều rộng khối đào chia ra các cách bố trí sau :

$$R_1 < \frac{B_1}{2} + \frac{B_2}{2} + C \text{ mà } R + R_1 \geq \frac{B_1}{2} + \frac{B_2}{2} + C \quad (6-29)$$

Trong đó :

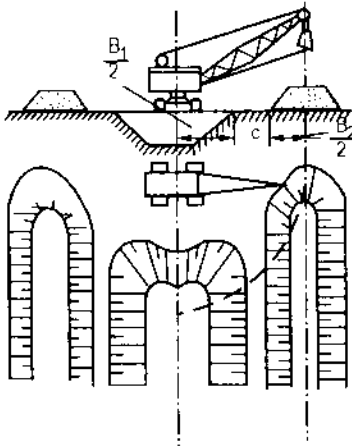
R_1 , B_1 , B_2 và C - như trên ;

R - bán kính đào đất ;

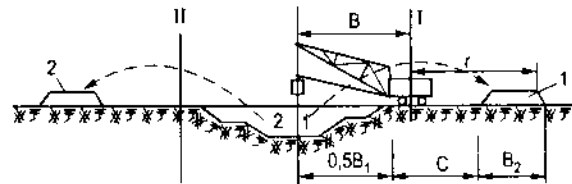
Máy đào sẽ di chuyển 2 bên khối đào để đào đất và đổ ra 2 bên (hình 7-19).

$$R + R_1 < \frac{B_1}{2} + \frac{B_2}{2} + C \quad (6-30)$$

nhưng nhỏ hơn không nhiều lắm thì dùng phương pháp đào rãnh trước hay phương pháp đào liên tục.

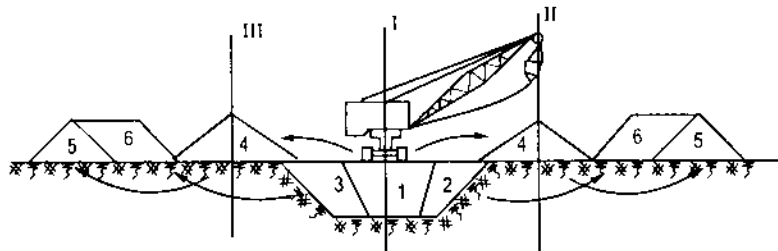


Hình 6-18. Phương pháp đào cùng hướng



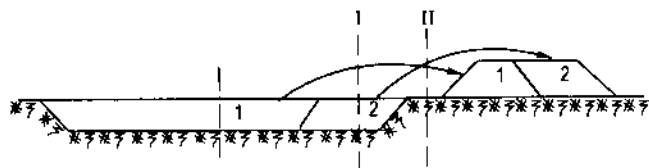
Hình 6-19. Phương pháp đào bên khi máy di chuyển 2 bên khối đào

Phương pháp đào rãnh trước : đầu tiên đào ở trung tâm khối đào thành rãnh 1, đất đổ tạm thời sang hai bên 4. Sau đó chuyển đất ở vị trí 4 ra vị trí 5. Cuối cùng dịch chuyển máy đào sang hai bên để đào khối 2 và 3 đổ ra các vị trí 6. Như vậy máy đào phải dịch chuyển 5 lần (3 lần đào đất, 2 lần vận chuyển đất) mới đào xong. Ngoài ra dùng thêm máy ủi hay máy cạp để hỗ trợ di chuyển các vị trí đổ đất (hình 6-20).



Hình 6-20. Phương pháp đào rãnh trước của máy đào gầu dây

Phương pháp đào liên tục:
Nguyên tắc của nó là đào gần thì đổ xa, đào xa thì đổ gần (so với trục máy đào và trục khối đào). Cụ thể là lần thứ nhất đào ở vị trí 1 và đổ vị trí tương đối gần 1, lần thứ hai đào ở mép khối đào thì đổ đất ở vị trí tương đối xa 2 (hình 6-21).



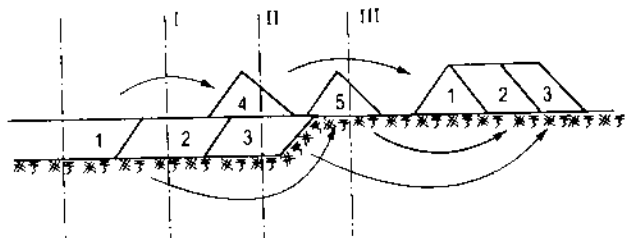
Hình 6-21. Phương pháp đào liên tục của máy đào gầu dây

$$R + R_1 < \frac{B_1}{2} + \frac{B_2}{2} + c \quad (6-31)$$

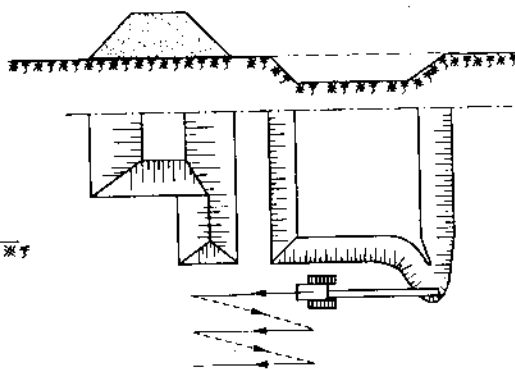
rất nhiều thì phải dùng phương pháp đào dịch chuyển nhiều lần, tức là phải có nhiều vị trí đổ đất tạm thời (hình 6-22).

Đầu tiên đào ở gần trục khối đào và đổ tạm thời ở vị trí 4. Sau đó chuyển đất ở vị trí 4 đến vị trí cố định 1. Dịch chuyển máy đào để đào đất ở vị trí 2 đổ tạm thời ở 5, sau đó lại chuyển tiếp đến vị trí cố định 2 v.v... Cứ tiếp tục đào và chuyển như vậy cho đến khi đào hết phạm vi khối đất.

Trường hợp khối đào quá rộng, để tránh tình trạng phải dịch chuyển nhiều lần vì đổ đất tạm thời có thể dùng phương pháp dịch chuyển máy đào theo hình chữ Z (hình 6-23).



Hình 6-22. Phương pháp đào dịch chuyển nhiều lần



Hình 6-23. Phương pháp dịch chuyển theo hình chữ Z

4. Thi công bằng máy đào gầu ngoạm

Do đặc điểm cấu tạo nên máy đào gầu ngoạm chỉ đào đất ở ngay dưới đỉnh cần chống, do vậy việc đào kênh và các khối đào khác có mái rõ ràng thì máy đào rất khó làm việc.

Chiều sâu đào đất lớn nhất phụ thuộc chiều dài dây cáp và sự ổn định của đất. Đối với đào và đổ vật liệu rời, máy đào gầu ngoạm có thể tiến hành ở các chiều cao trong giới hạn các thông số của máy.

III. Năng suất của máy đào 1 gầu

1. Tính năng suất của máy đào

Tính năng suất của máy đào đất để xác định định mức đào đất của máy đào trong những điều kiện cụ thể và đánh giá hiệu ích làm việc của trạm máy bằng cách so sánh sản phẩm thực tế với sản phẩm tính toán.

Chia ra 3 loại năng suất: năng suất lý thuyết, năng suất kỹ thuật và năng suất thực tế.

a) *Năng suất lý thuyết hay năng suất kết cấu* là năng suất trong 1 giờ làm việc liên tục được xác định theo công thức :

$$\Pi_k = 60 qn, \text{ m}^3/\text{giờ} \quad (6-32)$$

Trong đó :

q - dung tích của gàu, (m^3) ;

n - số chu kỳ theo tính toán của kết cấu trong 1 phút

$$n = \frac{60}{t_{ck}} \quad (6-33)$$

Số chu kỳ được xác định từ điều kiện chiều cao khoang đào tiêu chuẩn (đối với máy đào gàu xúc), trung bình (đối với máy đào gàu dây); góc quay trung bình 90° và đổ vào bãi thải, đồng thời sự phối hợp cao nhất của các quá trình làm việc.

b) Năng suất kỹ thuật được tính bằng khối lượng đất ứng với loại đá xác định (ở dạng chặt), đào bằng máy đào trong 1 giờ của thời gian thuận tuý làm việc trong bãi thải không kể sự gián đoạn và sự di chuyển của máy đào và không có dừng lại :

$$\Pi_T = \frac{3600qK_{II}}{t_{ck}K_P} \cdot (\text{m}^3/\text{giờ}) \quad (6-34)$$

Hệ số đẩy gàu K_{II} đối với máy đào gàu ngửa dao động từ 0,6 (với loại đá đã được nổ mìn vụn ra) đến 0,9 (với đất mịn tới ra) và đối với gàu dây - từ 0,6 đến 0,8. Hệ số tơi xộp của đất K_P có thể lấy theo bảng 6-7.

Bảng 6-7. Hệ số tơi xộp của đất

Loại đất	Hệ số tơi xộp K_P
Đất thực vật được làm tơi	$1,2 \div 1,3$
Cát, đất thực vật đầm chặt	$1,08 \div 1,25$
Á cát, á sét nhẹ	$1,16 \div 1,25$
Á sét nặng	$1,18 \div 1,3$
Sét mỡ sạch	$1,3 \div 1,4$
Đá vôi mềm, đá phấn	$1,3 \div 1,4$
Cát kết cứng và đá vôi	$1,4 \div 1,5$

c) Năng suất thực tế được xác định bằng khối lượng đất ứng với loại đá định được máy đào khai thác trong 1 giờ làm việc có xét đến việc tổ chức và tính chất của toàn bộ quá trình sản xuất. Năng suất thực tế của máy đào trong 1 giờ của thời gian ca được tính theo công thức :

$$\Pi_s = \frac{60Wm}{T} K_B, \text{ m}^3/\text{giờ} \quad (6-35)$$

Trong đó :

W - dung tích của 1 đơn vị của một thành phần vận chuyển, (m^3);

m - số đơn vị trong một thành phần;

K_B - hệ số sử dụng thời gian ; ca ;

T - thời gian đổ vào 1 thành phần, phút, được xác định theo công thức :

$$T = \frac{60Wm}{\Pi_T K_M} + t_1 + mt_2 + t_3 \frac{Wm}{a\omega}, \quad (6-36)$$

Trong đó :

t_1 - thời gian gián đoạn chờ đưa các thành phần vận chuyển vào vị trí lấy đất, phút;

t_2 - thời gian chờ đưa một đơn vị tiếp theo của một thành phần vận chuyển vào vị trí cạnh máy xúc, phút ;

t_3 - thời gian một lần dịch chuyển của máy đào, phút ;

a - đoạn đường một lần dịch chuyển của máy đào, phút ;

ω - diện tích mặt cắt ngang của khoang đào, m^2 ;

K_M - hệ số xét đến tay nghề của người lái xe (0,86 ÷ 0,98).

Khi đó :

$$\Pi_3 = \frac{60K_B}{\frac{60}{\Pi_T K_M} + \frac{t_1}{Wm} + \frac{t_2}{W} + \frac{t_3}{a\omega}}, (m^3/giờ) \quad (6-37)$$

Khi đổ đất vào từng xe ô tô tự đổ $m = 1$ với $t_2 = 0$, thì :

$$\Pi_3 = \frac{60K_B}{\frac{60}{\Pi_T K_M} + \frac{t_1}{W} + \frac{t_3}{a\omega}}, (m^3/giờ) \quad (6-38)$$

Khi đào đất đổ ngay trong bãi thải, các thông số W , m , t_1 và t_2 không xác định thì công thức (6-38) có dạng sau :

$$\Pi_3 = \frac{60K_B}{\frac{60}{\Pi_T K_M} + \frac{t_3}{a\omega}}, (m^3/giờ) \quad (6-39)$$

Năng suất thực tế đồng thời có thể biểu thị qua năng suất kỹ thuật với hệ số sử dụng thời gian K'_B (ca):

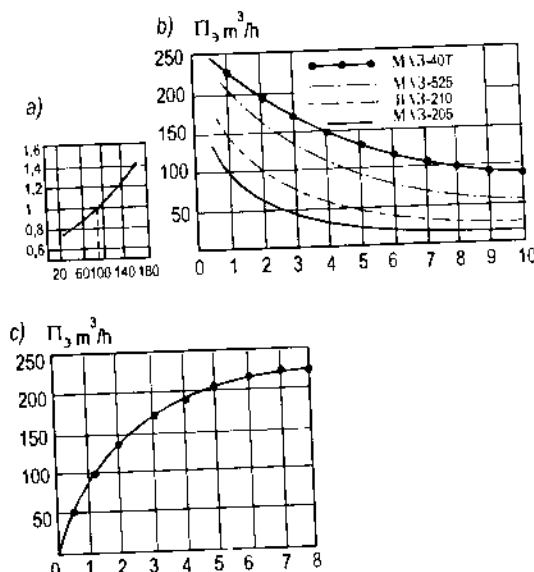
$$\Pi_3 = \Pi_T K'_B, (m^3/giờ) \quad (6-40)$$

So sánh công thức này với công thức (6-37) có thể lập biểu thức giải tích đối với K'_B . Rõ ràng là hệ số này phụ thuộc vào dung tích của các đơn vị vận chuyển, vào thời gian tiêu hao do máy đào di chuyển trong khoang đào và vào thời gian chờ đợi đưa các phương tiện vận chuyển vào gần máy đào, tức là phụ thuộc vào việc tổ chức thi công đã định trước.

Trên hình 6-24a biểu thị quan hệ của thời gian tương đối của một chu kỳ làm việc với góc quay của máy đào. Lấy thời gian của một chu kỳ ứng góc quay 90° làm đơn vị. Tăng góc quay đến 180° thì thời gian của một chu kỳ làm việc tăng 1,5 lần, ứng góc quay 70° thì thời gian đó giảm tới 0,9. Vì thế khi tổ chức khoang đào cần tùy theo khả năng mà bảo đảm giảm góc quay của máy đào khi đổ đất từ gầu ra. Từ công thức (6-37) ta thấy, năng suất của máy đào tăng lên cùng với việc tăng dung tích của các đơn vị vận chuyển và tăng tỷ số dung tích đó đối với dung tích gầu của máy đào. Trên hình 6-24b và c trình bày đồ thị quan hệ Π , với thời gian chờ xe vận chuyển và dung tích tương đối của 1 đơn vị vận chuyển $\frac{W}{q}$ trong những điều kiện trung bình.

Hình 6-24. Sự thay đổi các thông số của năng suất máy đào khi phối hợp với phương tiện vận chuyển

a) Ảnh hưởng của góc quay của bộ phận công tác của máy đào đến thời gian của máy; b) Ảnh hưởng sự thay đổi thời gian để chờ phương tiện vận chuyển đến năng suất của máy đào; c) Ảnh hưởng của sự thay đổi quan hệ dung tích phương tiện vận chuyển với gầu xúc đến năng suất của máy đào khi thời gian chờ một phương tiện vận chuyển một phút.



Nhận xét trên đồ thị đó ta thấy năng suất tối đa đạt được khi $\frac{W}{q} = 5 \div 7$, mặt khác

khi dung tích thùng xe bằng dung tích gầu, năng suất của máy đào giảm xuống 0,6 so với năng suất tối đa. Từ đó thấy rằng một nguyên tắc bắt buộc là đối với một máy đào gầu xúc có dung tích đã biết nhất thiết phải phối hợp với các xe tự đổ với thùng xe có dung tích bằng $5 \div 7$ dung tích của gầu xúc.

Cần nhận xét rằng, năng suất thực tế được xác định theo công thức (6-37) hoặc (6-40) là năng suất mà máy đào đã chọn trước nên làm việc trong điều kiện bình thường với việc tổ chức thi công hợp lý. Theo năng suất đó xác định số lượng phương tiện vận chuyển đảm bảo cho sự làm việc của máy đào là liên tục. Thế nhưng không phải lúc nào cũng đạt được năng suất đó trong suốt thời gian dài. Do vậy khi xác định số lượng máy đào phải chú ý đến các nhân tố ảnh hưởng như: chuyển máy đào sang các khoang đào khác để sửa chữa bảo dưỡng, các ngày lễ, tai nạn (máy đào và phương tiện vận chuyển), thời tiết và dạng nào đó của các nguyên nhân tổ chức.

2. Số lượng xe vận chuyển cần thiết để phối hợp với một máy đào

Trên cơ sở những công thức tính toán nêu ra ở đây để lập nên nguyên tắc bảo đảm liên tục xe vận chuyển cho từng máy đào làm việc.

Quy định là trong suốt thời gian vận chuyển của 1 xe chở nặng hoặc 1 đoàn xe goòng đến vị trí đổ đất và quay trở lại chờ lấy đất thì 1 máy đào đã xúc xong cho các xe khác phối hợp với nó.

Điều kiện này được mô tả bằng phương trình sau đây :

$$(N_a - 1)t_\pi = \frac{L}{v_1} + \frac{L}{v_2} + t_p + t_z \quad (6-41)$$

Trong đó :

N_a - số lượng các xe ô tô (hoặc các đoàn xe goòng) phối hợp với 1 máy đào;

t_π - thời gian xúc xong cho 1 xe có kể cả thời gian trong quá trình lái vòng trong các điều kiện chật hẹp, giờ ;

L - quãng đường từ khoang đào đến vị trí đổ đất, km ;

v_1 và v_2 - tốc độ trên đường tương ứng với lúc chở nặng và lúc xe không km/giờ ;

t_z - thời gian trở ngại của xe vận chuyển trên đường, giờ ;

t_p - thời gian đổ đất của xe vận chuyển có kể cả thời gian lái vòng điều kiện chật hẹp trong bãi thải, giờ.

Khi đó :

$$N_a = 1 + \frac{\frac{L(v_1 + v_2)}{v_1 v_2} + t_p + t_z}{t_\pi} \quad (6-42)$$

Thời gian xúc đất vào xe vận chuyển được xác định theo công thức :

$$t_\pi = \frac{W_m}{\Pi_s} \quad (6-43)$$

$$\text{Do đó :} \quad N_a = 1 + \frac{\Pi_s}{W_m} \left[\frac{L(v_1 + v_2)}{v_1 v_2} + t_p + t_z \right] \quad (6-44)$$

Nếu như phối hợp với máy xúc chỉ đơn thuần là xe tự đổ, còn không có đoàn xe goòng với các toa móc theo thì $m = 1$.

Do xe tự đổ chỉ có thể làm việc 2 ca trong 1 ngày đêm, để bảo đảm cho tất cả các máy đào hoạt động cả 3 ca thì cần 1 số lượng xe ô tô là :

$$N = \frac{1.5 N_a N_s}{K_{\Pi II}} \quad (6-45)$$

Trong đó :

N_3 - số lượng máy đào đồng thời làm việc trong 3 ca ;

K_{III} - hệ số bảo đảm kỹ thuật của trạm xe ($0,67 \div 0,7$).

3. Biện pháp nâng cao năng suất của máy đào 1 gàu

1. Nắm vững tính năng của máy, trong quá trình đào đất nên phối hợp các thao tác như vừa nâng gàu (hoặc hạ gàu), vừa quay máy để rút ngắn thời gian chu kỳ làm việc.

2. Tăng mức độ đầy gàu khi đào đất rời và đất chặt vừa bằng hành trình ngắn nhất của gàu, còn đối với đất chặt - bằng cách va đập cho đất sụt xuống.

3. Giữ gìn máy tốt (bảo dưỡng chu đáo, sửa chữa kịp thời v.v...).

4. Gặp loại đất mềm xốp thì thay bằng loại gàu lớn hơn.

5. Tăng thêm chiều dài răng giữa của gàu để giảm bớt trở lực cắt đất và thời gian xúc đất.

6. Chọn hợp lý kích thước khoang đào và vị trí của phương tiện vận chuyển để góc quay trung bình của máy đào là nhỏ nhất, giảm bớt số lần di chuyển của máy đào.

7. Đảm bảo đủ phương tiện vận chuyển phù hợp với dung tích của gàu xúc.

8. Chuẩn bị tốt khoang đào - chân các tầng được dọn sạch, còn khi là đá - chọn chiều cao khoang đào hợp lý và đá được phá vỡ đều.

9. Tổ chức tốt việc đưa các thành phần và xe vận chuyển liên tục vào vị trí chờ lấy đất.

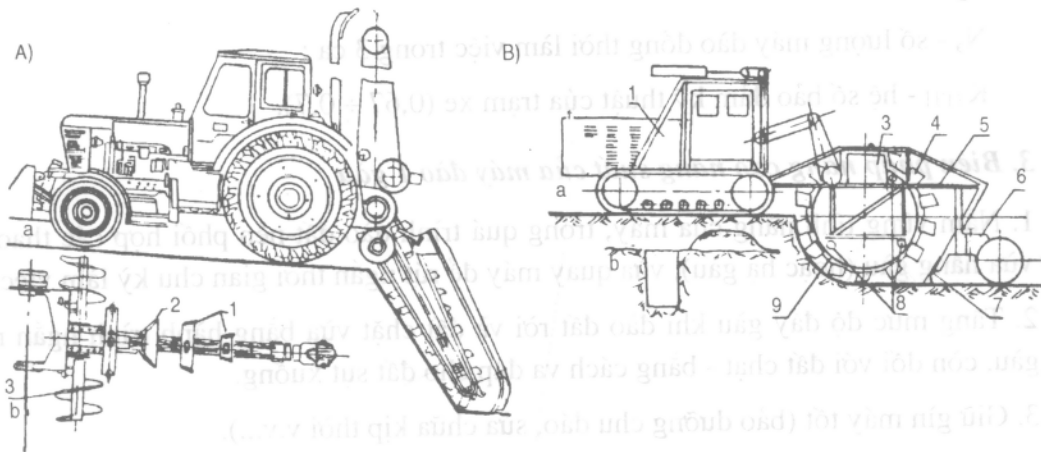
10. Tận dụng máy đào làm việc đào và đổ trực tiếp.

11. Làm tốt mọi công tác chuẩn bị hiện trường thi công như tháo nước ngầm, nước mưa đảm bảo thi công khô ráo, đường vận chuyển tốt, đủ ánh sáng khi làm việc ban đêm v.v...

§6.4. MÁY ĐÀO ĐẤT NHIỀU GÀU

Khác với máy đào đất 1 gàu, máy đào đất nhiều gàu làm việc liên tục, có năng suất cao. Nó thường dùng để đào đất loại nhẹ và vừa, không lẫn đá lớn, rễ cây (về kích thước không quá 0,25 chiều rộng cạnh cắt đất, và 25% thể tích của gàu). Nó có thể đào đất trên khô và nạo vét dưới nước (còn gọi là tàu cuốc).

Về mặt cấu tạo máy làm đất nhiều gàu trên khô chia làm 2 loại : gàu bánh xe và gàu xích. Máy nhiều gàu nạo vét dưới nước để đào đất hoặc vật liệu xây dựng ở dưới nước và đổ vào phương tiện vận chuyển. Trong công tác thủy nông cải tạo đất, bộ phận công tác của máy nhiều gàu nạo vét dưới nước được sử dụng với tính chất là thay bộ phận công tác của tàu hút bùn, còn bản thân là loại máy độc lập ít dùng.



Hình 6-25. Máy đào đất nhiều gầu

A- Kiểu bánh xe: a) Hình dạng tổng quát; b) Bộ phận đào

(1. Lưỡi dao cắt đất; 2. Lưỡi nạo đất; 3. Guồng xoắn ốc)

B- Kiểu xích: a) Hình dạng tổng quát; b) Mặt cắt của rãnh: 1. Đầu máy kéo; 2. Cơ cấu nâng của bộ phận đào; 3. Băng chuyển; 4. Gầu xúc đất; 5. Khung đỡ của bộ phận đào; 6. Phần tựa phía sau; 7. Tấm nạo đất; 8. Con lăn đỡ và tạo hướng; 9. Thùng quay.

I. Các loại máy đào đất nhiều gầu trên khô

Tuỳ theo phương pháp đào đất và vị trí của bộ phận công tác mà chia ra 3 loại : máy đào kiểu dọc, máy đào kiểu ngang và máy đào kiểu nhánh quạt. Máy đào kiểu dọc thường dùng đào rãnh, còn máy đào ngang và kiểu nhánh quạt - khai thác bãi vật liệu. Thông số chủ yếu của máy đào rãnh - chiều sâu lớn nhất của rãnh được tạo nên tính bằng m, còn đối với máy đào ở bãi vật liệu - dung tích hình học của gầu tính bằng lít.

a) Máy đào kiểu ngang (hình 6-25a)

Máy đào kiểu ngang là loại máy khi đào đất thì di chuyển bên cạnh khối đào, phương hướng di chuyển của gầu thẳng góc với phương di chuyển của máy. Đó là loại gầu xích, bộ phận di chuyển là bánh xe trên đường ray hoặc băng xích, dung tích gầu nhỏ 20, 30, 50 và 100 lít, chiều sâu đào đến 7m ; loại dung tích gầu 650 ÷ 4500 lít, chiều sâu đào từ 20 đến 60m.

Sự làm việc của máy đào nhiều gầu kiểu ngang được tiến hành bằng lát cắt song song. Khi bộ phận công tác hạ xuống đến lúc các gầu cắm sâu vào 1 lớp đất dày đã định trước của phối đất cần đào đi thì máy đào di chuyển song song với khối đào. Các gầu chuyển động dọc theo mái cắt đất, đưa đất lên và ở thời điểm thay đổi hướng chuyển động ở bộ phận đỉnh của giá gầu thì đất được đổ ra. Đất rơi vào băng chuyển và đưa về phía có công cụ vận chuyển hoặc vào bãi thải. Khi mà máy đi qua toàn bộ chiều dài của khối đào thì người ta dừng máy lại, hạ bộ phận công tác xuống 1 độ dày của lớp đất cần

đào và bằng hành trình ngược lại tiếp tục làm việc. Bằng chuyển động tiến lên và giật lùi dọc khối đào đất được chọn ứng với 1 vị trí đường di chuyển của máy trong phạm vi cho phép thiết bị công tác làm việc. Sau đó máy đào rời khỏi mép hố đào đến đường mới và tất cả thao tác được lập theo trình tự trên.

b) Máy đào kiểu nhánh quạt (hình 6-25b). Đó là loại gầu kiểu bánh xe. Khi đào đất máy đào đứng tại chỗ, còn bộ phận công tác thực hiện chuyển động quay quanh trục bánh xe và chuyển động nhô ra theo cung của vòng tròn được tạo nên từ tâm quay của bộ chuyển động. Đất sau khi bị gầu xúc vào sẽ qua bộ phận dẫn hướng trong bánh xe được đổ ra băng chuyển có phễu hướng 2 và di chuyển đến băng chuyển dỡ tải 5, từ đó chuyển qua băng chuyển trung gian đi động 6, đổ vào bãi thải hoặc vào công cụ vận chuyển. Sau khi lấy xong một lớp đất trong phạm vi của góc quay bộ phận công tác được hạ xuống một chiều cao của lớp đất cần đào và bắt đầu cho quay bộ phận công tác theo phương ngược lại. Tức là tiến hành khai thác trên toàn bộ chiều cao của khoang đào. Sau đó bộ phận công tác nhờ sự di chuyển của cả máy được cắm vào suốt chiều dày lớp đất cần đào và quá trình khai thác đất được lập lại. Sau khi đào xong khoang đào trong phạm vi cho phép bộ phận công tác làm việc ở 1 vị trí, máy đào dịch chuyển sát thành khoang đào đứng ở vị trí mới.

So với máy đào kiểu ngang thì máy đào kiểu quạt cùng 1 năng suất có khối lượng ít hơn $15 \div 20\%$ và năng lượng sử dụng giảm $30 \div 40\%$.

Trong thời gian gần đây máy đào kiểu quạt bắt đầu được sản xuất trên cơ sở của máy đào 1 gầu với dung tích gầu $0,65 \div 1\text{m}^3$.

c) Máy đào kiểu dọc

Khi đào đất thì máy di chuyển theo tuyến của khối đào, phương di chuyển của gầu thống nhất với phương di chuyển của máy. Loại gầu xích di chuyển bằng bánh lốp - đào rãnh sâu 1,25 ; 1,6 ; 2,0m và loại di chuyển bằng xích - đào sâu 1,6 ; 2,0 ; 2,5 ; 4,0 ; 6,0m. Loại gầu bánh xe di chuyển bằng bánh lốp - đào rãnh sâu 1,25m và di chuyển trên xích - đào sâu 1,25 ; 2,0 ; 2,5m. Đối với loại gầu xích thì khi đào đất, xích có gắn gầu chuyển động. Bằng cách xuống từ từ của giàn gầu, bộ phận công tác cắm đến độ sâu cần thiết. Sau đó đưa cơ cấu chuyển động vào hoạt động. Cùng đồng thời chuyển động của máy đào dọc theo trục của rãnh và chuyển động của các gầu trên giàn gầu hướng vào thân máy từ trên xuống thì việc đào đất được thực hiện. Mỗi một lần đi qua thì rãnh được đào toàn bộ chiều sâu và chiều rộng bằng chiều rộng các gầu. Gầu đào từng lớp đất mỏng. Đất được gầu xúc vào sẽ di chuyển lên trên. Đến vị trí uốn của trục dẫn trên thì gầu nhả đất vào phễu. Từ phễu đất được đưa tới băng chuyển đặt vuông góc với trục dọc của máy. Băng chuyển có thể chuyển động về phải hoặc trái đối với trục dọc của máy đào để cho phép đổ đất về các phía bất kỳ của rãnh.

Bảng 6-8. Các thông số chủ yếu của máy đào rãnh

Loại	Dung tích gàu, (lít)	Chiều sâu đào, (m)	Năng suất, (m ³ /giờ)	Khối lượng, (tấn)	Công suất động cơ, kW (mã lực)
ЭТЛ-205	-	2,00	50	22,3	80(108)
ЭТЛ-354А	45	3,5	140 ÷ 160	12,3	40(54)
ЭТЛ-402	-	4,00	-	18	81(110)
ЭТЛ-161	-	1,60	đến 100	4,25	37(50)
ЭР-7А	65, 80, 90		600 ÷ 670	24,4	80(108)

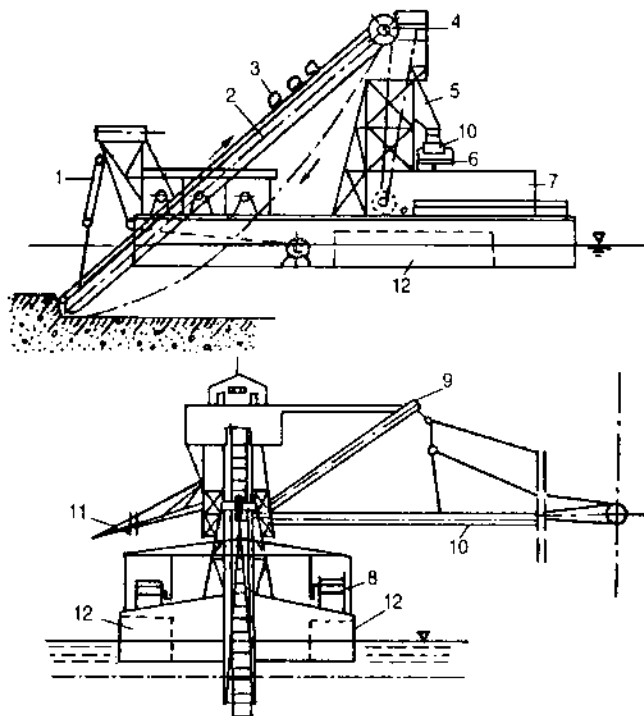
Loại máy đào gàu xích di chuyển trên xích.

Đối với loại gàu bánh xe thì khi quay bánh xe có gắn gàu (thông thường qua bộ truyền xích hoặc động cơ thủy lực) và chuyển dịch cả máy đào theo trục của rãnh, đồng thời cắt đất và khi chuyển dịch lên trên đã đẩy đất.

II. Các loại máy nhiều gàu đào dưới nước (tàu cuốc)

Tàu cuốc là một thiết bị đào đất kiểu nhiều gàu lắp trên tàu hay xà lan dùng để đào bãi bồi lòng sông, khai thác cát sỏi ở dưới nước. Cấu tạo của nó bao gồm các bộ phận chủ yếu là : giá gàu, dây xích, phễu đổ vật liệu, băng chuyển v.v... tàu cuốc không thể tự nó di động được, khi đào đất nhờ có lực kéo của dây neo và ròng rọc ở hai bên đầu tàu khiến cho tàu tiến về phía trước hoặc qua phải, qua trái. Vật liệu đào lên được thông qua băng chuyển để chuyển đến công cụ vận chuyển.

Trong quá trình công tác của tàu cuốc, các động tác : đào đất, vận chuyển đất và di chuyển tàu được tiến hành cùng một lúc. Do đặc điểm của đất sét là xúc dễ chảy nhưng đổ khó sạch nên thường dùng loại gàu năng,



Hình 6-26. Sơ đồ cấu tạo tàu cuốc kiểu bánh xích

1. Dây cáp nâng hạ tàu; 2. Giá gàu; 3. Gàu; 4. Bánh xe chủ động của guồng xích; 5. Phễu đổ vật liệu; 6. Mâm quay; 7. Phòng máy; 8. Trục quay; 9. Thanh treo băng chuyển; 10. Băng chuyển; 11. Máng dẫn nước; 12. Thùng nước cân bằng.

miệng to. Ngược lại đất cát thì xúc khó đẩy nhưng dễ sạch nên thường dùng loại gàu sâu, miệng nhỏ (hình 6-26).

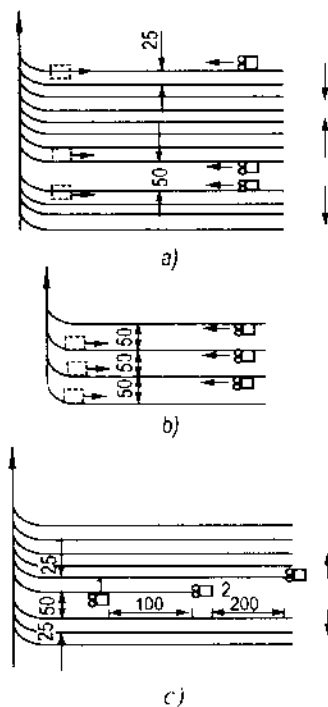
Năng suất của tàu cuốc quyết định bởi tốc độ chuyển động của guồng xích, tính chất của đất, dung tích của gàu và độ dày lớp đất đào. Bảng 6-9 giới thiệu một số tính năng công tác của tàu cuốc.

Khi tàu cuốc tiến hành công tác trên bãi bồi thì việc bố trí đường vận chuyển và phương pháp đào đất là những vấn đề tương đối quan trọng. Sau đây giới thiệu 3 phương pháp bố trí thường gặp.

a) *Phương pháp đào thứ nhất.* Ở một phía đường vận chuyển chính bố trí rất nhiều đường nhánh song song với nhau. Cự ly giữa các đường nhánh căn cứ vào chiều dài của băng chuyển đổ đất để xác định. Đầu tiên đào một bên đường nhánh, vật liệu đào ra được chuyển vào băng chuyển và trực tiếp đổ vào công cụ vận chuyển đứng ở trên đường nhánh. Trong quá trình đào sẽ lần lượt tháo dỡ và di chuyển các đường nhánh, đến cuối cùng chỉ còn lại một nền đường (hình 6-27a).

b) *Phương pháp đào thứ hai:* Bố trí khoảng cách giữa các đường nhánh so với phương pháp đào thứ nhất tăng lên gấp đôi. Khoảng giữa hai đường nhánh tàu tiến hành đào 2 lần, lần lượt đổ đất ra 2 bên và không đào mất nền của đường nhánh (hình 6-27b). Ưu điểm lớn nhất của phương pháp này là diện công tác tương đối rộng, có thể phối hợp với nhân công và các máy đào đất khác, thiết bị trên đường nhánh được cố định, phí tổn dịch chuyển ít, khuyết điểm là khối lượng đào được tương đối ít, thể tích nền đường còn lại rất lớn.

c) *Phương pháp đào thứ ba:* Khoảng cách giữa các đường nhánh trong phương pháp này cũng giống phương pháp thứ nhất, khi đào thì dùng 2 tàu, 1 tàu đi sau, tàu thứ nhất đào được một khoảng cách nhất định thì tàu thứ hai bắt đầu đào, tàu đi sau sẽ đào đường nhánh mà tàu đi trước đã dùng (hình 6-27c). Ưu điểm của phương pháp này là có thể đào được khối lượng lớn, so với phương pháp thứ nhất thì nền đường lưu lại ít, khuyết điểm lớn nhất của nó là khi tàu đi trước bị trở ngại, ngừng việc thì tàu đi sau cũng bị ảnh hưởng theo và buộc phải ngừng lại.



Hình 6-27. Các phương pháp đào bãi bồi của tàu cuốc kiểu gàu xích
a) Phương pháp đào thứ nhất;
b) Phương pháp đào thứ hai;
c) Phương pháp đào thứ ba.

Bảng 6-9

Thông số	Đơn vị	Thể tích gàu (lít)			
		25	50	100	44
Năng suất lý thuyết	m ³ /giờ	25	50	100	120
Độ sâu đào: Độ sâu tiêu chuẩn	m	2,5	6,0	8,0	3,5
Độ sâu lớn nhất	m	3,0	8,0	10,0	6,5 ÷ 7
Chiều dài băng chuyên	m	8 ÷ 10	15	-	16
Kích thước của tàu: Dài	m	7,0	14,0	20,0	20,0
Rộng	m	3,0	5,0	5,0	7,0
Cao	m	1,0	1,5	1,5	1,8
Chiều sâu ngập nước	m	0,5	0,65	0,8	0,8

III. Năng suất của máy đào nhiều gàu

1. Năng suất lý thuyết : được tính toán khi làm việc liên tục, số lần đổ ra theo khả năng là tối đa và hoàn toàn đầy gàu và biểu thị bằng khối lượng tối xộp của đất đào trong 1 giờ làm việc. Năng suất đó có thể xác định theo công thức sau :

$$\Pi_k = \frac{3,6v_k q}{l} = 0,06nq, (m^3/\text{giờ}) \quad (6-46)$$

Trong đó :

v_k - tốc độ chuyển động của gàu. (m/sec);

l - bước của gàu - khoảng cách giữa các gàu trên giá xích, (m);

q - dung tích của gàu, (lít) ;

n - số lần đổ ra của các gàu trong 1 phút.

$$n = \frac{60v_k}{l} \quad (6-47)$$

2. Năng suất kỹ thuật. Là năng suất tính cho 1 giờ làm việc ở dạng đất chặt. Thuận tuy làm việc có nghĩa là máy đào không bị dừng lại, trở ngại và gián đoạn. Năng suất đó được xác định theo công thức :

$$\Pi_T = 0,06nq \frac{K_H K_m}{K_p}, (m^3/\text{giờ}) \quad (6-48)$$

Trong đó :

K_H - hệ số đầy gàu, thuộc vào tính chất đất vào chiều dày phơi đất bị cắt;

K_m - hệ số đào khó ;

K_p - hệ số tối xộp của đất trong quá trình đào.

3. Năng suất thực tế. Đó là năng suất của máy đào tính cho 1 ca hoặc 1 giờ làm việc trong đất ứng với loại đất đã định, có xét đến sự dừng lại, trở ngại và gián đoạn. Năng suất được xác định theo công thức :

$$\Pi_s = 0,06qnK_BK_z, \text{ (m}^3\text{/giờ)} \quad (6-49)$$

Trong đó :

K_B - hệ số sử dụng thời gian làm việc, lấy bằng $0,7 \div 0,9$;

K_z - hệ số ảnh hưởng của đất (bảng 6-10).

**Bảng 6-10. Giá trị trung bình của các hệ số đối với máy đào nhiều gầu
(theo H. Ломоносов)**

Loại đất	K_H	K_m	K_p	Hệ số chung ảnh hưởng của đất $K_z = \frac{K_m \cdot K_H}{K_p}$
I	1,05	1,00	1,15	0,91
II	1,00	0,95	1,20	0,79
III	0,90	0,80	1,25	0,58
IV	0,85	0,70	1,30	0,45

Chú thích : Khi làm việc dưới nước thì K_H giảm đi và lấy trong phạm vi $0,75 \div 0,90$ trị số nêu ở bảng 6-10.

§6.5. MÁY CẠP

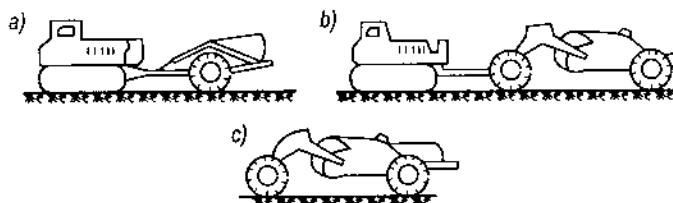
Máy cạp cũng như máy ủi, máy san v.v... là loại máy mà bộ phận công tác khi đào đất thì di chuyển đồng thời cùng với sự chuyển động của máy. Máy cạp có thể sử dụng một cách tổng hợp: đào, vận chuyển, rải, san và đầm nén. Vì vậy máy cạp được dùng rộng rãi trong xây dựng thủy lợi như đào lớp đất màu trong nền của công trình đất, bóc lớp phủ trên bãi vật liệu, đào các kênh và hố móng tương đối không sâu, đắp đập đất, san đáy và mái kênh. Máy cạp đạt được hiệu ích lớn nhất khi làm việc trong đất mềm đồng chất có độ ẩm trung bình. Nhược điểm của máy cạp là thực tế không có khả năng làm việc trong các hố móng sâu và mặt bằng không lớn, hình dạng phức tạp; đoạn đường di chuyển đất tương đối không xa ; không có khả năng làm việc trong các khối đào ngập nước, khả năng làm việc bị hạn chế khi gặp đất nặng.

I. Phân loại và tính năng công tác của máy cạp

Những bộ phận chủ yếu của máy cạp là : thùng cạp (bộ phận công tác), bộ phận di chuyển, cơ cấu điều khiển thùng cạp và đối với máy cạp dạng rơmoóc thì thêm trục nối với máy kéo.

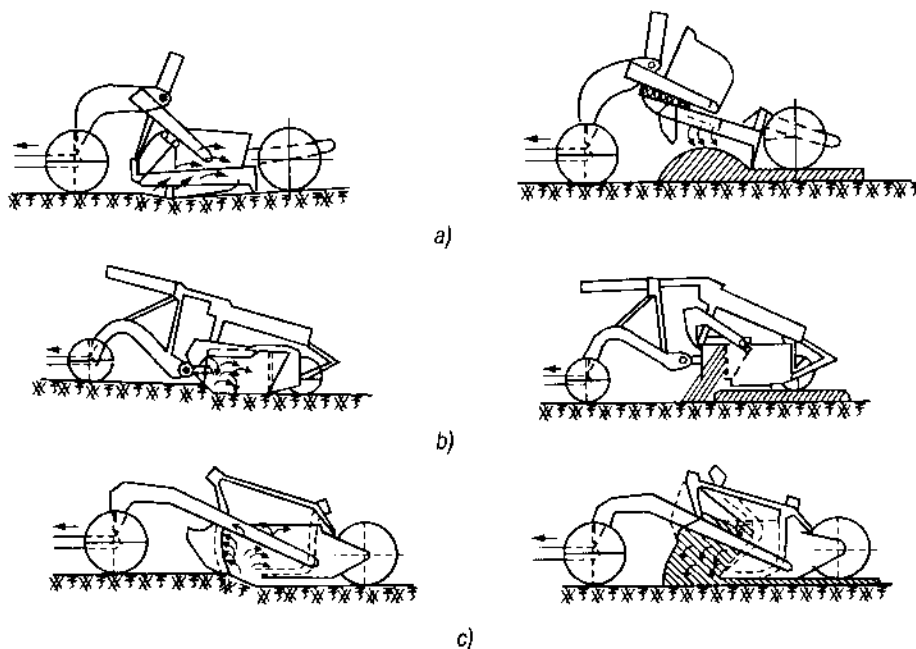
Tuỳ theo dung tích của thùng cạp mà chia ra loại máy cạp có dung tích nhỏ (tối 3m^3) và trung bình (từ $3 \div 6\text{m}^3$) và loại lớn (từ $8 \div 10\text{m}^3$ và hơn nữa). Ngày nay đang sản xuất máy cạp có thùng cạp với dung tích 46m^3 .

Tuỳ theo phương pháp kéo mà chia máy cạp thành loại rơmoóc, bán rơmoóc và tự chạy (hình 6-28). Loại rơmoóc thường dùng máy kéo bánh xích C-80, C-100, C-140 v.v... với tốc độ lớn nhất đến 10 km/giờ . Loại rơmoóc thích hợp đoạn với đường vận chuyển $600 \div 900\text{m}$, còn bán rơmoóc - đoạn đường xa hơn ($2 \div 4\text{km}$).



Hình 6-28. Phân loại máy cạp theo phương pháp kéo
a) Loại rơmoóc; b) Loại bán rơmoóc; c) Loại tự chạy.

Dựa theo phương pháp đổ đất của thùng cạp chia ra: loại đổ đất cưỡng bức, nửa cưỡng bức và tự do (hình 6-29).



Hình 6-29. Các phương pháp đổ đất của máy cạp
a) Loại đổ tự do; b) Loại đổ cưỡng bức; c) Loại nửa cưỡng bức.

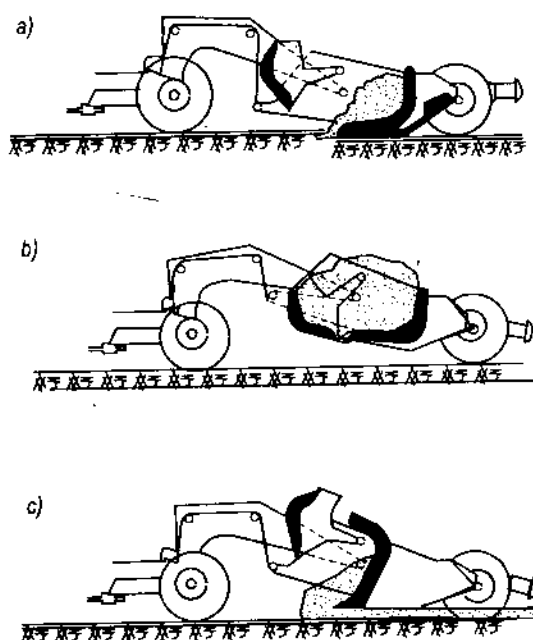
Dựa theo cơ cấu điều khiển thùng cạp lại chia ra : điều khiển bằng thuỷ lực và điều khiển bằng dây cáp.

Bảng 6-11. Một vài đặc trưng kỹ thuật của một số loại máy cạp

Các thông số làm việc	Máy cạp kiểu romoóc cùng với máy kéo bánh xích			Máy cạp bán romoóc nối 1 trục			
	I-541	I-374	I-523	I-511	I-567	I-392	I-357
Tốc độ lớn nhất của máy kéo, km/giờ	10,6	9,6	12	19	41,4	46,5	40
Dung tích thùng cạp, m ³	3	8	10	15	10	15	9
Chiều rộng cắt đất, m	1,9	2,59	2,8	2,9	2,9	2,9	2,2
Chiều sâu cắt đất, m	0,15	0,32	0,3	0,5	0,3	0,35	0,3
Khoảng cách giữa 2 bánh xe lúc vận chuyển, m	3,5	5,15	6	7,16	7	-	6,2
Chiều rộng để quay máy 180°, m	5,5	7	7,5	10,5	-	-	9,25
Trọng lượng máy cạp, tấn	2,29	6,6	8	15,45	10,4	14	10,2

Máy cạp đào đất theo từng lớp ngang hoặc hơi dốc (tối 1: 4). Nguyên tắc làm việc của máy cạp và cấu tạo của nó nêu rõ trên hình 6-30.

Khi cạp đất thì dùng cạp hạ xuống và dưới tác dụng của trọng lượng bản thân, lực kéo của máy kéo, cắt vào đất bằng lưỡi dao, và qua một hành trình thì cắt một phoi đất chứa đầy thùng cạp. Sau khi thùng cạp đã đầy thì hạ tấm chắn miệng thùng cạp xuống, và nâng thùng cạp lên, đồng thời vận chuyển đất đến vị trí đổ. Theo một trong những phương pháp đổ đất là thùng cạp được nghiêng về phía trước, tấm chắn ở miệng thùng cạp kéo lên hết cỡ. Đất đổ ra được san bằng dao của thùng cạp. Chiều dày của lớp đất đổ ra được điều chỉnh bằng vị trí đáy của thùng cạp. Tính hiệu ích của việc sử dụng máy cạp và chiều dài vận chuyển đất. Giá thành đào 1m³ đất máy cạp phụ thuộc chiều dài chở đất.



Hình 6-30. Nguyên tắc làm việc của máy cạp
a) Cạp đất; b) Vận chuyển đất; c) Đổ đất.

II. Thi công bằng máy cạp

Máy cạp đào đất theo từng lớp có chiều dày tới 30 cm. Đất cấp I và II khi đào không cần xới trước. Các đất xếp chặt, đất có lẫn rễ cây của lớp thực vật, đồng thời loại á sét nặng và sét cấp III và IV phải được xới trước.

Tuỳ theo cấp đất mà sử dụng các sơ đồ cạp đất khác nhau. Chiều dài của đoạn cạp đất bằng thùng cạp phụ thuộc vào dung tích của thùng, trạng thái của đất, độ ẩm và có thể xác định một cách gần đúng theo công thức sau :

$$l_{II} = \frac{qK_B K_\pi}{bhK_p K_c} \quad (6-50)$$

Trong đó :

q - dung tích của thùng cạp ;

K_π - hệ số xét đến việc rơi vãi đất ($1,2 \div 1,5$) ;

K_c - hệ số xét đến tính không đều của chiều dày phoi đất ($0,7$);

b - độ rộng của lưỡi dao ;

h - chiều dày phoi đất.

Trong thực tế khi dung tích thùng cạp 2,25 - 2,75 ; 6 - 8 ; 10 - 12 và 15 - 18m³ thì chiều dài của đoạn cạp đất khoảng 12 - 14 ; 18 - 22 ; 26 - 28 và 35 - 38m.

Để giảm chiều dài của đoạn mà thùng cạp có thể lấy đầy thùng thì cần phải xới đất trước khi cạp.

Thùng cạp có thể đổ đất ra bằng cách lật nghiêng thùng về phía trước hoặc phía sau (gọi là phương pháp đổ tự do), hoặc bằng cách đẩy tám chắn phía sau của thùng cạp về phía trước (đổ cưỡng bức) và đổ qua khe hở phía dưới (đổ nửa cưỡng bức).

Chiều dài của đoạn đổ đất với chiều dày lớp đất rải là h_p có thể xác định theo công thức :

$$l_p = \frac{q.K_{II}}{b.h_p} \quad (6-51)$$

Hệ số đẩy gàu K_{II} của máy cạp phụ thuộc vào tính chất của đất. Như vậy, đối với cát khô $K_{II} = 0,6 \div 0,7$, cát ẩm 12% thì $K_{II} = 0,7 \div 0,9$, đối với á cát và á sét trung $K_{II} = 0,8 \div 0,9$ và đối với á sét nặng và sét $K_{II} = 0,6 \div 0,8$.

Sơ đồ chuyển động của máy cạp khi đào đất cần thoả mãn : quãng đường vận chuyển đất là nhỏ nhất, thùng cạp chứa được nhiều đất nhất, độ dốc của đường ra và đường vào trong phạm vi cho phép. Trong công tác đất có các hình thức bố trí làm việc của máy cạp như sau :

1. Theo hình enlip ngang (hình 6-31 a) ;

2. Theo hình enlip dọc (hình 6-31b) ;

3. Theo hình số 8 (hình 6-31c) ;

4. Theo đường gãy khúc (hình 6-31d).

Sơ đồ enlip ngang được áp dụng để đào kênh hoặc hố móng có mái không dốc quá 1 : 6, đảm bảo cho máy hoạt động được. Thùng cạp lấy đất khi máy chạy vào phía này và phía kia, đảm bảo đoạn chạy không tải là ngắn nhất và yêu cầu mỗi một chu kỳ chỉ một lần quay 180°. Nếu chiều rộng khối đào nhỏ hơn chiều dài cạp đất thì việc lấy đất được tiến hành dọc theo trục kênh.

- Sơ đồ enlip dọc được áp dụng khi đào kênh sâu với mái dốc lớn. Ở đây mỗi một chu kỳ phải thực hiện 2 lần quay 180°, đó là nhược điểm của sơ đồ.

Để máy cạp làm việc có hiệu ích thì đường đi ra có các độ dốc không vượt quá $12 \div 15\%$, còn các đường vào có độ dốc tới 30%. Các đường ra thông thường đặt ở góc $30 \div 60^\circ$, còn đường vào - theo đường thẳng hoặc một góc nghiêng nhỏ so với trục kênh. Khoảng cách nhỏ nhất giữa các đường vào và ra ($50 \div 150\text{m}$), đảm bảo cạp được đất.

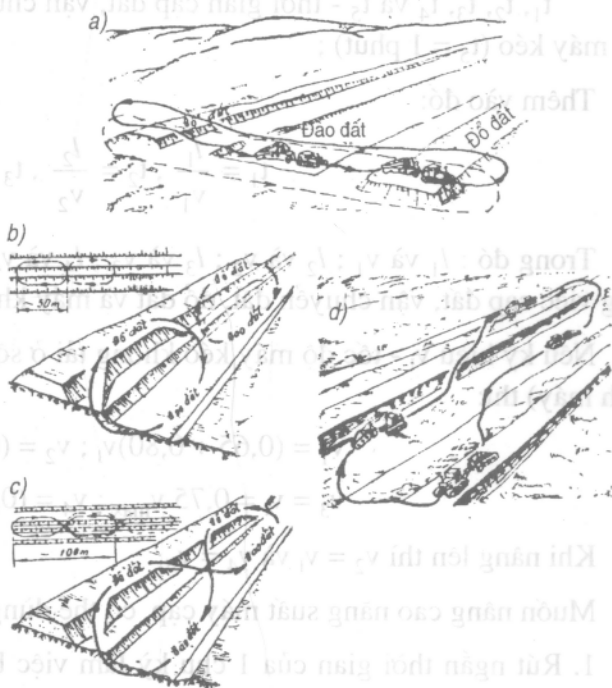
Khi làm việc theo hình enlip, máy cạp chỉ hoạt động ở 1 phía, phân di chuyển của máy cạp hỏng không đều. Để tránh tình trạng đó hướng chuyển động của máy cạp thay đổi không ít hơn 2 lần trong 1 ca.

- Chuyển động của máy cạp theo hình số 8 được áp dụng với khối đào sâu và rộng, khi khối đắp cao và khi san mặt bằng. Trong trường hợp này thì cứ một chu kỳ máy cạp có 2 lần cạp đất và đổ đất. Để bộ phận di chuyển hỏng đều máy cạp lần lượt quay theo các hướng khác nhau.

III. Năng suất của máy cạp

Năng suất kỹ thuật của máy cạp được xác định theo công thức:

$$\Pi_T = \frac{3600qK_H}{t_n K_P}, \quad (6-52)$$



Hình 6-31. Các sơ đồ chuyển động của máy cạp

còn năng suất thực tế - theo công thức

$$\Pi_D = \Pi_T K_B$$

Thời gian của 1 chu kỳ t_{II} bằng:

$$t_{II} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 n, \quad (6-54)$$

Trong đó :

n - số lần thay đổi tốc độ .

t_1, t_2, t_3, t_4 và t_5 - thời gian cạp đất, vận chuyển đất, đổ đất, trở về và thay đổi tốc độ máy kéo ($t_5 = 1$ phút) ;

Thêm vào đó:

$$t_1 = \frac{l_1}{v_1}, t_2 = \frac{l_2}{v_2}, t_3 = \frac{l_3}{v_3}, t_4 = \frac{l_4}{v_4},$$

Trong đó : l_1 và v_1 ; l_2 và v_2 ; l_3 và v_3 ; l_4 và v_4 - chiều dài và tốc độ tính toán tương ứng việc cạp đất, vận chuyển đất, đổ đất và máy không đất trở về.

Nếu ký hiệu v_1 - tốc độ máy kéo không tải ở số 1, v_{II} - ở số 2 và v_{max} - ở số 3 (theo lý lịch máy) thì:

$$v_1 = (0,65 \div 0,80)v_{II}; v_2 = (0,55 \div 0,75)v_{max};$$

$$v_3 = v_1 = 0,75 v_{max}; v_4 = (0,75 \div 0,85)v_{max}.$$

Khi nâng lên thì $v_2 = v_1$ và $v_4 = v_{II}$.

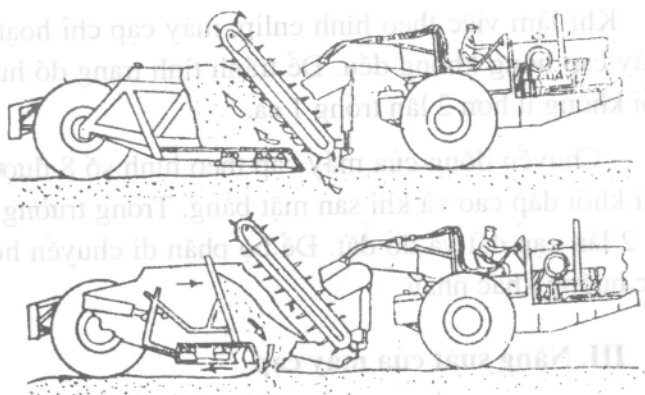
Muốn nâng cao năng suất máy cạp, có thể dùng các biện pháp sau :

1. Rút ngắn thời gian của 1 chu kỳ làm việc bằng cách tổ chức lại sự chuyển động của máy cạp sao cho đoạn đường giữa vị trí cạp đất và vị trí đổ đất là nhỏ nhất và tuyến đường đã chọn phải có số lần quay vòng là ít nhất ; đặc biệt chú ý đảm chặt và bảo đảm trạng thái của đường là tốt nhằm tăng tốc độ của máy cạp.

2. Khi quãng đường vận chuyển đất tăng lên thì cần chọn máy cạp có thùng cạp lớn.

3. Khi gặp đất cứng cần xới trước khi cạp.

4. Đặt vào thùng cạp các răng cắt đất và các dao cong, thêm băng chuyền để làm đầy thùng (hình 6-32).



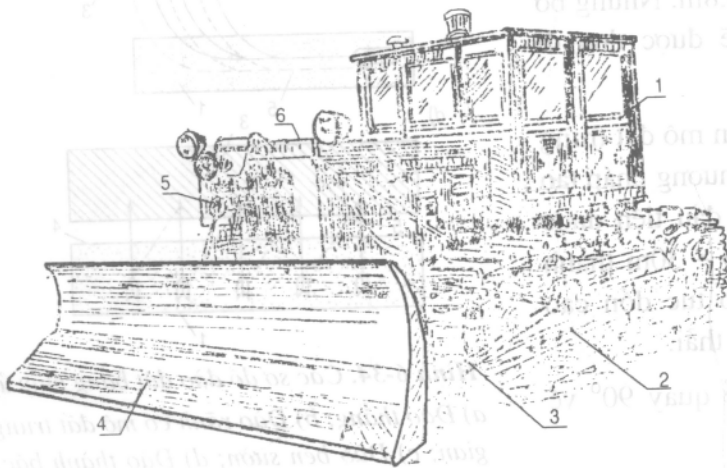
Hình 6-32. Máy cạp có gắn băng chuyền
a) Cạp đất; b) Đổ đất

5. Cạp đất khi chạy theo độ dốc $10 \div 15^\circ$, lấy đất vào thùng ở một vài vị trí hoặc lần lượt thay đổi độ cắm sâu của thùng cạp ; dùng cách xô đẩy.

§6.6. MÁY ỦI

Máy ủi là loại máy đào, vận chuyển đơn giản, cơ động và năng suất cao, dùng để đào đất theo từng lớp và di chuyển đi 1 khoảng cách từ $50 \div 100\text{m}$.

I. Cấu tạo và tính năng công tác của máy ủi



Hình 6-33. Sơ đồ cấu tạo của máy ủi

Bộ phận công tác của máy ủi là thiết bị treo vào máy kéo ở dạng lưỡi ủi có gắn dao cắt (hình 6-33).

Máy ủi được chế tạo trên cơ sở của các máy kéo với công suất 80, 100, 140 và 250 mã lực hoặc hơn nữa. Hiện nay ở nước ta còn dùng máy ủi gắn vào máy kéo JT - 54.

Khi làm việc độc lập máy ủi thường dùng để dọn lớp đất thực vật khi chuẩn bị nền đập ; san mặt bằng và các mái xoải của kênh (có độ dốc $1 : 1,7$ và xoải

hơn) ; đào kênh bằng hành trình ngang ; dùng ngay đất đắp ở bên cạnh để tạo khối đập ; làm đường trên sườn dốc ; bóc lớp phủ ở bãi vật liệu ; chuyển và san bằng đất ở bãi thải do máy đào gàu xúc đổ ra v.v...

Khi phức hợp với các máy khác thì máy ủi được dùng : trong bãi thải khi khai thác khối đào bằng gàu dây ; để san bằng trong khối đắp đất do xe tự đổ chở đến (trước khi đầm) ; khi dọn khoang đào của máy đào gàu xúc và dọn đá tảng trong gàu của máy đào. Bên cạnh đó máy ủi còn dùng để dọn đất để xây dựng (làm đổ cây, nhổ rễ cây, dọn các bụi cây, các đá lớn v.v...).

Theo kết cấu lưỡi ủi và phương pháp gắn vào giá đỡ thì máy ủi được chia ra loại không quay được và loại vận năng (quay được). Ở loại thứ nhất lưỡi ủi có vị trí không đổi trên mặt bằng (vuông góc với trục máy kéo), ở loại thứ 2 lưỡi ủi có thể quay trên mặt bằng theo những góc 65° và trên mặt đứng nghiêng 8° .

Theo loại truyền dẫn thì chia ra loại điều khiển lưỡi ủi bằng thủy lực hoặc bằng dây cáp.

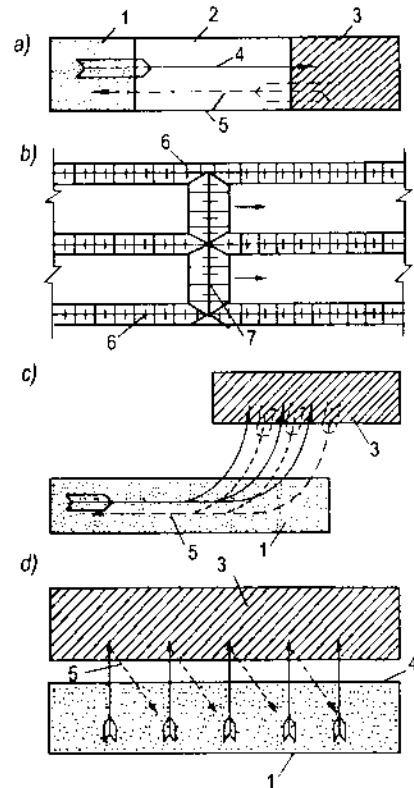
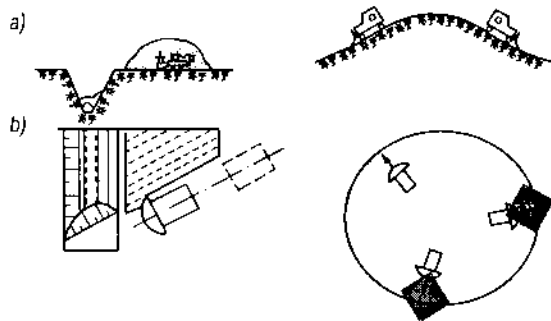
Các thao tác làm việc chủ yếu của máy ủi là : cắm dao vào đất, đẩy đất, nhả đất, kết hợp san bằng và trở về không tải (hình 6-34).

Việc đào và chuyển đất khi tạo thành khối đào được tiến hành bằng phương pháp tạo rãnh theo từng lớp, cụ thể là máy ủi di chuyển một vài lần trên cùng 1 dải đất để cắt đất và tạo nên rãnh có chiều sâu tới 1 ÷ 2m. Khi đẩy đất theo rãnh đó thì việc rơi vãi là ít nhất. Rãnh thứ hai và các rãnh tiếp theo được đào cách rãnh đầu tiên 0,5 ÷ 0,8m. Những bờ đất còn lại giữa các rãnh sẽ được dọn đi trước khi bắt đào lớp thứ hai.

Việc đào đất có thể tạo nên mô đất trung gian hoặc không. Cụ thể của phương pháp tạo nên mô đất trung gian là đất đầu tiên được chuyển đi một khoảng cách 25 ÷ 30m thành một đống đất trung gian, tiếp tục dón cao lên, sau đó chuyển tiếp đến bãi thải.

Khi đổ đất máy ủi có thể quay 90° về phía đổ đất.

Ngoài ra, khi cần san bằng, lấp rãnh, bạt đồi có thể dùng các phương pháp : kiểu thoi đưa, kiểu hình quạt, ủi dọc (hình 6-35).



Hình 6-34. Các sơ đồ đào đất bằng máy ủi
a) Đào thẳng; b) Đào rãnh có mô đất trung gian; c) Đào bên sườn; d) Đào thành bậc;
1. Đào đất; 2. Vận chuyển đất; 3. Đổ đất; 4. Hành trình làm việc của máy; 5. Hành trình không tải; 6. Các bờ đất giữa các rãnh; 7. Mô đất trung gian.

Hình 6-35. Các phương pháp ủi thoi đưa hình quạt

II. Năng suất của máy ủi

Năng suất thực tế của máy ủi khi khai thác khối đào kết hợp chuyển đất được xác định theo công thức:

$$\Pi_s = \frac{3600Bh^2}{t_{ck} 2K_{ptg\phi}} \psi K_B \quad (6-55)$$

Trong đó :

B - chiều rộng lưỡi ủi, (m);

h - chiều cao lưỡi ủi, (m);

φ - góc của mái tự nhiên của đất trong lúc chuyển đất ;

K_B - hệ số sử dụng thời gian của ca (0,85 ÷ 0,90) ;

$\psi = 1 - 0,005L$ - hệ số xét đến việc rơi vãi đất khi chuyển trên 1 khoảng cách L, m.

Thời gian của toàn bộ 1 chu kỳ t_{ck} tính theo sec được xác định theo công thức :

$$t_{ck} = \frac{l_1}{v_1} + \frac{L}{v_2} + \frac{L}{v_3} + t_0 \quad (6-56)$$

Trong đó :

l_1 - chiều dài đoạn đường cắt đất (6÷10)m;

v_1, v_2 và v_3 - các tốc độ tương ứng quá trình cắt đất, chuyển đất và trở về ;

t_0 - thời gian để sang số tốc độ của thao tác hạ và nâng lưỡi ủi, quay... (tối 30 sec).

Khi lưỡi ủi quay đi một góc γ so với trục dọc của máy kéo thì về phải của công thức (6-56) cần thêm vào đại lượng $\sin \gamma$. Năng suất thực tế của máy ủi gắn vào máy kéo C-140 và C-250 được nêu ở bảng (6-13).

Bảng 6-13

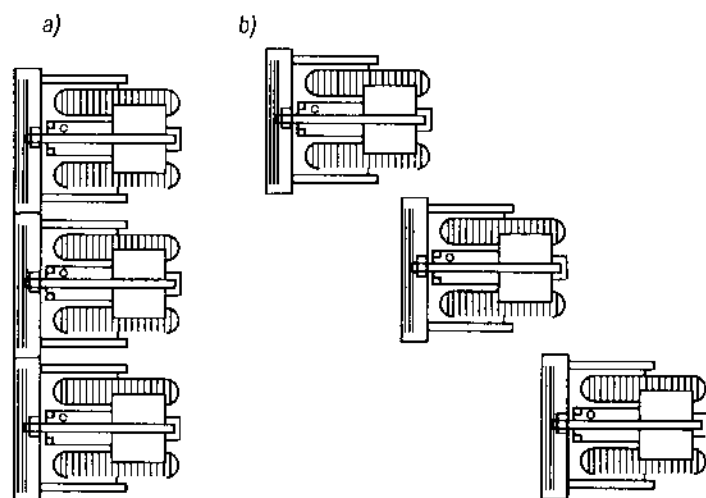
Máy ủi	Năng suất máy ủi, m ³ /ca ứng với cấp đất		
	I	II	III
Gắn vào máy kéo C-140	460	400	350
-nt- C-250	850	710	650

III. Các biện pháp nâng cao năng suất máy ủi

Để bảo đảm năng suất máy ủi nâng cao cần tăng khối lượng đất trước lưỡi ủi và đồng thời rút ngắn thời gian của 1 chu kỳ làm việc.

Trong thực tế tiến hành như sau :

1. Chuyển đất theo một độ dốc ;
2. Nên cho máy chạy giạt lùi không cần quay đầu lại, với tốc độ của hành trình trước và sau như nhau ;
3. Đối với đất nhẹ thì lắp thêm hai cánh sắt khum vào 2 bên lưỡi ủi, biến lưỡi ủi thành gàu xúc không đáy ;
4. Áp dụng cách đào kiểu rãnh để đất khỏi vương vãi hai bên ;
5. Liên kết 2 hay nhiều máy ủi cùng làm việc theo hàng ngang hoặc lệch nhau để giảm đất rơi vãi dọc đường do trôi sang 2 bên mép lưỡi ủi (hình 6-36).



Hình 6-36. Liên kết cùng máy ủi cùng làm việc

6. Chuẩn bị sẵn đất như tưới cho cát khô, xới đất bị xếp lớp chặt v.v...

7. Khi máy ủi làm việc trong đất chặt thì dùng phương pháp đào đất dần dần 2-3 vị trí (hình 6-37).

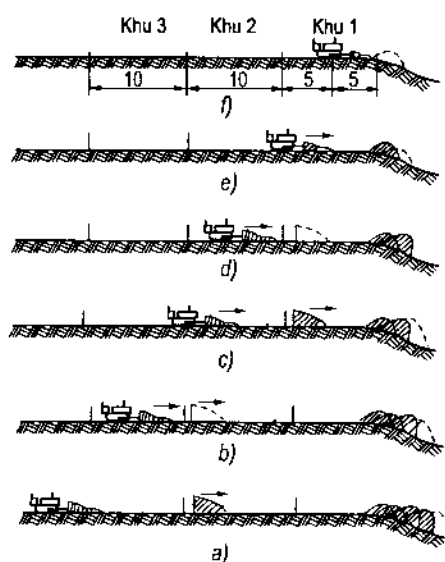
§6.7. KỸ THUẬT AN TOÀN KHI THI CÔNG BẰNG MÁY LÀM ĐẤT

I. Máy đào gàu xúc

Khi thi công đất bằng máy đào gàu xúc cần chuẩn bị khoang đào thật chi tiết. Cần đặt máy đào ở mặt bằng (không làm việc trên các độ dốc). Không cho bất cứ một người nào được đứng vào vùng hoạt động của máy đào trong thời gian máy làm việc.

Đường vận chuyển đến máy đào cần được giữ gìn, tu sửa và có độ dốc cho phép. Trong những trường hợp do điều kiện làm việc những độ dốc này lớn hơn độ dốc cho phép máy làm việc bình thường, thì cần dự trữ máy kéo. Khoang đào và đường vào khoang đào cần được chiếu sáng khi trời tối. Đường chờ đất cần đặt cách chân khoang đào một khoảng cách để tránh khi sạt mái (không được gần quá $1.5 \div 2m$).

Việc xúc đất vào ô tô chỉ có thể tiến hành sau khi lái xe ra khỏi buồng lái, đồng thời cấm đưa gàu qua nắp buồng lái : như thế việc xúc đất vào ô tô chỉ tiến hành ở phía sườn hoặc đuôi thùng xe ô tô.



Hình 6-37. Phương pháp đào đất bằng cách dần dần

Không cho phép máy đào làm việc dưới đường dây cao thế. Khi tồn tại khối đất treo cần phải đào đi. Khoảng cách máy đào đứng so với mép của mái đất khi đào đất thấp hơn mặt máy đứng cần phải gồm cả việc sụt mái ; trị số khoảng cách đó được tính toán để xác định. Không cho phép tập trung vật liệu ở trong phạm vi 0,5m tính từ mép khoang đào.

Khi đào hố móng hoặc rãnh gần công trình đã xây dựng, thí dụ khi làm móng chống thấm gần thân đập và nhà máy thủy điện cần bảo đảm sự ổn định của các công trình đó. Trong tất cả các trường hợp khi giải quyết vấn đề ổn định của mái khoang đào hoặc của hố móng cần xét đến trạng thái đất, điều kiện thể nằm của đất và vị trí mực nước ngầm.

Khi thi công bằng máy đào ở vùng đông dân hoặc ở những nơi người qua lại đông, các hố móng và rãnh sâu phải được rào ngăn lại, các đường biên của nó được chiếu sáng khi trời tối.

Nếu là đá, trước khi khai thác được nổ mìn làm tơi ra, thì máy đào phải đứng cách chỗ nổ một khoảng cách an toàn, hoặc phải làm giá chắn bằng gỗ tránh đá văng vào máy.

Trong thời gian nghỉ của máy đào một gàu (thậm chí thời gian nghỉ rất ngắn) cần chống của máy đào cần phải đưa ra khỏi khoang đào, gàu xúc hạ xuống đất và tắt động cơ điện.

Khi di chuyển máy đào cần chống đặt theo trạm chuyển động, gàu nâng lên cách mặt đất không quá 1m và kéo về phía cần chống. Độ dốc cho phép để máy đào di chuyển chỉ dẫn trong lý lịch máy. Di chuyển máy đào dưới đường dây đang có điện thế chỉ cho phép trong trường hợp nếu khoảng trống giữa đường dây và điểm đỉnh của máy đào không nhỏ hơn 2m.

II. Máy cạp và máy ủi

Trước khi đưa máy ra khỏi trạm người lái máy nhất thiết phải biết rõ tính bảo đảm về mặt kỹ thuật của rơmoóc, thiết bị treo và lực kéo. Chuyển động dọc của máy trên khối đắp cho phép cách mép mái không được nhỏ hơn 1m. Trong thời gian xả đất trên mái không cho phép đưa lưỡi gạt của máy ủi ra khỏi mép và máy chỉ có thể đậu ngoài giới hạn của khối đất trợt. Trên hành trình không tải các bộ phận công tác của máy cần đặt vào tư thế vận chuyển, còn trong thời gian ngừng làm việc phải tắt động cơ và hạ lưỡi ủi có dao xuống đất. Khi có một số máy cạp đồng thời làm việc thì khoảng cách giữa các máy nối tiếp nhau không nên nhỏ hơn 20m.

Để làm việc ban đêm các máy cần được trang bị các tín hiệu chiếu sáng, bảo đảm hiện trường thi công được thấp sáng còn trên các mép khối đắp và chỗ gián đoạn phải đặt các tín hiệu thấp sáng báo trước.

Không cho phép : máy cạp làm việc trên đất sét lúc trời mưa, lên dốc khi độ dốc vượt quá 25% và làm việc ở những sườn đồi với dốc ngang vượt quá 35°. Giới hạn an toàn của máy cạp chở nặng khi lên dốc không được vượt quá 15°, còn xuống dốc không quá 30°.

Chương 7

VẬN CHUYỂN ĐẤT

§7.1. CÁC HÌNH THỨC VẬN CHUYỂN

Tuỳ theo quãng đường vận chuyển, khối lượng và điều kiện làm việc có thể sử dụng các hình thức vận chuyển sau đây :

1. Vận chuyển bằng các dụng cụ thủ công ;
2. Vận chuyển bằng ô tô ;
3. Vận chuyển bằng máy kéo ;
4. Vận chuyển bằng đường ray (bao gồm cả đường ray rộng và đường ray hẹp) ;
5. Vận chuyển bằng băng chuyền ;
6. Vận chuyển bằng đường thuỷ.

Ngoài ra đối với vật liệu xây dựng khác còn dùng hình thức vận chuyển bằng đường cáp treo.

§7.2. VẬN CHUYỂN BẰNG ÔTÔ

Vận chuyển bằng ô tô là hình thức chủ yếu trong công tác vận chuyển đất. Vận chuyển bằng ô tô cho phép độ dốc của đường lớn, bán kính quay vòng nhỏ thích ứng với các điều kiện thường xuyên thay đổi của khoang đào. Thông thường sử dụng loại xe tự đổ có tải trọng từ $6 \div 40T$ và đổ đất ở bên sườn hoặc phía sau. Đôi khi dùng xe ô tô tự đổ kéo thêm $1 \div 2$ rơmoóc (đổ đất bên sườn) để chở đất. Cũng có công trường dùng xe tự đổ bán rơmoóc, tức là đầu kéo nối với thùng xe 1 trục đặt trên bánh hơi. Loại xe này có khả năng đi lại rất linh hoạt và dễ dàng quay vòng trong điều kiện chật hẹp so với ô tô tự đổ cùng trọng tải .

Sau đây giới thiệu một số loại xe đổ bên sườn có khả năng đi lại lớn và trung bình, loại xe tự đổ, loại xe tự đổ có gắn $1 \div 2$ rơ moóc.

I. Phân loại đường - nền đường - mặt cắt ngang tiêu chuẩn

Tuỳ theo địa hình cụ thể mà nền đường có thể là đắp hoặc đào .

Đường đắp có cấu tạo như hình 7-1

Nền đường cần phải ổn định và bảo đảm sự bền vững cần thiết của lớp phủ mặt đường. Mặt cắt ngang tiêu chuẩn của nền đường ô tô được biểu thị trên hình 7-2.

Bảng 7-1. Tính năng kỹ thuật của một số loại xe đổ ben sườn

Các thông số chủ yếu	Các loại xe có khả năng đi lại bình thường								Loại xe có khả năng đi lại cao						
	ГАЗ-56	ГАЗ-51Б	ГАЗ-51А	ЗИЛ-156	ЗИЛ-УРАЛ-355М	ЗИЛ-164	ЗИЛ-150	ЗИЛ-130	МАЗ-200	ГАЗ-63	МАЗ-502	ЗИЛ-157	УРАЛ-357Т	КРАЗ-214	КРАЗ-219 (ЛАЗ-219)
Tải trọng, tấn	1,5	2	2,5	3,5	4	4	4	4	7	2,25	4	4,5	5	7	12
Số bán trục và bánh xe chủ động	4-2	4-2	4-2	4-2	4-2	4-2	4-2	4-2	4-2	4-4	4-4	6-6	6-6	6-6	6-4
Tốc độ lớn nhất, km/giờ	80	70	70	60(75)	65(75)	85(65)	85(65)	85(65)	60	65	50	65	75	55	55
Bán kính lái vòng nhỏ nhất, m	-	8,1	8,1	-	8,0	8,0	8,0	8,0	10,0	8,5	7,5	11,2	-	-	11,2
Công suất động cơ, mã lực	70	56	70(62)	74(95)	90(97)	150(85)	150(85)	150(85)	120	70	135	108	180	205	180

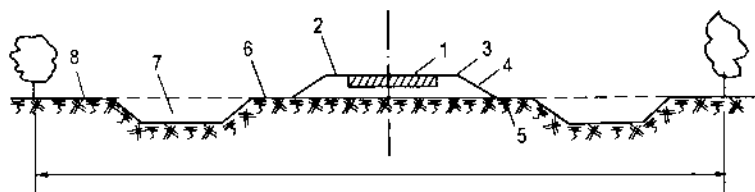
Các thông số chủ yếu	Bucegi 113	IFA W 50	S400-1	Csepel D 420	Csepel D 450	Tatra 138-S	Praga V3S	Praga							
Tải trọng, tấn	4,5	5,0	-	4,20	4,5	12,24	5,3	5,78							
Tốc độ lớn nhất, km/giờ	65	90	70	75	78	70	60	60							
Bán kính lái vòng nhỏ nhất, m	9,0	-	7,65	5,62	8,4	8,9	12,0	10,5							
Công suất động cơ, mã lực	140	110	90	85	95	180	95	110							

Bảng 7-2. Tính năng kỹ thuật của một số loại xe tự đổ

Các thông số chủ yếu	ГАЗ-93	ЗИЛ-585	КАЗ-600 КАЗ-600В	МАЗ-506	МАЗ-205	МАЗ-503	КРАЗ-222 ЛАЗ-222	ЛАЗ-218А	МО-А3-522	МАЗ-525 БАЗ-525	БЕ-ЛАЗ-540	БАЗ-530 БЕЛАЗ-548 АЗ-548	БЕ-ЛАЗ-5486	ДУМ-ПЕР	ЗИЛ-555
Tải trọng, tấn	2,25	3,5	3,5	6	6	7	10	10	16-18	25	27	40	65	6	5
Dung tích thùng xe, m³	1,65	3,4	2,4	3,9	3,6	5	8	8,4	9,1	14,3	15,3	22	36	3	3
Tốc độ lớn nhất, km/giờ	70	65	65	52	55	60	47	45	55	30	53	40/57	57	35	85
Công suất động cơ, mã lực	70	90	90	110	110	180	180	165	240-320	300	360	450-520	520	55	170
Bán kính lái vòng nhỏ nhất, m	-	8,1	-	-	9,2	7,5	-	-	-	-	-	-	-	-	7
Đổ đất	Đổ ở sau	Đổ ở bên	Đổ ở sau	Đổ ở bên	Đổ ở sau	Đổ ở bên	Đổ ở bên	Đổ ở bên	Đổ ở sau	Đổ ở sau	Đổ ở sau	Đổ ở sau	Đổ ở sau	Đổ ở sau	Đổ ở sau

Bảng 7-3. Tính năng kỹ thuật của loại xe có gắn rơ moóc

Các thông số chủ yếu của đầu máy	ГАЗ-51 ГАЗ-63Д	ЗИЛ-164Н КАЗ-120Г ₂	КАЗ-606	ЗИЛ-120Н	МАЗ-205А	МАЗ-200В	КРАЗ-221 (ЯАЗ-221)	МАЗ-525 Д	ЯАЗ-210 Д	ЯАЗ-210 Г	МАЗ-501
Tải trọng của bán rơmoóc và rơmoóc khi chuyển động trên đường, tấn	4	7	8	9,5	12	25	14	20	40	30	15
Công suất động cơ, mã lực	70	108	95	90	110	130	180	300	215	215	120
Tốc độ lớn nhất khi chở đầy, km/giờ	60	60	60	55	55	55	55	30	45	45	45
Trọng lượng ô tô lúc chưa chất tải, tấn	2,6	3,8	3,74	3,8	5,7	6,5	10,1	19	9,9	11,6	7,6



Hình 7-1. Các bộ phận chính của đường

1. Phần cho xe qua; 2. Lề đường; 3. Mép đường; 4. Mái đường;
5. Chân mái; 6. Thêm đường; 7. Rãnh thoát nước; 8. Viên đường.

Các mặt cắt ngang của đường ô tô phải thi công theo thiết kế. Mặt cắt ngang của đường đôi, thông thường là lồi, dốc theo 2 phía; đường đơn có thể dốc 1 phía.

Chiều rộng phần cho xe qua (m) được xác định tùy theo loại ô tô và cấp đường có thể xác định như sau:

Đối với đường đôi ngoài công trường cấp 1: từ $7 \div 10$; đối với đường trong công trường cấp 1 và đường ngoài công trường cấp 2: từ $6 \div 9,5$;

Đối với đường đơn cấp 3: từ $3,5 \div 5$.

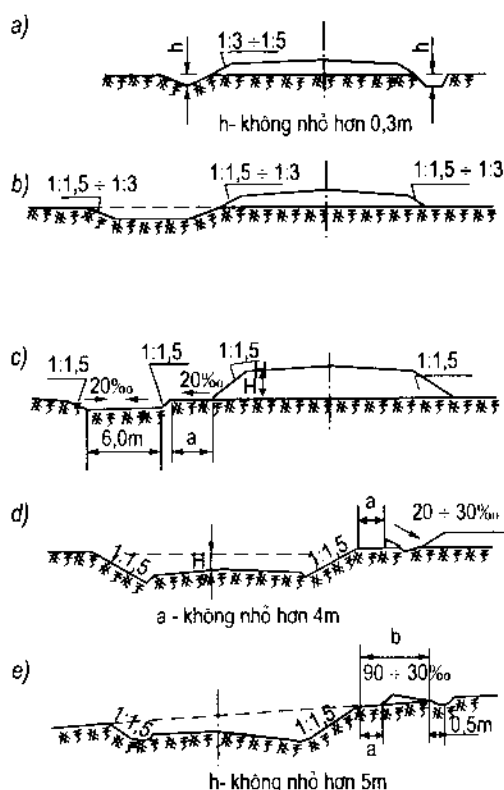
Chú ý : số liệu đầu dùng cho ô tô có chiều rộng tới 2,5m, số thứ 2 - tới 4m.

Chiều rộng lề đường ô tô: với đường cấp 1 là $1 \div 1,5$; cấp 2 là 2m và cấp 3 là $2,25 \div 2,75$ m.

Dốc ngang của phần cho xe qua phụ thuộc vào hình thức phủ mặt đường, dao động từ $15 \div 20\%$ (khi phủ bê tông xi măng và bê tông át phan) tới $30 \div 40\%$ (khi phủ bằng đất và đá) mặt đường. Để tăng ổn định của ô tô chuyển động, trên các đường vòng phải dốc vào phía trong của đường cong.

II. Mặt cắt dọc và tuyến đường ô tô

Vạch tuyến đường trên mặt bằng thành các đường nằm ngang, sau đó



Hình 7-2. Các mặt cắt ngang tiêu chuẩn của nền đường ô tô

- a) Khi chiều cao đắp nhỏ hơn 0,6m (với rãnh hình lòng máng hoặc tam giác); b) Khi chiều cao đắp $0,6 \div 1$ m (bằng cách đào phần dẹt trừ hoặc chở đất đến để đắp); c) Khi chiều cao đắp $1 \div 6$ m (bằng đất bụi, á sét và sét) và $1 \div 8$ m (bằng đất cát và á cát); d) Trong khối đào sâu 1-12m không phải là sườn núi; e) Trọng khối đào sâu hơn 1m ở sườn núi.

điều chỉnh cục bộ, có xét các bán kính cong cho phép trên mặt bằng và các độ dốc lớn nhất.

Bán kính cong trên mặt bằng tùy theo tốc độ tính toán trong địa hình mà quyết định.

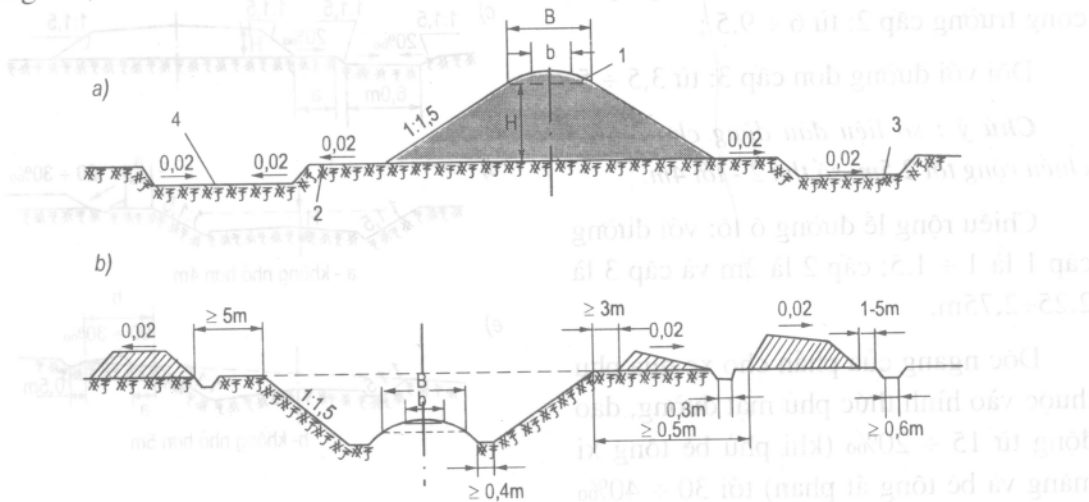
Để xây dựng mặt cắt dọc cụ thể theo tuyến đường cần phải đo thẳng bằng của tuyến, còn trong giai đoạn thiết kế sơ bộ tiến hành lập mặt cắt trên mặt bằng theo các đường nằm ngang. Trên mặt cắt cụ thể đưa vào mặt cắt thiết kế dọc của đường.

Trên tuyến có thể gặp các đoạn lên dốc, xuống dốc và nằm ngang. Trong tất cả các trường hợp phải chọn dốc dọc không vượt quá 60% đối với ô tô không có rơ moóc và 40% đối với xe có rơ moóc. Trên các đường cấp 2 cho phép độ dốc 70% còn cấp 3 là 90%. Trong các điều kiện đặc biệt khó khăn các dốc dọc có thể tăng thêm 20%.

§7.3. VẬN CHUYỂN BẰNG ĐƯỜNG RAY

I. Nền đường ray

Chiều rộng mặt nền đường B phụ thuộc vào cấp đường và loại đường dưới nền đường. Độ dốc ở các mái khối đắp và khối đào được xác định tùy theo các tính chất của đất, điều kiện địa chất thủy văn, khí hậu, phương pháp thi công đã dự kiến, và tùy theo chiều cao khối đắp và chiều sâu khối đào. Các mái phổ biến nhất ứng với đất mềm thông thường 1:1,5.



Hình 7-3. Các mặt cắt ngang tiêu chuẩn của nền đường ray

Nước mặt xung quanh nền đường, được thoát ra từ khối đắp theo các rãnh hoặc các đoạn dự trữ còn ở khối đào được thoát ra bằng các rãnh ở ngoài đoạn dự trữ và rãnh sát lòng đường.

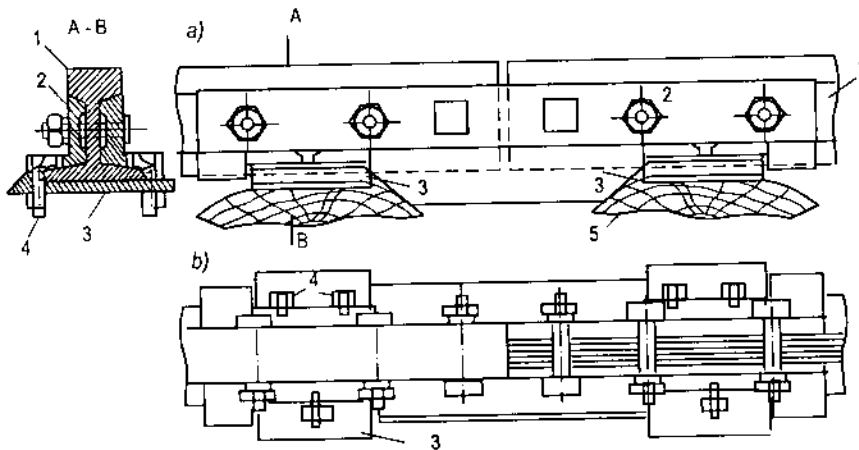
II. Cấu tạo mặt đường

Các loại ray chế tạo như sau : Đường ray tiêu chuẩn : P75, P65, P50, P43, P38 và P33; đường ray hẹp - P24, P18 và P15 (chữ số biểu thị trọng lượng của 1 mét dài thanh

ray, kg). Việc chọn loại ray phụ thuộc tải trọng trên trục của đầu máy, toa xe và tốc độ chuyển động, sự quay vòng chuyên chở hàng.

Các thanh ray được nối tiếp với các thanh tà vẹt (hình 7-4).

Tà vẹt có thể bằng gỗ hoặc bê tông cốt thép. Lớp phủ trên mặt đường có thể là sỏi, đá dăm, cát xỉ, kim loại, phế liệu của đá nghiền ra v.v... phủ kín diện tích trên của khối lãng trụ thoát nước và 1 phần mái của nó. Độ dày lớp phủ dưới tà vẹt gỗ từ $15 \div 30\text{cm}$, dưới tà vẹt bê tông bằng 40cm.



Hình 7-4. Gia cố và nối tiếp các thanh ray

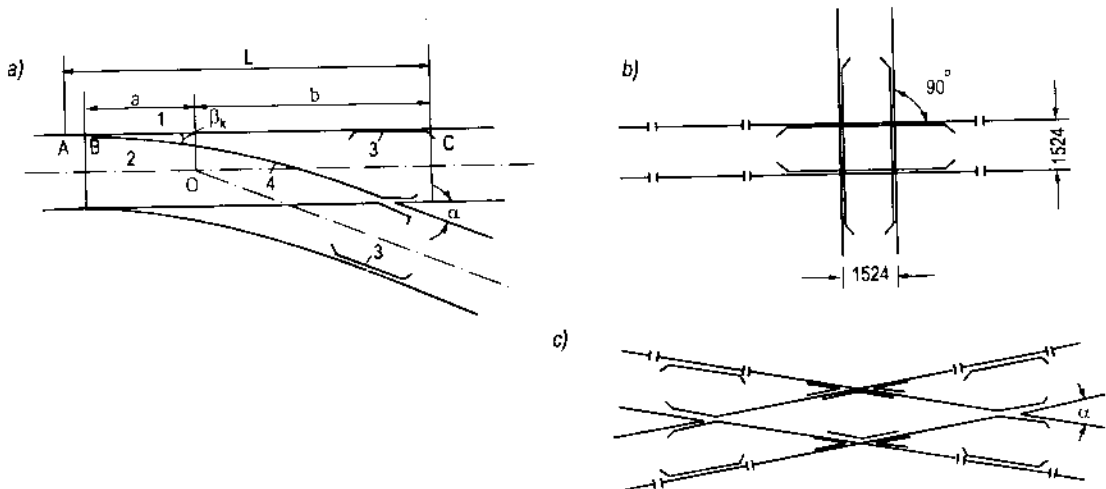
a) Hình bên; b) Mặt bằng;

1. Thanh ray; 2. Miếng ốp bên; 3. Đệm dưới; 4. Đinh móc; 5. Tà vẹt.

III. Các trạm riêng biệt của đường

Tuyến đường sắt được chia thành các đoạn riêng biệt với các trạm riêng biệt.

Mạng lưới đường sắt của công trường lớn có nhiều trạm dừng và tránh nhau.



Hình 7-5. Các sơ đồ của đường tránh

a) Với sự phân bố đường kiểu xuyên qua; b) Với các trạm tránh kiểu cắt

1. Đường chính; 2. Đường vào và ra.

Việc chuyển 1 đoàn xe từ đường này sang đường khác được thực hiện thông thường bằng cách bé ghi các đường giao nhau có thể chuyển sang đường khác.

Khi lượng vận chuyển hàng hóa lớn, sự đi lại của các đoàn tàu dày đặc thì phải bố trí thêm các chỗ tránh. Các chỗ tránh thêm có thể xác định theo các sơ đồ khác nhau, thí dụ theo sơ đồ biểu thị trên hình 7-5a. Trong các điều kiện chật hẹp (thí dụ trong các bãi vật liệu) đôi khi phải dùng sơ đồ cắt phân bố các đường tránh (hình 7-5b).

IV. Tổ chức đi lại trên các đường ray

Việc tổ chức đi lại của các đoàn tàu cần phải bảo đảm việc vận chuyển hàng hoá theo yêu cầu với việc sử dụng tối đa các phương tiện kỹ thuật sẵn có và bảo đảm an toàn cho sự đi lại. Số lượng lớn nhất của các đoàn tàu (hoặc các cặp đoàn tàu trên các đường đơn) với trọng lượng đã xác định, có thể đi qua đoạn đó trong khoảng thời gian tính toán (ca, ngày đêm) được gọi là khả năng đi lại của một đoạn đường.

Số lượng lớn nhất của tải trọng có thể chở qua đoạn đường đó trong suốt 1 ca hoặc một ngày đêm được gọi là khả năng vận chuyển.

Người ta xác định khả năng đi lại của một đoàn tàu theo thời gian hành trình trên đoạn đường khó nhất giữa hai trạm trong cả đoạn đường.

Số lượng lớn nhất của các cặp đoàn tàu có thể đi qua đoạn đường giữa 2 trạm đã biết của tuyến đường đơn trong 1 ngày đêm được xác định theo công thức:

$$N_1 = \frac{1440}{T} \quad (7-1)$$

Trong đó: 1440 - số phút trong một ngày đêm;

T - chu kỳ của đồ thị đi lại, phút.

Thời gian một chu kỳ của đồ thị đi lại của đoàn tàu:

$$T = \frac{60.2L}{v_{tb}} + t_c + t_k + t_{ct} \quad (7-2)$$

Ở đây :

L - khoảng cách giữa các trạm riêng biệt (các nhà ga, các đường tránh, các vị trí xem xét), km;

v_{tb} - tốc độ đi lại trung bình trên đoạn đường giữa 2 trạm, km/giờ; (đối với đường ray chuẩn : trên các đường ngoài 15÷30 km/giờ, còn trên các diện tích bên trong 15÷20 km/giờ đối với đường ray hẹp 12÷15 km/giờ);

t_c - thời gian chờ đợi nhau (khi liên lạc bằng điện thoại và khi theo hệ thống điện tín đ_c = 4 phút, khi theo hệ thống bán tự động tín hiệu đường sắt đ_c = 2 phút);

t_k - thời gian giãn cách (4 phút) ;

t_{ct} - thời gian cắt toa và làm chậm sự chuyển động của đoàn tàu (3 phút).

Đối với đường kép, số lượng đoàn tàu có thể đi qua đoạn đường trong 1 ngày đêm được xác định theo công thức:

$$N_2 = \frac{1440}{\frac{60L}{v_{tb}} + t_{ct} + t_t} \quad (7-3)$$

Trong đó :

t_t - thời gian tiếp theo nhau của các đoàn tàu (không ít hơn thời gian hành trình của 1 đoàn tàu trên đoạn đường).

Khả năng vận chuyển của đoạn đường với đường đơn được xác định theo công thức:

$$Q_1 = N_1 Qk \quad (7-4)$$

Trong đó :

Q - tải trọng của đoàn xe, tấn ;

k - hệ số sử dụng tải trọng của đoàn xe.

Khả năng chuyên chở đối với đường kép xác định theo công thức:

$$Q_2 = N_2 Qk \quad (7-5)$$

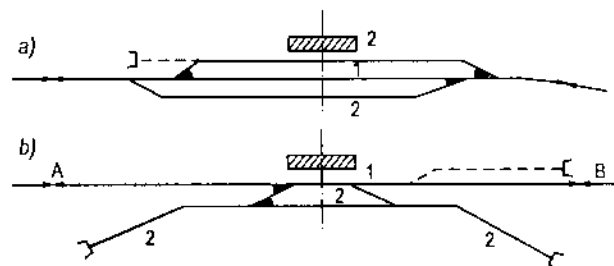
Chuyển động của các đoàn tàu cần phải được tiến hành chính xác theo đồ thị thảo ra phù hợp với tiến độ xây dựng.

Đồ thị chuyển động phản ánh đầy đủ sự đi lại của các đoàn tàu theo ghi chép và cho phép đánh giá về khả năng đi lại của đoạn đường.

Đồ thị chuyển động được xây dựng ở dạng mạng lưới, các đường nằm ngang tương ứng vị trí của các trạm riêng biệt còn các đường thẳng đứng tương ứng với khoảng cách thời gian (tính bằng giờ và phút) trong phạm vi một ngày đêm.

Sự đi lại của các đoàn tàu được thể hiện trên đồ thị bằng các đường thẳng nghiêng với đường nằm ngang theo các góc khác nhau, phụ thuộc vào tốc độ của đoàn tàu (tốc độ càng lớn góc nghiêng càng lớn). Tang của góc nghiêng của đường chuyển động của đoàn tàu đối với thời gian tương trưng cho tốc độ kỹ thuật trung bình của sự đi lại của đoàn tàu trên đoạn đường đã biết.

Trên hình (7-6) là thí dụ về đồ thị chuyển động của các đoàn tàu phục vụ cho sự làm việc của 1 máy đào trong khoang đào. Đồ thị đó tương ứng với các điều kiện đi lại của hai đoàn tàu trên đường đơn, có 2 chỗ tránh trong khoang đào và trên bãi thải theo sơ đồ cắt.



Hình 7-6. Đồ thị chuyển động của các đoàn tàu phục vụ cho 1 máy đào trong khoang đào

§7.4. VẬN CHUYỂN BẰNG MÁY KÉO

Máy kéo được dùng làm phương tiện vận tải và sử dụng trên các công trường (chủ yếu không có đường ô tô) với tải trọng nặng quãng đường không quá 1 km hoặc trên đường độ dốc lớn tới 22%. Tải trọng được chuyên chở bằng các máy kéo hoặc trên rơmoóc, hoặc bằng cách di chuyển tạm trên xe trượt. Mỗi công trường có một trạm máy kéo độc lập để tổ chức vận tải được điều hoà. Đặc trưng kỹ thuật của một số loại máy kéo sản xuất ở Liên Xô (công suất tới 300 mã lực) nêu ở bảng 7-4 và 7-5.

§7.5. VẬN CHUYỂN BẰNG ĐƯỜNG THỦY

Trên các công trường thuỷ lợi đã sử dụng rộng rãi việc chuyên chở vật liệu và thiết bị bằng đường thuỷ. Vận chuyển bằng đường thuỷ có ưu điểm là rẻ, ít tổn kinh phí.

Trong thành phần vận tải thuỷ (trên sông) bao gồm 1 tàu có đầu máy kéo riêng (loại hơi nước, nhiệt, điện, khí đốt, tàu nhỏ và thuyền gán máy) và các xà lan không gán máy kéo mà di chuyển nhờ tàu kéo (hoặc dùng tời kéo ở bờ).

Vận tải thuỷ chủ yếu chuyên chở các tải trọng đồ theo khối lớn (gỗ, đá, sỏi, cát...).

I. Các loại tàu tự hành và không tự hành của vận tải đường sông

Để phục vụ xây dựng thuỷ lợi có thể sử dụng các tàu tự hành với các loại khác nhau (tùy theo tính năng, công suất và tải trọng). Đặc trưng kỹ thuật một vài loại tàu tự hành thường dùng trong thuỷ lợi được nêu ở bảng 7-6.

Để vận chuyển bằng các xà lan không tự hành thường dùng tàu đẩy và tàu vừa đẩy, vừa đẩy công suất tới 2000 mã lực. Trong xây dựng thường dùng tàu đẩy và tàu dắt có công suất tới $600 \div 800$ mã lực.

Loại tàu không tự hành có khả năng chất tải thường gọi là xà lan, được chia ra là loại chở vật liệu khô, loại chở chất lỏng. Theo kết cấu, loại xà lan chở vật liệu khô thường chia như sau :

- a) *Xà lan có mặt trên* : chuyên chở vật liệu trên boong ;
- b) *Loại hở* (có đáy kép và thân kép) chở tải trọng đồ đóng lớn ;
- c) *Loại kín* : chở tải trọng không được bị ảnh hưởng mưa.

Các đặc trưng của xà lan không tự hành của một số loại được nêu ở bảng 7-7.

Loại xà lan tự dỡ tải được áp dụng trong xây dựng thuỷ lợi nhằm chủ yếu đổ đất và đá vào nước.

Bảng 7-4

Các thông số chủ yếu	Loại bánh xích						Loại bánh lốp			
	Công nghiệp			Dùng chung			Tổng hợp			
	ДЭТ-250	T-140	Д-804	C-100	T-74	ДТ-75	ДТ-54	MT3-2	MT3-50	MT3-5M MT3-5
Công suất động cơ, mã lực	300	140	140	100	75	75	54	37	50	45
Áp suất trung bình trên đất, kG/cm ²	0,565	0,42-0,24		0,48	-	0,4	0,41	-	-	-
Tốc độ chuyển động, km/giờ										
Tiến	2-19	2,4-10,9	1,6-5,8	2,4-10,3	2,4-12	4-10,7	3,6-7,9	4,6-13	1,6-22,8	6,3-22,3 1,4-4,8
Lùi	2-19	2,7-6,8	2,45	2,79-7,6	2-6,6	3,4-4,4	2,4	1,3-3,4	3,3-5,6	4,7 1,1
Trọng lượng, tấn (ở trạng thái làm việc)	25,35	15	18	11,4	5,52	5,85	5,44	3,25	2,4	3,23 3,36

Bảng 7-5

Các thông số chủ yếu	Đầu máy kéo 2 trục				Đầu máy kéo 1 trục			
	Д-456	Y-20104	Y-20105	MOA3-542	MA3-529B	MOA3-546	BeJA3-531	
Công suất động cơ, mã lực	16	75	110	240	180	240	360	
Tốc độ lớn nhất, km/giờ	14,5	32	48,3	41,4	40	41,4	46,5	
Số lượng bánh xe chủ động	4	4	4	4	2	2	2	
Trọng lượng đầu máy kéo, tấn	1,64	4,86	6,8	18	9	96	14	

Bảng 7-6

Loại tàu	Tải trọng theo thiết kế, tấn	Kích thước thân tàu, m			Độ chìm lớn nhất, m	Tốc độ khi ngập sâu trong nước, km/giờ	Công suất động cơ, mã lực
		Dài	Rộng	Cao			
Đầu máy chạy bằng nhiệt, chở vật liệu khô	600	60 ÷ 65	9,2	3	1,8	15,5 ÷ 16	300
- nt -	300	51	7	2,2	1,4	14 ÷ 16	150
- nt -	150	48	7	2,2	1,1	14 ÷ 15	150
Loại chở chất lỏng	600	62	9,2	2,4	1,9	14,5	300
- nt -	200	42	7	2,5	1,25	14	150

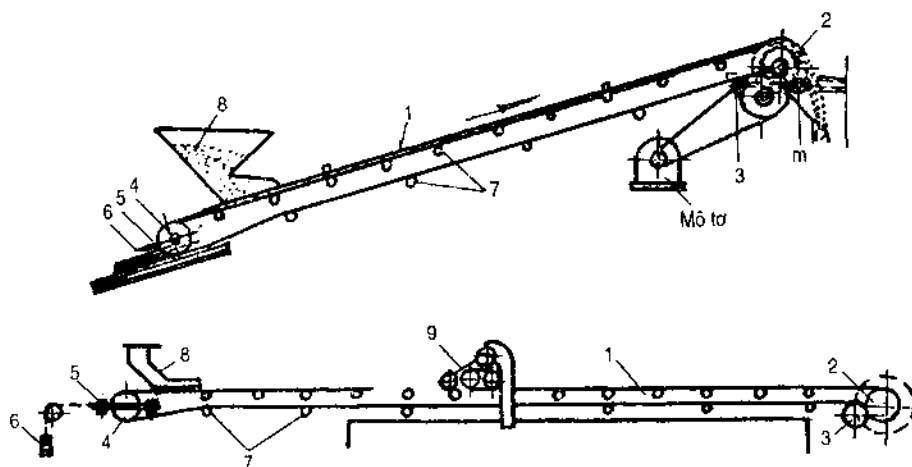
Bảng 7-7

Loại tàu	Tải trọng, tấn	Kích thước thân tàu, m			Độ chìm khi có tải trọng, m
		Dài	Rộng	Cao	
Xà lan có mât trên, chứa vật liệu khô	1000	65	14	2	1,5
- nt -	600	55	12	1,8	1,4
- nt -	100	300	6	1,8	0,9
Xà lan để hở, chở vật liệu khô	300	42	10	1,8	1,1
- nt -	150	31	6	1,8	1,1
- nt -	50	22	5	1,5	0,8
Xà lan chở dầu hoá	1000	75	15	1,7	0,5
- nt -	700	55	12	1,8	1,6
- nt -	200	35	7	1,4	1,1
Xà lan tự dỡ tải loại hở	500	41	8	4,2	4
Xà lan gồm thùng chứa ghép lại	250	31	7,5	1,8	1,6
Loại chở đất	350	39	9,7	2,6	1,8

§7.6. VẬN CHUYỂN BẰNG BĂNG CHUYỀN

Trong xây dựng thuỷ lợi băng chuyền là 1 trong những phương tiện vận tải phổ biến liên tục (hình 7-7).

Ưu điểm chủ yếu của nó so với các phương tiện vận tải từng phần một là nó cho phép đạt được năng suất làm việc cao.



Hình 7-7. Các sơ đồ băng chuyền

a) Loại trượt khi di chuyển, nằm nghiêng; b) Loại mắt xích:

1. Băng; 2. Trục chủ động; 3. Trục dẫn hướng; 4. Trục căng; 5. Kết cấu căng;
6. Vật nặng kéo căng; 7. Con lăn đỡ; 8. Phễu chất tải; 9. Xe để xả vật liệu.

Tốc độ di chuyển của băng khi vận chuyển vật liệu nhỏ lấy bằng $1 \div 1,5$ m/sec, còn đối với đá dăm và sỏi có thể đạt tới 3,5m/sec. Các góc lớn nhất của mặt nghiêng của băng đối với mặt nằm ngang ứng với cát là 28° , sỏi - 25° , đá dăm - 27° và vữa bê tông dẻo - 24° .

Năng suất lý thuyết của băng chuyền nằm ngang:

$$\Pi_T = 3600 Fv, \text{ m}^3/\text{giờ}; \quad (7-6)$$

Năng suất thực tế đối với băng hình máng

$$\Pi_{11} = 3600 B^2 v, \text{ m}^3/\text{giờ}; \quad (7-7)$$

Ở đây : F - diện tích mặt cắt ngang vật liệu trên băng ;

B - chiều rộng của băng, m ;

v - tốc độ, m/sec.

Khi băng chuyền nằm nghiêng, công thức trên cần đưa vào những hệ số (0,95 khi góc nghiêng 10° ; 0,87 khi góc nghiêng 20° và 0,56 khi góc nghiêng 30°).

Phổ biến nhất là băng chuyền kiểu mắt xích (bán cố định và cố định), chiều dài của từng mắt xích có thể thay đổi, tối đa đạt $1500 \div 2000$ m (hình 7-7b).

Nhiều khi một vài mắt xích nối tiếp nhau trong cùng 1 chuỗi cùng với việc chuyển tải trọng từ mắt xích này sang mắt xích khác. Trong trường hợp này chiều dài của đường vận chuyển đạt tới vài km.

Ngoài băng chuyền cố định trong xây dựng còn sử dụng băng chuyền di động. Trong một vài trường hợp còn sử dụng đường vận chuyển kiểu treo.

Băng chuyển di động thường là loại trượt (hình 7-7a) và tự di động.

Băng chuyển loại trượt thường dài $5 \div 20\text{m}$ và di chuyển bằng cách kéo tay hoặc ô tô.

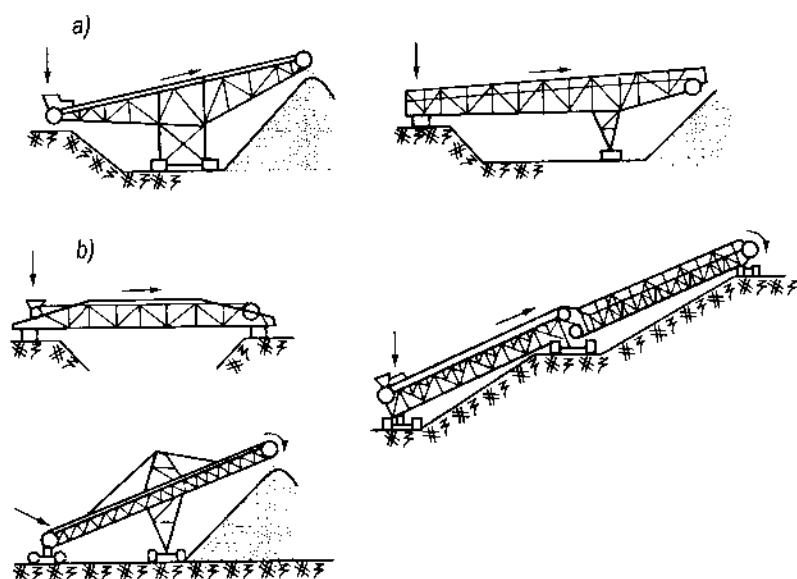
Băng chuyển dài hơn 25m có bộ phận di chuyển là bánh lốp hoặc bánh xích và chế tạo theo 1 trình tự riêng. Người ta sử dụng loại này :

a) Để chuyển đất, cát, sỏi và đá dăm từ máy đào đất vào bãi thải hoặc đắp đống, đôi khi còn để đổ vào công cụ vận tải ;

b) Để dùng trong các kho của các xí nghiệp sản xuất của xây dựng ;

c) Ở các nơi khai thác của bãi vật liệu, và đồng thời để tiếp nhận cốt liệu từ sàn toa xe trên đường ray, từ vận tải thủy hoặc từ băng chuyển tuyến chính.

Các hình thức chủ yếu của băng chuyển di động có chiều dài hơn 25m được nêu ra trên hình 7-8.



Hình 7-8. Các sơ đồ băng chuyển di động

a) Kiểu công xon nằm ngang di động;

b) Kiểu cán nằm ngang di động; c) Kiểu quay di động.

Tuỳ theo chiều dài và tính năng, chúng được chế tạo theo loại 1 công xon, 2 công xon và không phải là công xon, với 1 hoặc 2 điểm tựa.

Những băng chuyển này bao gồm bộ phận di động và tựa trên đó hoặc dầm hoặc giàn, trên dầm hoặc giàn lại lắp ghép 1 băng tải với các kết cấu chắt tải, đỡ tải và kéo căng. Sử dụng rộng rãi loại băng chuyển mắt xích để chuyển đất, bao gồm từng phần có chiều dài lớn, băng rộng và tốc độ $4 \div 8\text{m/sec}$ và phối hợp với mắt xích băng chuyển kiểu quay, năng suất của chúng đạt tới $100 \div 120.10^3 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$.

§7.7. VẬN CHUYỂN BẰNG CÁP TREO

Kết cấu vận chuyển cáp treo bao gồm các đường dây cáp căng trên các trụ đỡ, vật liệu được vận chuyển bằng các xe treo.

Đường dây cáp sử dụng để chuyên chở khối lượng lớn vật liệu rời với địa hình phức tạp. Ưu điểm của cách vận chuyển này là quãng đường rút ngắn hơn so với đường ô tô.

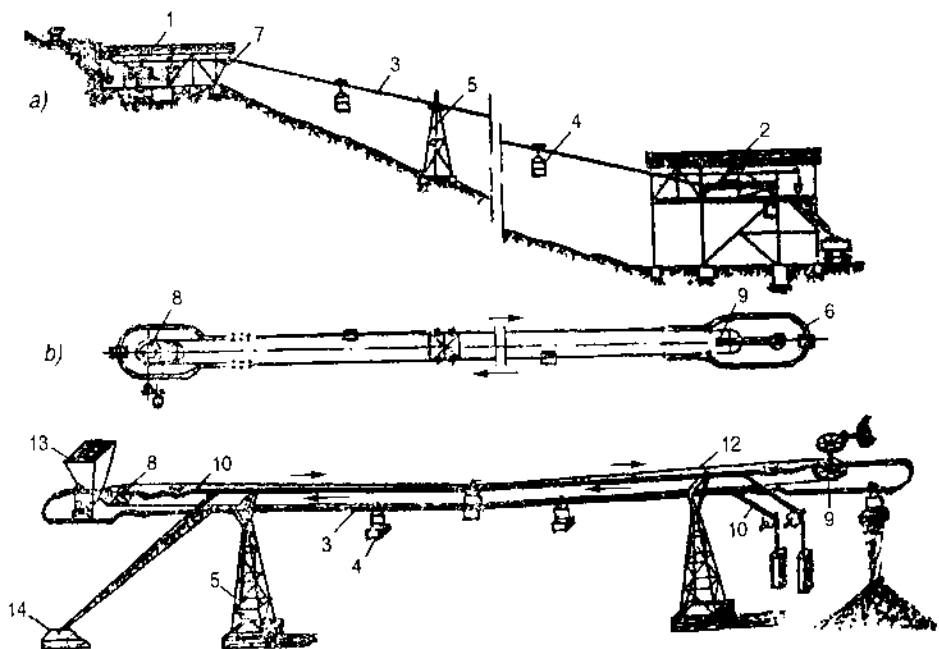
Đường cáp treo còn dùng để vận chuyển cốt liệu qua sông và qua mặt bằng công trường, ở đó đặt rất nhiều xí nghiệp phụ, đường ray, đường ô tô, lưới điện v.v...

Đường cáp treo (hình 7-9) là loại có 1 cáp và loại có 2 cáp.

Đường cáp treo (hình 7-9a) có thùng chứa vật liệu được treo trên cáp có lực kéo, nhờ đó các thùng được di chuyển giữa các trạm ở các đầu, tại đó có bộ phận tự động tháo thùng xuống. Thùng được di chuyển trên đường ray nhờ người đẩy hoặc tự trượt.

Đường cáp treo (hình 7-9b) có cáp kéo và cáp chịu tải.

Thùng chứa vật liệu trượt theo cáp chịu tải và chuyển động bằng lực kéo. Trên các trạm chắt tải và dỡ tải các thùng chứa được tháo khỏi cáp kéo và tiếp tục di chuyển trên các đường ray nhờ người đẩy, tự trượt hoặc bằng phương pháp cơ giới.



Hình 7-9. Sơ đồ kết cấu đường cáp treo

a) Đường 1 cáp; b) Đường 2 cáp;

1. Trạm truyền động; 2. Trạm kéo căng; 3. Cáp chịu tải; 4. Thùng chứa vật liệu;
5. Trụ đỡ; 6 và 10. Ray cứng; 7. Tháp; 8 và 9. Các khối theo đường vòng;
11. Đồi trọng; 12. Cáp kéo; 13. Phễu nhận; 14. Móng để gia cố cáp.

Phổ biến nhất trong xây dựng là đường 2 cáp treo. Năng suất 1 đường dây loại đó thông thường không ít hơn 250 tấn/giờ.

Trong toàn bộ đường cáp treo bao gồm các bộ phận sau : trạm chất tải, tuyến vận chuyển, trạm dỡ tải, thùng chứa di chuyển được và truyền động của cáp kéo.

Trạm chất tải gồm phễu nhận vật liệu, kết cấu chất tải vào thùng chứa đường ray lượn tròn cứng và các khối ở đầu đối với cáp treo (tùy thuộc điều kiện làm việc của đường) bộ phận đóng vào để nối cáp kéo với thùng chứa và bộ phận nhả ra để tháo thùng xuống. Tuyến vận chuyển có trụ chống, cáp chịu tải và cáp kéo. Các trạm dỡ tải được trang bị các đường ray lượn vòng, các phễu nạp hoặc diện tích tiếp nhận hỏ và tời truyền động.

Trên tuyến vận chuyển các cáp chịu tải thông thường đặt trên các trụ kim loại với khẩu độ từ 100 ÷ 300m và hơn nữa. Trên 1 đường cáp giành cho các thùng chứa vật liệu di chuyển, còn trên đường kia - thùng không trở về. Khoảng cách giữa các cáp trên trụ chống 2,5 ÷ 3m. Ở 1 đầu các cáp chịu tải được gắn vào 1 vị trí đặc biệt của nền, còn đầu kia kéo căng bằng vật nặng.

Khi tốc độ di chuyển tới 1,5km/giờ việc chất tải và dỡ tải thùng chứa có thể tự động hoá và tiến hành ngay trên hành trình.

Trên mặt bằng, đường dây cáp thông thường là 1 tuyến thẳng, nối tiếp các trạm ở các đầu. Khi cần thiết quay vòng ở các tuyến đường cần sử dụng trạm kiểu góc. Trên các trạm góc đặt các kết cấu truyền động chia đường thành các đoạn độc lập.

Chiều cao trụ đỡ được xác định từ điều kiện địa hình cụ thể, bảo đảm sự hoạt động bình thường ở dưới đường dây cáp.

Dọc theo chiều dài của đường, chia thành hàng loạt đoạn truyền động. Chiều dài mỗi đoạn được 1 truyền động phục vụ không vượt quá 5km ở điều kiện bình thường, đặc biệt có thể đạt tới 17km.

Các thùng chứa của đường cáp treo bao gồm 1 xe di chuyển, bộ phận treo, thiết bị nối vào thùng chứa hoặc bệ. Xe di chuyển có 2 hoặc 4 bánh xe, đường kính là 200 ÷ 300mm. Tải trọng loại 2 bánh khoảng 1 tấn, còn loại 4 bánh từ 2 ÷ 2,5 tấn.

Để bảo đảm an toàn việc đi lại dưới tuyến đường cáp treo cần làm lưới bảo hộ treo trong 1 hoặc 2 lớp, rộng tới 4 ÷ 5 m trên 1 tuyến đường.

Chương 8

THI CÔNG ĐẬP ĐẤT ĐẦM NÉN

§8.1. NGUYÊN LÝ CƠ BẢN CỦA ĐẦM NÉN ĐẤT

Trong các công trình đất đắp (như đắp đập, đắp đê, đắp đê quay v.v ...) thì công tác đầm nén là một khâu quan trọng.

Khi đầm nén độ rỗng của đất giảm nhỏ, mật độ của đất tăng lên làm cho đất được nén chặt và tính thấm nước giảm đi.

Thông thường người ta dùng khối lượng thể tích khô (γ_k) để biểu thị mức độ chặt của đất.

Quá trình nén chặt của đất chịu ảnh hưởng của rất nhiều nhân tố như lượng ngậm nước của đất, loại đất, sự tổ thành hạt của đất, áp suất đầm, số lần đầm, độ dày rải đất v.v... Dưới đây sẽ lần lượt nghiên cứu một số nhân tố ảnh hưởng.

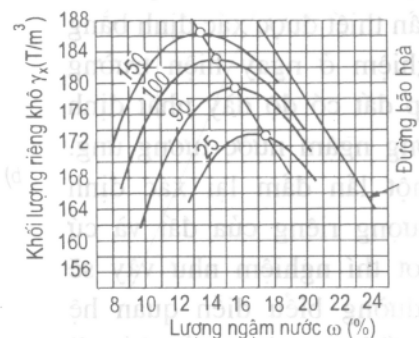
I. Ảnh hưởng của lượng ngậm nước

Thành phần đất bao gồm các hạt khoáng rắn, nước và không khí. Nước có tác dụng làm trơn các hạt đất, làm cho trở lực di động tương đối giữa các hạt đất (như lực ma sát, lực keo kết) giảm nhỏ.

Nếu lượng ngậm nước trong đất quá nhỏ (đất quá khô) thì đầm rất tốn công mà hiệu quả nén chặt kém.

Nếu lượng ngậm nước trong đất quá lớn (đất quá ướt) nước thừa sẽ chứa đầy trong các lỗ rỗng ở giữa các hạt đất, làm cho lực đầm nén không thể chuyển toàn bộ đến các hạt đất, vì một phần lực đó phải truyền cho nước thừa tự do, làm cho lực nén có ích giảm đi, hiệu quả nén chặt kém.

Từ đó có thể kết luận rằng : lượng ngậm nước trong đất nhỏ hoặc quá lớn đều không đạt hiệu quả nén chặt cao nhất mà chỉ có "lượng ngậm nước tốt nhất" mới đưa đến hiệu quả đầm nén tốt nhất. Có thể thấy rất rõ những đặc tính trên khi ta xem đường biểu



Hình 8-1. Đường quan hệ giữa khối lượng riêng khô và lượng ngậm nước ứng với số lần đầm khác nhau

diễn quan hệ giữa khối lượng riêng khô của đất dính với lượng ngậm nước ứng với số lần đầm nhất định (xác định bằng thí nghiệm đầm nén ở trong phòng) (hình 8-1).

Đầu tiên lượng ngậm nước tăng thì khối lượng riêng khô cũng tăng. Khi lượng ngậm nước đạt đến một trị số nào đó thì khối lượng riêng khô đạt tới trị số lớn nhất. Lượng ngậm nước lúc này gọi là lượng ngậm nước tốt nhất của đất ứng với một công năng đầm nhất định. Sau khi vượt quá lượng ngậm nước tốt nhất, khối lượng riêng khô sẽ giảm đi.

Căn cứ vào rất nhiều thí nghiệm thấy : lượng ngậm nước tốt nhất của đất không phải là hằng số mà nó thay đổi theo công năng của đầm. Công năng đầm càng lớn thì lượng ngậm nước tốt nhất càng nhỏ và ngược lại. Vậy có thể giải thích " lượng ngậm nước tốt nhất " của đất trong thi công là lượng ngậm nước tương ứng trong điều kiện thiết bị đầm nén đã xác định, để đạt được khối lượng riêng khô thiết kế mà công năng đầm tiêu thụ cho một đơn vị khối lượng đất là ít nhất.

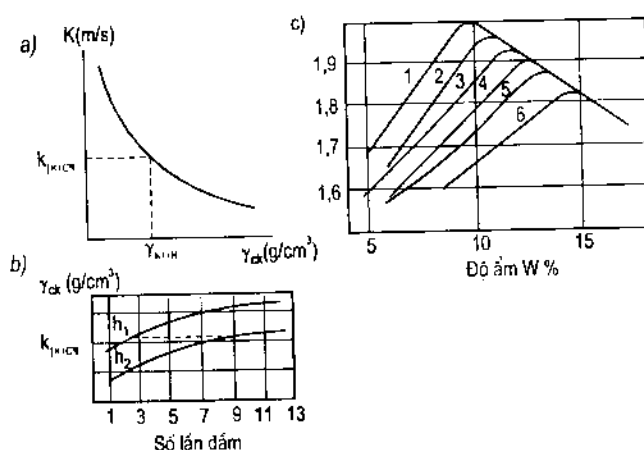
Có thể tham khảo các trị số lượng ngậm nước tốt nhất trong bảng 8-1.

Bảng 8-1

Loại đất	Lượng ngậm nước tốt nhất, %	Khối lượng riêng khô lớn nhất, T/m^3
Cát	7 ÷ 18	1,77 ÷ 1,92
Á cát	8 ÷ 16	1,81 ÷ 2,13
Á sét	10 ÷ 18	1,75 ÷ 1,96
Đất sét	17 ÷ 27	1,5 ÷ 1,8

Trong thi công để đạt được khối lượng riêng thiết kế của đất thì cần phải làm chặt từng lớp đất bằng cách cho máy đầm chạy qua một số lần. Số lần đi qua của đầm cần thiết được xác định bằng thí nghiệm ở ngay hiện trường với lớp đất có độ dày nhất định và lượng ngậm nước tương ứng. Sau một lần đầm lại xác định khối lượng riêng của đất và cứ lần lượt thí nghiệm như vậy sẽ được đường biểu diễn quan hệ giữa khối lượng riêng của đất với số lần đầm.

Biết khối lượng riêng sẽ xác định được số lần đầm cần thiết.



Hình 8-2. Xác định số lần đầm khi nén chặt đất theo các độ dày khác nhau (h - chiều dày của 1 lớp)

Xác định khối lượng riêng của đất sau một số lần đầm bằng cách lấy mẫu đất. Nếu khối lượng riêng nhỏ hơn trị số thiết kế thì số lần đầm trên đoạn đó cần tăng lên.

II. Ảnh hưởng của loại đất

Đối với loại đất có tính dính (đất sét, đất thịt) lực keo kết của nó tương đối lớn, lực ma sát tương đối nhỏ, do đó dưới tác dụng của lực đầm nén đất dễ bị co ép hoặc giãn nở. Nhưng do tính thấm nước nhỏ, thoát nước khó khăn nên quá trình co ép tương đối chậm, tức là khó đầm chặt.

Đối với loại đất không có tính dính (đất cát) lực ma sát lớn, lực keo kết nhỏ, tính co ép và giãn nở tương đối nhỏ, nhưng tính thấm nước tương đối lớn, cho nên dưới tác dụng của lực đầm nén, nước thoát ra nhanh nên chóng đạt được nén chặt.

III. Ảnh hưởng của sự tổ thành hạt của đất

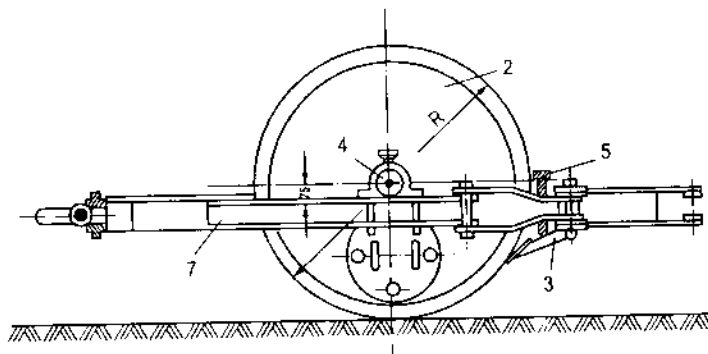
Hạt càng nhỏ thì độ phân tán càng cao và tỉ lệ rỗng càng lớn. Cho nên sau khi đầm nén thông thường khối lượng riêng khô của đất dính nhỏ hơn khối lượng riêng khô của đất không dính. Nói chung với đất dính : $\gamma_k = 1,5 \div 1,76 \text{T/m}^3$; không dính : $\gamma_k = 1,77 \div 1,92 \text{T/m}^3$.

Đất có cấu tạo hạt to nhỏ khác nhau, cấp phối hạt phân bố càng không đều thì khi đầm nén những hạt nhỏ dễ dàng chui vào kẽ rỗng giữa các hạt làm cho tỷ lệ rỗng giảm xuống, độ chặt tăng lên. Ngược lại, cấp phối hạt phân bố càng đều đặn, thì khối lượng riêng khô đạt được càng nhỏ.

§8.2. CÁC LOẠI MÁY ĐỂ LÀM CHẶT ĐẤT

Hiện nay các loại máy đang dùng để làm chặt đất theo từng lớp được chia làm 3 nhóm : tĩnh, động và chấn động.

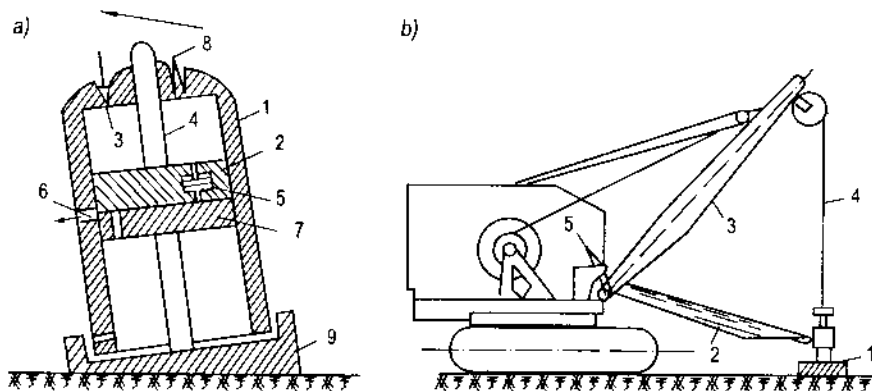
Máy tác dụng tĩnh làm chặt đất bằng chính trọng lượng bản thân của máy. Nhóm này bao gồm tất cả các loại đầm lăn ép, như đầm lăn phẳng, đầm chân dê, đầm bánh hơi. Hình 8-3 là cấu tạo của đầm lăn phẳng.



Hình 8-3

Các máy tác dụng động làm chặt đất nhờ lực xung kích được tạo nên bởi vật nặng rơi từ độ cao nào đó. Các máy thuộc nhóm này gồm các loại đầm cóc kiểu đốt trong và loại đầm búa (hình 8-4).

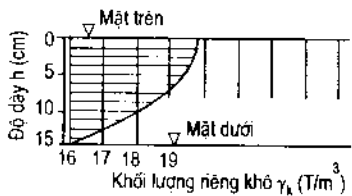
Các máy tác dụng chấn động gồm đầm chấn động và đầm cóc kiểu hơi.



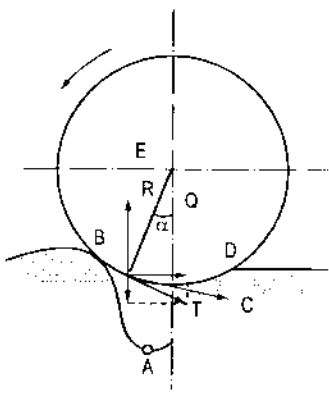
Hình 8-4. Cấu tạo đầm cóc kiểu đốt trong và đầm búa

1. Đầm lăn phẳng

Đầm lăn phẳng là loại đầm đơn giản nhất, dễ chế tạo. Nó gồm có thùng lăn trực lăn, khung đầm và dao gạt đất v.v... thùng lăn thường làm bằng thép, bên trong có thể chấi thêm tải trọng bằng bê tông hoặc bằng đá. Thùng lăn nối với khung đầm nhờ trục lăn và khung đầm mắc với máy kéo. Sơ đồ cấu tạo của đầm lăn phẳng có thể xem hình 8-3. Đầm lăn phẳng thường được dùng để làm chặt đất không dính, bởi vì khi làm việc trên đất dính không thể đạt được sự chặt đều theo yêu cầu, thậm chí với lớp đất có chiều dày nhỏ bằng 0,15m. Mặt trên của lớp đất được đầm bởi đầm lăn phẳng sẽ bị nhẵn và phải xới lên trước khi rải lớp đất tiếp theo.



Hình 8-5. Sơ đồ phân phối khối lượng riêng khô theo chiều sâu của lớp đất sau khi dùng đầm lăn phẳng



Hình 8-6. Sóng đất và sự phân bố ứng lực của đầm lăn phẳng

Nhược điểm của đầm này là tạo nên sóng đất, gây ra sự chuyển dịch của đất và phá hoại kết cấu của đất.

Để giảm sóng đất và đồng thời để rút ngắn số lần đầm của loại đầm lớn thì trước tiên có thể dùng loại đầm nhẹ đầm qua lớp đất vừa rải.

Những loại đầm lăn phẳng của Liên Xô như Π -126A thì số lần đầm trung bình từ $6 \div 10$ lượt là có thể làm chặt đất. Độ dày rải đất trong trường hợp này không nên quá $20 \div 25$ cm.

II. Đầm chân dê

Đặc điểm của đầm chân dê là áp lực đơn vị ở các núm rất lớn, thời gian tác dụng của lực nén trên mỗi lớp đất được lâu nên nén chặt tương đối đều theo chiều sâu của mỗi lớp đất (hình 8-7).

Đầm chân dê thường dùng để làm chặt đất dính. Không nên dùng với đất rời rạc bởi vì khi đầm hạt đất xê dịch về các phía nên không thể làm chặt được. Mặt trên của đất sau khi được nén chặt bằng đầm chân dê sẽ có những lỗ, điều đó tạo cho việc tiếp xúc giữa các lớp được tốt hơn (không cần phải xới) và hoàn toàn không gây ra sóng đất và làm di chuyển đất.

Để làm chặt đất bởi các đầm chân dê loại nhẹ (tối 5 tấn) thì số lần đầm khoảng $8 \div 10$; còn khi dùng đầm nặng (tối 30 tấn) thì số lần đầm $4 \div 8$. Chiều dày tương ứng của lớp đất rải khoảng 35 và 80 cm.

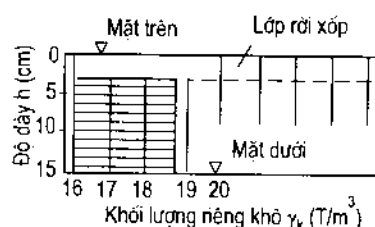
Đầm chân dê được dùng rất rộng rãi trong thi công các công trình thủy lợi ở nước ta như Thác Bà, Suối Hai, La Ngà, Hà Trung, Đồng Mô - Ngải Sơn, Núi Cốc, Kê Gồ v.v...

Cấu tạo của đầm chân dê gồm các bộ phận chủ yếu sau :

- Thùng lăn và những chân dê lắp thành hàng so le trên mặt thùng lăn.
- Mặt lỗ có nắp đậy ở đầu thùng để tăng hoặc giảm khối lượng đầm khi cần tăng hoặc giảm áp lực.
- Trục của thùng lăn nối với thùng đầm.
- Thiết bị nối khung đầm vào máy kéo (hình 8-8).

Hình dạng, diện tích đáy, chiều dài của núm dạng chân dê và sự bố trí chúng trên thùng lăn có ảnh hưởng rất lớn đến hiệu quả và năng suất đầm nén.

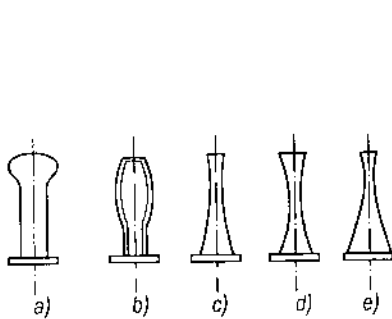
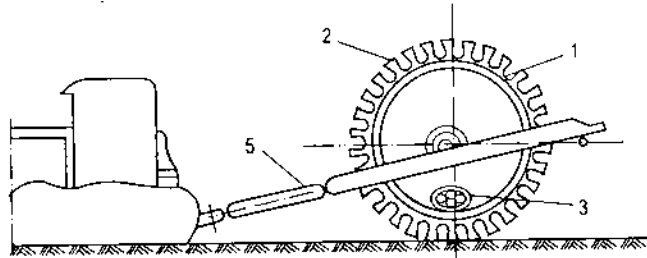
Căn cứ vào kết quả nghiên cứu thì hình dạng của núm chân dê đã dùng có rất nhiều loại (hình 8-9), trong đó dạng 8-9c là tốt nhất vì nó tạo ra áp lực đơn vị lớn và khi đầm thì đất rất ít bám vào núm chân dê.



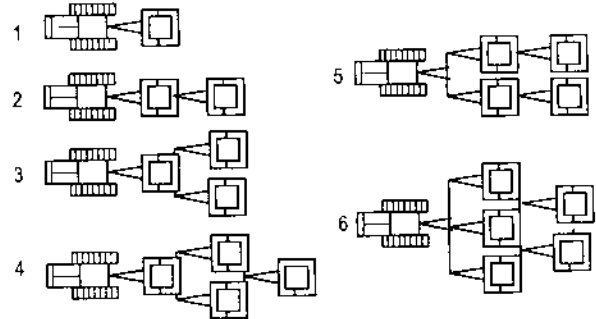
Hình 8-7. Sơ đồ phân bố khối lượng riêng khô theo chiều sâu của lớp đất khi dùng đầm chân dê

Hình 8-8. Sơ đồ cấu tạo của đầm chân dê

1. Thùng lăn; 2. Núm dạng chân dê; 3. Lò có nắp để tăng hoặc giảm khối lượng; 4. Khung đầm; 5. Thiết bị nối với máy kéo.



Hình 8-9. Hình dạng các núm chân dê



Hình 8-10. Sơ đồ máy kéo và đầm chân dê mắc liên kết nhiên đầm

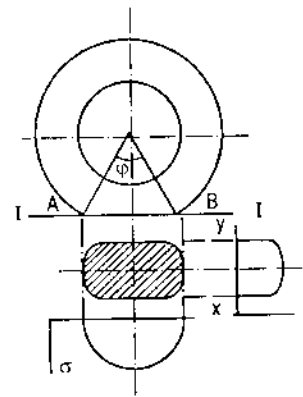
Để lợi dụng hết công suất của máy kéo và nâng cao hiệu quả đầm nén, có thể mắc liên kết nhiều đầm chân dê loại nhẹ để đầm như hình 8-10. Hình thức liên kết 1, 2 và 5 thích hợp với phương pháp đầm tiến lùi; còn hình thức liên kết 3, 4 và 6 thích hợp với phương pháp đầm vòng quanh.

III. Đầm bánh hơi

Loại đầm này thích hợp với đất trong quá trình đầm nén. Lúc đầu đất còn rời rạc, bánh hơi biến dạng ít, do đó mặt tiếp xúc nhỏ; áp lực đơn vị lớn, làm cho đất bị biến dạng nhiều. Về sau đất dần dần bị nén chặt, sự biến dạng của bánh hơi cũng tăng lên, mặt tiếp xúc với đất của bánh hơi lớn lên, áp lực được phân bố đều đặn (hình 8-11).

So với đầm lăn phẳng và đầm chân dê, đầm bánh hơi làm cho thời gian chịu ép liên tục của đất lâu hơn, hiệu quả đầm nén tốt hơn.

Loại đầm bánh hơi có thể dùng để làm chặt đất rời, cũng như đất dính. Áp lực đơn vị cần thiết để làm chặt đất dính được tạo nên không chỉ bằng



Hình 8-11. Sơ đồ phân bố ứng suất nén của đầm bánh hơi

cách tăng trọng lượng đầm (giống như với đầm lăn phẳng và đầm chân dê), mà còn có thể tăng áp lực không khí trong các bánh.

Nhược điểm của đầm bánh hơi là khi nén chặt đất có độ ẩm cao dễ sinh hiện tượng mặt nhẵn và khi chạy trên đất lầy đá dễ làm cho bánh hơi bị kẹt (vì khoảng cách giữa các bánh hơi nhỏ, không vượt quá $0,4 \div 0,5$ chiều rộng của bánh). Các loại đầm bánh hơi của Liên Xô có từ $3 \div 8$ bánh với chiều rộng của bánh $17 \div 68$ cm, đặt trên một hoặc hai trục. Số lần cần đầm khoảng $4 \div 8$ và tương ứng với nó là chiều dày rải đất lấy bằng $50 \div 75$ cm.

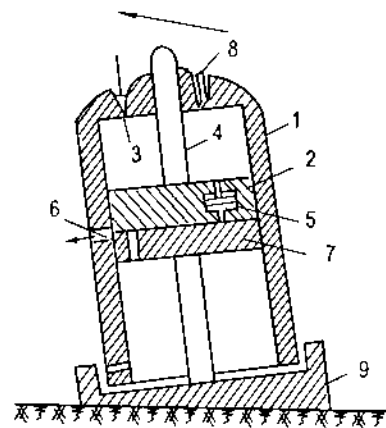
Những đặc trưng cơ bản của đầm lăn ép chế tạo ở Liên Xô có thể xem bảng 8-2.

Bảng 8-2

Chỉ tiêu	Loại đầm										
	Đầm lăn phẳng Д-126А	Đầm chân dê					Đầm bánh hơi				
		Д-130Б	Д-614	Д-630	Д-615	Д-220	Д-219	Д-625	Д-263	ДСК-1	Д-326
1. Trọng lượng, kg :											
Không tải trọng	2600	3000	5000	9000	10000	13300	1830	3800	2650	16000	12100
Có tải trọng	4400	5000	9000	18000	18000	29000	1000	12500	24000	26500	50000
2. Chiều dày lớn nhất của 1 lớp được nén chặt, cm	10 - 15	30	22	30	22	50	20	25	30	60	50
3. Chiều rộng của dải được nén chặt, mm	1300	1500	1800	2600	3600	2730	1200	2200	2500	3072	3300
4. Áp lực riêng nén lên đất, kG/cm ²											
Không tải trọng	20	40	40	47	40	34,4					
Có tải trọng	34	60	60	69	70	75					
5. Kích thước tiêu chuẩn, mm											
Dài	3020	3765	5044	7840	5044	7810	4830	5300	7420	4900	6470
Rộng	1630	1850	2224	3082	4526	3200	2290	2340	3250	3250	3900
Cao	1250	1600	1830	2600	1830	3220	1715	1820	2180	2080	2775
6. Công suất kéo khi làm việc, mã lực	54	54-75	100-130	100-130	180	54-75	75	75	100-130	100-130	180

IV. Đầm nổ đốt trong và đầm búa

Các bộ phận chủ yếu và nguyên lý công tác của đầm nổ đốt trong (hình 8-12): xi lanh 1 là nơi làm cháy nổ hỗn hợp khí và dầu. Khi bugi điện 3 làm cháy hỗn hợp khí trong xi lanh, pittông công tác 2 lập tức đi xuống làm cho đầm (tức xi lanh) nhảy lên từ 30 ÷ 50 cm. Khí thừa được thoát ra theo van thải 5 và lỗ thải 6, lúc đó đầm được hạ xuống rất nhanh và đầm chặt đất. Do xi lanh đặt nghiêng về phía trước cho nên khi đầm hạ xuống cũng làm cho đầm di chuyển về phía trước từ 12 ÷ 15 cm. Nhờ có pittông giảm xung kích 7 làm cho không khí bị nén, pittông công tác 2 được đẩy lên, lúc đó van thải khí tự động đóng lại, van lấy khí vào tự động mở ra, làm cho xi lanh chứa đầy hỗn hợp khí, đầm lặp lại chu kỳ như cũ.



Hình 8-12. Cấu tạo

của đầm nổ đốt trong

1. Xi lanh; 2. Pittông công tác;

3. Lỗ phun lửa; 4. Cán pittông;

5. Van thải khí; 6. Lỗ thải khí;

7. Pittông giảm xung kích;

8. Van lấy khí vào; 9. Bản đáy.

Bảng 8-3

Thông số	Đơn vị	Loại búa			
		1	2	3	4
Khối lượng búa	tấn	1,5	2,0	2,5	3,0
Kích thước mặt búa	m	0,8 × 0,8	1,0 × 1,0	1,2 × 1,2	1,3 × 1,2
Độ cao rơi búa	m	1 ÷ 2	1 ÷ 2	1 ÷ 2	1 ÷ 2
Số lần đầm trong 1 phút					
Khi độ cao rơi búa 4m		25	15	15	15
Khi độ cao rơi búa 2m		17	8	8	8
Khoảng cách vươn ra của cần chống	m	4,6	5,0	5,0	5,0
Số lần đầm khi độ cao rơi búa 1m					
Đối với đất thịt		4 ÷ 5	3 ÷ 4	3	2 ÷ 3
Đối với đất sét		20	20	20	15
Độ dày lớp đất đầm nén	cm	40 ÷ 60	50 ÷ 70	60 ÷ 70	70 ÷ 80
Năng suất của máy	m ³ /ca	400 ÷ 600	200 ÷ 800	200 ÷ 1000	300 ÷ 1480

Để làm chặt khối đắp, đôi khi người ta còn dùng đầm búa. Loại đầm này thực chất là một búa nặng được treo trên dây cáp của máy đào đất hoặc cần trục. Nhờ thao tác của dây cáp mà búa được nâng lên hoặc hạ xuống để đầm chặt đất. Búa đầm được chế tạo bằng gang hay bằng bê tông cốt thép.

Tính năng kỹ thuật của đầm búa như bảng 8-3.

V. Đầm chấn động

Đầm chấn động dùng cho loại đất không có tính dính. Hiệu quả rất cao.

Đặc trưng chủ yếu của đầm chấn động thể hiện ở bảng 8-4.

Bảng 8-4

Chỉ tiêu	Loại đầm			
	Д - 480	Д - 603	11BK-25Г	Д - 635
Khối lượng, kg				
Không có tải trọng	3000	6000	5295	12000
Có tải trọng				
Chiều dày lớn nhất của một lớp đất nén chặt, cm	60	120	150	150
Chiều rộng của dải đất đầm, mm	1400	1800	2000	2000
Các kích thước tiêu chuẩn, mm				
Dài	4120	5235	3200	5800
Rộng	1780	2420	3295	2400
Cao	1500	1930	1625	2450
Công suất kéo khi làm việc, mã lực	75 ÷ 200	100 ÷ 130	100 ÷ 130	54

Trong điều kiện địa hình chật hẹp việc nén chặt khối đắp được tiến hành bằng đầm chấn động dạng ván hoặc đầm cóc dốt trong có trọng lượng từ 500 ÷ 2000 kg. Bảng đầm này có thể làm chặt lớp đất có độ dày tới 0,80 m khi đầm 4 ÷ 6 lượt.

Các loại đất dính và xốp có thể làm chặt bằng các đầm chấn động bề mặt và sâu. Đầm chấn động bề mặt có trọng lượng tới 1 ÷ 2T nén chặt lớp đất sét dày tới 1 m, á cát tới 1,5 m và cát tới 2,0 m. Đầm chấn động sâu dùng để nén chặt đất không dính bão hoà nước.

Đôi khi lợi dụng ngay sự qua lại của các xe tự đổ chở nặng để làm chặt khối đắp. Thí dụ khi xe tự đổ MA3-525 với trọng lượng lúc chở đầy khoảng 50 tấn, lúc đó áp suất của bánh xe đè lên đất là 4,5 kG/cm², đi qua khoảng 6 ÷ 10 lượt là có thể làm chặt đất sỏi cuội theo yêu cầu thiết kế. Để đầm nén đất rời, đặc biệt là đất cục lớn khi không có đầm chấn động có thể dùng máy kéo bánh xích loại nặng, loại này khi áp lực riêng lên đất nhỏ (0,37 ÷ 0,72 kG/cm²) thì phát huy tác dụng động lực lên đất.

Năng suất của loại đầm lăn ép được xác định theo công thức sau :

$$\Pi = \frac{1000hBv_{tb}\varphi}{n} K_B, \text{ m}^3/\text{giờ}, \quad (8-1)$$

Trong đó :

- h - chiều dày của lớp đất đầm nén, m;
- B - chiều rộng của phạm vi đầm lăn qua, m;
- φ - hệ số sử dụng chiều rộng của đầm (bộ nối);
- v_{tb} - tốc độ di chuyển trung bình của đầm, km/giờ;
- n - số lần đầm tại 1 vị trí.

Năng suất của đầm nổ đốt trong được tính theo công thức :

$$\Pi = \frac{60mL(D-C)h}{n} K_B, \text{ m}^3/\text{giờ}, \quad (8-2)$$

Trong đó :

- m - số lần đầm trong 1 phút, lần/phút;
- L - khoảng cách di động của đầm, m;
- D - đường kính đáy đầm, m;
- C - chiều rộng đầm trùng nhau, có thể dùng 0,2 m;
- n - số lần đầm trên cùng 1 diện tích;
- h - chiều dày lớp đất đầm nén, m;
- K_B - hệ số lợi dụng thời gian.

Năng suất của đầm búa được xác định theo công thức :

$$\Pi = \frac{60fn\varphi}{n_1} K_B, \text{ m}^3/\text{giờ}, \quad (8-3)$$

Trong đó :

- f - diện tích đáy búa ;
- φ - hệ số sử dụng diện tích đáy búa (0,85 ÷ 0,95);
- n - số lần xung kích của búa trong 1 phút ;
- n_1 - số lần búa tác dụng lên 1 vị trí.

§8.3. CHỌN THÔNG SỐ ĐẦM NÉN CỦA MỘT SỐ LOẠI MÁY ĐẦM

Các thông số đầm nén, tốt nhất xác định theo thí nghiệm, nhưng cho đến nay, đối với một số máy đầm chủ yếu, do kinh qua thực tế đã rút được một số kinh nghiệm, có thể tham khảo các tài liệu đó rồi thông qua tính toán cụ thể, phân tích để chọn các thông số đầm nén và cuối cùng tiến hành thí nghiệm để xác minh lại.

1. Tính toán thông số đầm nén của đầm chân dê

Khi dùng đầm chân dê để đầm đất thì phải xác định được : Khối lượng tổng cộng của đầm, áp lực đơn vị đáy chân dê, số lần đầm nén và chiều dày rải đất.

1. Xác định khối lượng tổng cộng và áp lực đơn vị ở đáy chân dê

Xem khối lượng tổng cộng của đầm đều chuyển qua một hàng chân dê xuống đến lớp đất thì khối lượng tổng cộng của nó là :

$$Q = P \frac{FN}{g}, \quad (8-4)$$

Trong đó :

Q - khối lượng tổng cộng của đầm chân dê (tấn) ;

P - áp lực đơn vị ở đáy chân dê, có quan hệ với tính chất của đất, có thể tham khảo ở bảng 8-5 ;

F - diện tích đáy của một chân dê (cm^2) ;

N - số chân dê trong một hàng ;

g - gia tốc trọng trường : $9,8\text{cm/s}^2$

Khi chọn áp lực ở đáy chân dê cần phải khống chế giới hạn trên của nó vì nếu áp lực đơn vị quá lớn có thể làm cho lớp đất đã được nén chặt bị di động, kết cấu đất bị phá vỡ, độ sâu đất bị long rời tăng lên, do đó làm tăng trở lực khi đầm lún, gây tác hại cho việc đầm nén. Muốn điều chỉnh áp lực ở đáy chân dê cho hợp với từng loại đất khác nhau, có thể điều chỉnh tải trọng ở trong thùng đầm.

Bảng 8-5. Quan hệ giữa loại đất và áp lực đơn vị ở đáy chân dê

Loại đất	Áp lực đơn vị ở đáy chân dê, kG/cm^2
Đất thịt nhẹ và 1 phần đất thịt vừa (gồm đất thịt bột)	7 ÷ 15
Đất thịt vừa, 1 phần đất thịt nặng và đất thịt bột nặng	15 ÷ 40
Đất thịt nặng, đất thịt bột nặng và đất sét	30 ÷ 60

2. Độ dày rải đất

Theo sự nghiên cứu thì độ sâu đầm tốt nhất bằng 1,5 lần chiều dài L của nùm chân dê, cho nên chiều dày lớp đất rải nên lấy bằng 1,5L.

3. Số lần đầm nén

Theo kinh nghiệm độ chặt tốt nhất khi bề mặt lớp đất đều được đầm kín 1 lượt. Do đó có thể dùng công thức sau đây để tính số lần đầm :

$$n = K \frac{S}{Fm}, \quad (8-5)$$

Trong đó :

n - số lần đầm ;

S - diện tích bề mặt của đầm khi lăn một vòng, cm^2 ;

F - diện tích đáy chân dè, cm^2 ;

m - tổng số chân dè ;

K - hệ số xét đến sự phân bố không đều của chân dè, có thể lấy bằng 1,3.

Đối với loại đất có tính dính tương đối lớn có thể tăng số lần đầm thích đáng, nếu đã vượt quá số lần đầm tính toán theo công thức trên mà vẫn không đạt được độ chặt thiết kế thì cần phải tăng thêm áp lực đơn vị của đáy đầm.

II. Tính toán thông số đầm nén của đầm bánh hơi

1. Quan hệ giữa ứng suất nén và áp lực trong bánh hơi

Khi đầm nén đất, ứng suất nén do đầm tác dụng tại mặt tiếp xúc với lớp đất không được vượt quá cường độ cực hạn của đất để đảm bảo kết cấu của đất không bị phá hoại. Trái lại nếu áp lực quá nhỏ đầm sẽ không chặt. Vì vậy thường lấy ứng suất nén tiếp xúc σ_n lúc đầm nén bằng $0,8 \div 0,9$ lần cường độ chịu nén cực hạn của đất.

Ứng suất nén tiếp xúc của bánh hơi lên mặt đất có thể tính bằng công thức :

$$\sigma_n = \frac{P}{1 - e} , \quad (8-6)$$

Trong đó :

P - áp suất khí ép trong bánh hơi, kG/cm^2 ;

e - hệ số tính đến độ cứng của lớp xe.

Quan hệ giữa P và e có thể xem ở bảng 8-6.

Bảng 8-6

Áp suất khí ép trong bánh hơi, P (kG/cm^2)	Hệ số tính đến độ cứng của lớp xe, e	Ứng suất nén tiếp xúc (kG/cm^2)
1,00	0,60	2,5
2,00	0,50	4,0
3,00	0,38	4,84
4,00	0,28	5,56
5,00	0,22	6,41
6,00	0,16	7,14

2. Độ dày rải đất

Đối với đất có tính dính thì chiều dày lớp đất rải thích hợp nhất (h) khi áp suất khí ép trong bánh hơi $5 \div 6 \text{ kG/cm}^2$ được xác định bằng công thức sau :

$$h = 0,2 \frac{W}{W_0} \sqrt{\frac{Q \cdot P}{1 - e}}, \text{ cm} \quad (8-7)$$

Trong đó :

W và W_0 - lượng ngậm nước thực tế và lượng ngậm nước tốt nhất của đất % ;

Q - tải trọng lên mỗi bánh xe, kg ;

P - áp lực khí ép trong bánh hơi, kG/cm^2 ;

e - hệ số tính đến độ cứng của lớp xe.

III. Tính toán thông số đầm nén của đầm búa

1. Trọng lượng và độ cao rơi của búa

Khi chọn trọng lượng và độ cao rơi của búa thì lấy xung lượng đầm nén đơn vị (i) làm cơ sở để tính toán. Ta có :

$$i = \frac{Q\sqrt{2gh}}{Fg} ; \quad (8-8)$$

Trong đó: i - xung lượng đơn vị, (kG s/cm^2) ;

Q - trọng lượng của búa, kg ;

h - độ cao rơi của búa, cm ;

g - gia tốc trọng trường, $9,81 \text{ cm/s}^2$;

F - diện tích mặt đáy của búa, cm^2 .

Mỗi loại đất đều có một trị số xung lượng đơn vị cực hạn (bảng 8-7). Cho nên khi đầm nén thường dùng xung lượng đơn vị nhỏ hơn xung lượng đơn vị cực hạn từ $10 \div 20\%$, tức là i lấy bằng $0,8 \div 0,9$ của i cực hạn.

Ngoài ra muốn cho đầm nén thu được hiệu quả cao thì trọng lượng nhỏ nhất của búa và diện tích mặt đáy của nó cần phải thoả mãn yêu cầu sau :

$$Q_{\min} = \frac{PF}{g} , \quad (8-9)$$

$$B \geq (0,8 \div 1,0)h_0 , \quad (8-10)$$

Trong đó :

$Q_{\min}$ - trọng lượng nhỏ nhất của búa, (kg);

P - áp lực tĩnh đơn vị, $P \geq gh_0\gamma_0$; kG/cm^2 ;

h_0 - độ dày lớp đất đã đầm nén cm ;

γ_0 - trọng lượng riêng khô của đất, kg/cm^3 ;

B - chiều rộng đáy búa, cm ;

F - diện tích mặt đáy búa, cm^2 ;

g - gia tốc trọng trường.

Bảng 8-7. Xung lượng đơn vị cực hạn của đất khi lượng ngậm nước tốt nhất

Loại đất	Xung lượng đơn vị cực hạn (kG.s/cm ²)
Cát nhỏ đều đặn	0,022
Đất pha cát, đất thịt lẫn bột	0,05 ÷ 0,07
Đất thịt	0,07 ÷ 0,12
Đất thịt nặng	0,12 ÷ 0,20
Đất sét	0,20 ÷ 0,27
Đất sét lẫn bột	0,114 ÷ 0,123
Cát lẫn sỏi	0,197 ÷ 0,204

Theo kết quả nghiên cứu thì trọng lượng của mỗi đơn vị diện tích đáy đầm là $\frac{Q}{F} = 0,25 \div 0,30 \text{ kg/cm}^2$ là thích hợp.

2. Độ dày rải đất

Độ dày rải đất lớn nhất của mỗi lớp đầm h có thể tính theo công thức sau :

$$h = \frac{h_0}{0,7} , \quad (8-11)$$

Nếu lượng ngậm nước của đất nhỏ hơn lượng ngậm nước tốt nhất thì tính theo công thức :

$$h = \frac{Wh_0}{0,7W_0} , \quad (8-12)$$

Trong đó :

h - độ dày rải đất lớn nhất của mỗi lớp đầm ;

h_0 - độ dày lớp đất đã đầm nén ;

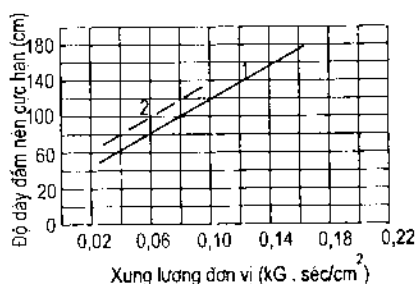
W - lượng ngậm nước của đất khi đầm nén ;

W_0 - lượng ngậm nước tốt nhất của đất.

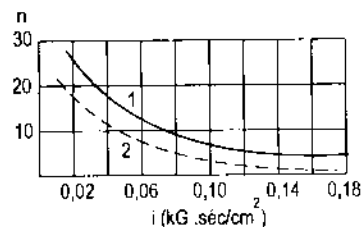
Quan hệ giữa xung lượng đơn vị i và độ dày lớn nhất của lớp đất đã đầm nén h_0 có thể xem ở hình 8-14.

3. Số lần đầm nén

Muốn xác định được số lần đầm nén thích hợp, nên tiến hành thí nghiệm. Trong tính toán đối với đất không có tính dính (cát, pha cát v.v...) số lần đầm nén có thể lấy từ 2 ÷ 4 lần, đối với đất có tính dính (đất thịt) có thể lấy từ 4 ÷ 7 lần hoặc có thể tham khảo hình 8-14.



Hình 8-13. Quan hệ giữa xung lượng đơn vị và độ dày lớn nhất của lớp đất đã đầm chặt
1. Đất có tính dính; 2. Đất không có tính dính.



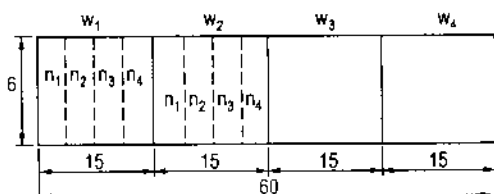
Hình 8-14. Quan hệ giữa xung lượng đơn vị ứng với số lần đầm nén ứng với lượng ngậm nước tốt nhất
1. Đất có tính dính; 2. Đất không có tính dính.

§8.4. THÍ NGHIỆM ĐẦM NÉN Ở HIỆN TRƯỜNG

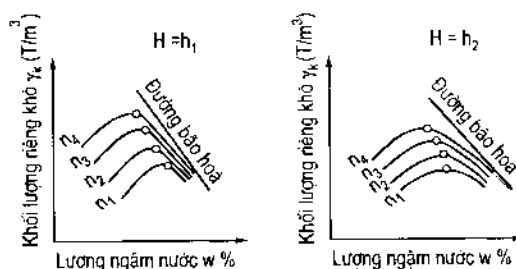
Như trên đã nói, có rất nhiều nhân tố ảnh hưởng đến hiệu quả đầm nén. Do đó việc thí nghiệm đầm nén, ở ngoài hiện trường để xác định các thông số đầm nén làm căn cứ cho thi công là rất cần thiết. Nội dung của công tác này bao gồm : căn cứ vào thiết bị đầm nén đã chọn, trên khu đất đã xác định, tiến hành thí nghiệm để tìm ra phương pháp thi công đầm nén hợp lý nhất và xác định được các đại lượng sau: độ dày rải đất, số lần đầm và lượng nước tốt nhất.

I. Thí nghiệm đầm nén đất có tính dính

Bãi thí nghiệm thường bố trí hình chữ nhật có kích thước 60×60m và chia thành 4 đoạn (kích thước mỗi đoạn là 15×60m), trên mỗi đoạn lượng ngậm nước thí nghiệm khác nhau W_1, W_2, W_3, W_4 . Trong mỗi đoạn lại chia thành 4 khoảng, ở mỗi khoảng tiến hành đầm nén theo số lần khác nhau n_1, n_2, n_3 và n_4 (xem hình 8-15).



Hình 8-15. Sơ đồ bố trí bãi thí nghiệm đầm nén đất

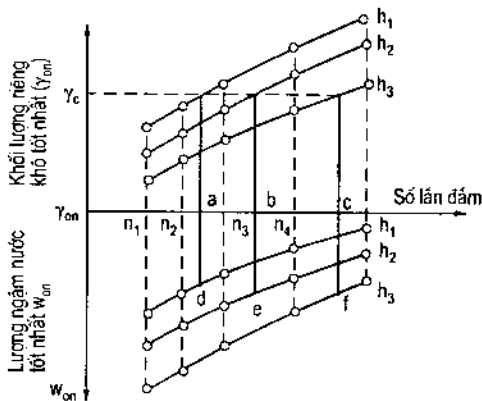


Hình 8-16. Quan hệ giữa lượng ngậm nước và khối lượng riêng khô với độ dày rải đất và số lần đầm nén

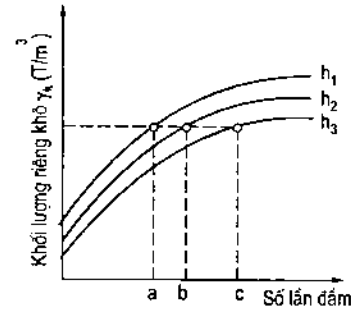
Sau đó thí nghiệm lần lượt theo thứ tự từng độ dày rải đất khác nhau h_1, h_2, h_3 v.v... Khi đầm xong mỗi khoảng thường lấy 9 mẫu để phân tích, xác định khối lượng riêng khô và lượng ngậm nước của đất. Kết quả thí nghiệm được dùng để lập quan hệ giữa lượng ngậm nước và khối lượng riêng khô ứng với từng độ dày rải đất và số lần đầm khác nhau (hình 16).

Căn cứ vào hình 8-16 ta vẽ được quan hệ giữa độ dày rải đất và số lần đầm nén ứng với lượng ngậm nước tốt nhất và khối lượng riêng khô tốt nhất (xem hình 8-17).

Từ hình 8-18, căn cứ vào khối lượng riêng khô thiết kế (γ_{TK}) đã quy định ta tìm ra được các số lần đầm a, b, c ... tương ứng với các độ dày rải đất h_1, h_2, h_3 ... Sau đó tiến hành so sánh kinh tế, tìm ra được số lần đầm và độ dày rải đất hợp lý nhất, cụ thể là so sánh các tỉ số : $\frac{h_1}{a}, \frac{h_2}{b}, \frac{h_3}{c}$... tỉ số nào có trị số lớn nhất sẽ kinh tế nhất.



Hình 8-17. Quan hệ giữa độ dày rải đất, số lần đầm nén, lượng ngậm nước tốt nhất và khối lượng riêng khô tốt nhất



Hình 8-18. Quan hệ giữa khối lượng riêng khô, độ dày rải đất và số lần đầm của loại đất không có tính dính

II. Thí nghiệm đầm nén đất không có tính dính

Đối với loại đất không có tính dính thì việc bố trí hiện trường thí nghiệm và phương pháp tiến hành trên cơ bản cũng giống như đối với loại đất có tính dính. Nhưng do ảnh hưởng của lượng ngậm nước đối với việc nén chặt của loại đất không có tính dính không được rõ ràng như đối với loại đất có tính dính nên khi phân tích kết quả thí nghiệm có thể không cần xét đến nhân tố ảnh hưởng này. Vì vậy chỉ cần vẽ đường quan hệ giữa khối lượng riêng khô, độ dày rải đất và số lần đầm (hình 8-18).

Từ hình 8-18, căn cứ vào khối lượng riêng khô thiết kế γ_{TK} , tìm ra được các số lần đầm a, b, c... tương ứng với các độ dày rải đất h_1, h_2, h_3 ... Sau đó tiến hành so sánh kinh tế tức là so sánh các tỉ số $\frac{h_1}{a}, \frac{h_2}{b}, \frac{h_3}{c}$... tìm được độ dày rải đất và số lần đầm hợp lý nhất.

§8.5. THI CÔNG ĐẬP ĐẤT ĐẦM NÉN

I. Khái niệm chung

Đập đất đầm nén dùng vật liệu tại chỗ, kỹ thuật thi công đơn giản. Thi công đập đất đầm nén là một dây chuyền sản xuất liên tục bao gồm các khâu đào, vận chuyển, đổ, san và đầm. Trong vận chuyển phải xét cả việc vận chuyển đất lên mặt đập trong các thời kỳ đập nâng cao dần.

a) Những điều cần chú ý và những đặc điểm của thi công đập đất đầm nén

1. Khối lượng công trình đập đất thường rất lớn.

2. Kỹ thuật thi công đập đất đầm nén tương đối đơn giản, có thể thi công bằng cơ giới hoặc thủ công.

3. Không cho phép nước tràn qua đỉnh đập đất trong thời gian thi công và cả giai đoạn quản lý sử dụng. Do vậy khi thi công phải đắp đê quai có đủ độ cao và chiều cao của đập phải cao hơn chiều cao chống lũ khi đã nổi lên 2 bờ.

4. Lượng ngậm nước của đất đắp đập phải xấp xỉ lượng ngậm nước tốt nhất. Thực tế phải xử lý hoặc phơi đất cho khô, hoặc phải tăng thêm độ ẩm, điều đó gây trở ngại cho thi công. Đối với cát thì lượng ngậm nước không quan trọng, mà chủ yếu là xử lý khi lẫn nhiều tạp chất.

5. Có thể cơ giới hoá thi công toàn bộ các dây chuyền sản xuất và do đó đắp được nhiều đập cao.

6. Thi công đập đất phải coi trọng công tác dẫn dòng thi công để bảo đảm tiến độ thi công nhịp nhàng, đặc biệt ở giai đoạn lấp sông là phức tạp nhất.

7. Trong khu vực đập và bãi vật liệu, phải có công trình tháo nước để thi công luôn khô ráo.

b) Nguyên tắc thi công cơ giới đắp đập đầm nén

1. Đảm bảo cho máy chủ yếu phát huy được tác dụng cao nhất. Đó là các máy đào đất như máy đào một gầu có nhiệm vụ hoàn thành khâu công tác cơ bản là khai thác đất.

2. Số lượng các máy và phương tiện vận chuyển trong một dây chuyền đồng bộ được xác định bởi năng suất của máy chủ yếu. Số lượng các dây chuyền được xác định bởi khối lượng công việc và thời hạn hoàn thành.

3. Việc lựa chọn thành phần của một dây chuyền đồng bộ được tiến hành cho từng công trình bằng cách so sánh các phương án theo chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật.

II. Quy hoạch bãi vật liệu

Vật liệu dùng đắp đập gồm đất, cát hoặc cuội. Các bãi vật liệu trong các thời kỳ thiết kế đều phải thăm dò với mức độ khác nhau. Nội dung công việc gồm đo đạc địa hình, khoan mẫu thí nghiệm mẫu vật liệu, tính toán trữ lượng v.v...

a) Nguyên tắc chọn bãi vật liệu :

1. Chất lượng đất phải phù hợp với yêu cầu thiết kế và tương đối đồng nhất, lượng ngấm nước không chênh lệch quá lớn so với lượng ngấm nước tốt nhất.

2. Nên chọn bãi vật liệu gần đập để giảm quãng đường vận chuyển nhưng cũng không nên quá gần để ảnh hưởng tới ổn định của đập, bãi vật liệu cách chân đập ít nhất 100m.

3. Nên chọn bãi vật liệu có lớp phủ mỏng, ít cây cối để thuận tiện cho việc khai thác.

4. Tránh chọn bãi vật liệu với địa hình dốc, nơi vật liệu bị chôn quá sâu hoặc nằm dưới mực nước ngầm. Địa thế bãi vật liệu phải tiện cho việc tháo nước mặt và nước ngầm.

5. Chia bãi vật liệu thành bãi chủ yếu và bãi dự trữ. Trữ lượng của bãi vật liệu chủ yếu phải lớn hơn khối lượng đập từ $50 \div 100\%$. Bãi vật liệu dự trữ nên chọn ngoài lòng hồ để đề phòng bãi chủ yếu bị ngập khi hồ trữ nước hoặc mực nước dâng cao làm đất quá ướt. Trữ lượng bãi vật liệu dự trữ thường bằng $20 \div 30\%$ trữ lượng bãi vật liệu chủ yếu.

b) Kế hoạch sử dụng bãi vật liệu :

Khi khai thác và sử dụng các bãi vật liệu cần theo nguyên tắc sau :

1. Lợi dụng đất đào của các công trình khác để đắp đập, như vậy giảm được giá thành công trình.

2. Trình tự sử dụng bãi vật liệu có liên quan đến vị trí đắp đập theo yêu cầu để tận dụng hết đất và tăng tốc độ đắp đập v.v... Nên tuân theo quy định sau: đất chỗ thấp đắp nơi thấp, đất chỗ cao đắp nơi cao; đất gần dùng trước, đất xa dùng sau, đất thấp dùng trước, đất cao dùng sau.

3. Để tránh bị ngập đường vận chuyển và bãi vật liệu, nên sử dụng bãi vật liệu thượng lưu trước, bãi vật liệu hạ lưu sau. Hoặc để tránh bớt vận chuyển chổng chéo nhau, mở rộng diện công tác, có thể đồng thời dùng cả bãi thượng lưu và hạ lưu.

4. Cao trình của các bãi vật liệu phải phối hợp chặt chẽ với cao trình các đoạn thân đập. Cần chú ý sắp xếp vận chuyển giữa các loại vật liệu, tránh hiện tượng vận chuyển ngược chiều hoặc chổng chéo lên nhau.

5. Các bãi vật liệu khác, vận chuyển thuận lợi, nên giành tới giai đoạn đắp đập cao trình chống lũ.

III. Đào và vận chuyển đất lên đập

Trước khi khai thác bãi vật liệu cần phải làm công tác chuẩn bị như chặt cây cối, đào rễ cây, đào bỏ lớp đất phủ hoặc lớp đất không phù hợp với yêu cầu đắp đập. Đồng thời phải làm tốt hệ thống tháo nước, ngăn nước để đảm bảo vật liệu được khô ráo và hoàn thành hệ thống đường sá vận chuyển đất.

Đào lớp đất mặt ở bãi vật liệu có thể dùng nhân lực để đào, hoặc dùng máy cạp để đào và vận chuyển đất ra bãi thải. Nếu cự ly vận chuyển không quá 100 mét và chiều dày lớp đất mặt mỏng, có thể dùng máy ủi cho thích hợp.

Việc chọn công cụ hoặc máy đào và vận chuyển đất chủ yếu dựa vào các nhân tố sau:

1. Khối lượng công trình lớn hay nhỏ ;
2. Khoảng cách vận chuyển xa hay gần ;
3. Khối đất cần khai thác dày hay mỏng, ở sâu hay nông ;
4. Tình hình chất đất có phân bố đồng nhất theo chiều sâu hay không.

Nếu dùng máy đào gầu ngược để khai thác vật liệu, thì công cụ vận chuyển phối hợp là ô tô tự đổ, máy kéo rơ moóc, vận chuyển bằng đường ray hoặc bằng băng chuyền.

Nếu chất đất thoả mãn yêu cầu đắp đập mà phân bố đồng nhất đều đặn theo chiều sâu có thể dùng máy đào gầu sấp hay gầu ngược để đào. Nếu chất đất phân bố không đều theo chiều sâu khai thác thì nên dùng máy cạp.

Khi dùng máy đào một gầu để khai thác bãi vật liệu thì phải tiến hành chia bãi vật liệu thành những khoang đào. Có thể bố trí khoang đào cho máy đào gầu ngược phối hợp với ô tô tự đổ. Mặt công tác nhỏ, không cần thiết bị phụ khác. Hình 8-19, bố trí máy đào gầu ngược phối hợp với ô tô tự đổ. Mặt công tác lớn có thể phối hợp với nhiều máy móc như băng chuyền.

Căn cứ tính năng máy đào phân bãi vật liệu thành khoang đào có chiều rộng bằng nhau. Số khoang đào N tính như sau :

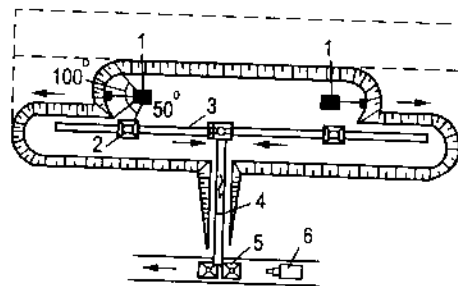
$$N = \frac{B}{b}$$

Trong đó :

B - chiều rộng bãi vật liệu;

b - chiều rộng khoang đào.

Để giảm bớt sự chuyển dịch của máy đào từ khoang đào này sang khoang đào khác và giảm bớt công tác



Hình 8-19. Bố trí máy đào gầu ngược phối hợp với công cụ vận chuyển. Máy đào phối hợp với xe tự đổ qua băng chuyền

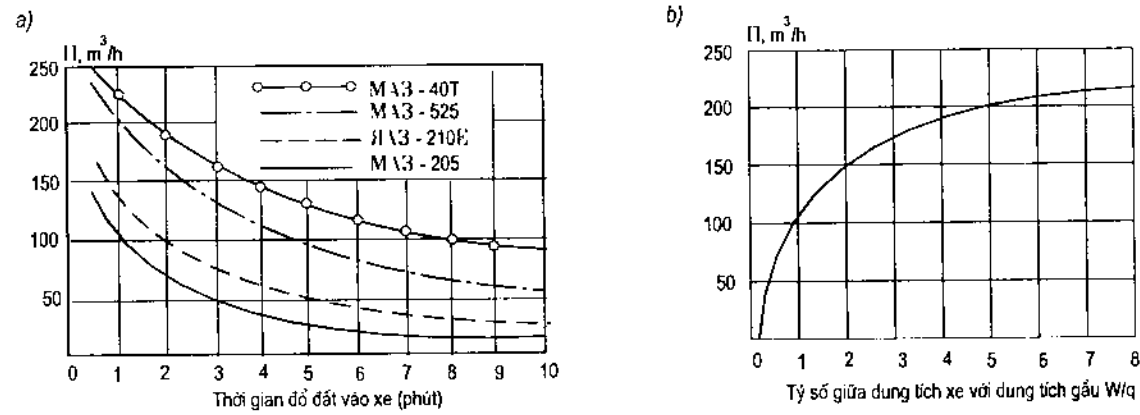
1. Máy đào; 2. Platform di động; 3. Băng chuyền nhánh; 4. Băng chuyền cố định; 5. Platform cố định; 6. Xe tự đổ.

tu sửa đường xá, tăng hệ số lợi dụng thời gian của máy móc nên bố trí khoang đào chạy dọc theo bãi vật liệu.

Chọn ô tô phối hợp với máy đào cần thoả mãn yêu cầu sao cho sự phối hợp đổ đất của máy đào vào xe hợp lý. Cụ thể là dựa vào quan hệ giữa năng suất máy đào và tỷ số giữa dung tích thùng xe và dung tích gầu xúc (hình 8-21) để chọn loại ô tô phối hợp với máy đào.

Từ hình 8-20 thấy rõ năng suất cao nhất của máy đào đạt được khi $\frac{W}{q} = 5 \div 7$, tiếp tục tăng tỷ số $\frac{W}{q}$ thì hiệu ích không đạt được. Về mặt khác, từ hình đó thấy rõ, khi dung

tích thùng xe bằng dung tích gầu thì năng suất của máy đào giảm xuống bằng 0,6 năng suất lớn nhất. Từ đó cần nêu ra một nguyên tắc, đối với máy đào đã biết dung tích gầu xúc thì nhất thiết phải phối hợp với ô tô tự đổ có dung tích thùng xe bằng $5 \div 7$ dung tích của gầu xúc.



Hình 8-20. Sự thay đổi các thông số của năng suất máy đào khi phối hợp với xe vận chuyển
 a) Ảnh hưởng của sự thay đổi thời gian đổ đất và xe đến năng suất máy đào;
 b) Ảnh hưởng của sự thay đổi tỷ số giữa dung tích thùng xe và dung tích gầu đối với năng suất của máy xúc ứng với thời gian xúc đổ vào xe là 1 phút.

Theo kết quả nghiên cứu của I. I. Znamenxki thì số lần máy đào đổ vào ô tô trong phạm vi $4 \div 7$ lần là hợp lý. Nếu gọi Q là tải trọng của ô tô thì số lần đổ đất m sẽ là ;

$$m = \frac{Q}{q\gamma_k K_{II} K'_P} \tag{8-13}$$

Trong đó :

- Q - tải trọng của ô tô;
- γ_k - khối lượng riêng của đất chặt ở bãi vật liệu, (kg/cm³);
- q - dung tích gầu của máy đào, (m³);

K_{jt} - hệ số dây gầu;

$K'_p = \frac{1}{K_p}$; K_p - hệ số tơi xộp của đất.

Còn số lượng ôtô phục vụ cho một máy đào trong dây chuyền sản xuất phải đảm bảo điều kiện làm việc liên tục của máy đào. Như thế cần phải thoả mãn yêu cầu là : trong thời gian một xe chở nặng đang đi trên đường tới vị trí đổ và trở lại vị trí chờ lấy đất thì các xe khác đã được máy đào đổ đầy.

Điều kiện trên được thể hiện bằng phương trình sau :

$$(N_x - 1) t_{l1} = \frac{L}{v_1} + \frac{L}{v_2} + t_p + t_3, \quad (8-14)$$

Trong đó :

N_x - số lượng xe phục vụ cho một máy đào ;

t_{l1} - thời gian để đổ đầy 1 xe, có xét cả thời gian xe phải tiến lùi vào vị trí lấy đất, (giờ);

L - khoảng cách từ khoang đào tới vị trí đổ đất, km ;

v_1 và v_2 - tốc độ trên đường của xe lúc chở nặng và lúc xe không, (km/giờ);

t_3 - thời gian trở ngại dọc đường của xe, (giờ);

t_p - thời gian đổ đất của xe, có kể đến thời gian xe phải tiến lùi vào vị trí đổ, (giờ).

Cần chú ý là các xe tự đổ trong một ngày đêm chỉ làm việc 2 ca, để đáp ứng đủ số xe cho cả 3 ca phục vụ cho các máy đào thì cần số lượng xe là :

$$N = \frac{1,5 N_x N_3}{K_{TII}} \quad (8-15)$$

Trong đó :

N_3 - số lượng các máy đào làm việc đồng thời cả 3 ca ;

K_{TII} - hệ số đảm bảo kỹ thuật của trạm sửa chữa xe máy (0,67 ÷ 0,70).

Trường hợp vận chuyển đất bằng xe goòng thì có thể dùng hình thức bờ đất hoặc hầm lấy đất (hình 8-21).

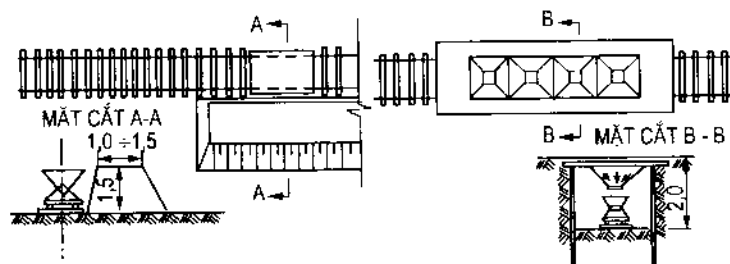
Hình 8-21. Các hình thức đổ đất vào xe ở bãi vật liệu

a) Kiểu bờ đổ đất;

b) Kiểu hầm đổ đất;

1. Xe goòng; 2. Đường ray;

3. Phễu đổ đất



IV. Thi công trên mặt đập

Công tác mặt đập là khâu chủ yếu của thi công đập đất đầm nén. Nội dung công tác mặt đập bao gồm các phần việc :

1. Dọn nền đập : đào hết cỏ, rễ cây, lớp đất xấu hoặc phong hoá đổ ra ngoài phạm vi đập ;
2. Xử lý nền khi cần thiết ;
3. Vận chuyển đất lên mặt đập và rải thành từng lớp ;
4. Xử lý lượng ngấm nước của đất đã rải trên mặt đập khi cần thiết ;
5. Đầm nén đất ;
6. Sửa mái đập.

Sau đây chỉ đi sâu vào công tác dọn nền đập và công tác đắp thân đập.

a) Công tác dọn nền đập

Nội dung của công tác dọn nền đập gồm có :

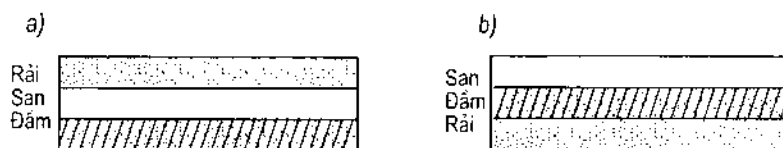
- Dọn sạch các cây cối, bụi cây, gạch đá, mô mả trong phạm vi đập ;
- Bóc lớp đất hữu cơ và đất đến độ sâu 1 m bằng máy ủi hoặc máy cày và đẩy về phía thượng lưu hoặc hạ lưu của đập. Sau đó nền đập được xới lên để tiếp xúc với đất đắp tốt hơn. Nếu chưa kịp đắp ngay thì sau khi dọn sạch nền thông thường chừa lại một lớp đất bảo vệ và chỉ dọn đi ngay trước lúc đắp đập.
- Lắp các hố khoan thí nghiệm, các giếng thăm dò bằng cách dùng đất đắp đập để lấp lại theo tiêu chuẩn đầm nén.
- Mọi vòi nước chảy ra đều được tập trung lại và dẫn về hạ lưu. Làm tốt hệ thống tháo nước mặt và nước ngầm, bảo đảm thi công được tiện lợi nhanh chóng.
- Giải quyết các chỗ nối tiếp : bộ phận sườn núi ở 2 bờ tiếp giáp với tường tâm, tường nghiêng hoặc thân đập đồng chất thì phải bóc đến lớp đất không thấm hoặc làm chân đan cắm sâu vào sườn núi. Sườn núi là đá khi bạt mái không được dốc hơn 1:1. Nếu sườn núi là đất có tính dính thì mặt nối tiếp không nên thẳng góc với tuyến đập mà nên chệch một góc 45° , mái dốc từ 1:1 đến 2:1 và có thể làm chân đan cắm sâu vào sườn núi. Bộ phận sườn núi nối tiếp với đất không có tính dính, mái dốc của nó không được nhỏ hơn mái dốc ổn định trong trường hợp đất ở sườn núi bị bão hoà, nếu không sẽ bị sạt lở mái.
- Trường hợp phải làm tường răng ngăn nước, trước khi đắp đất phải dọn sạch đá vụn, đá tảng, đá mô côi trên mặt rồi dùng nước xới rửa cho sạch. Xung quanh tường ngăn nước và 2 bên sườn núi phải bố trí rãnh thoát nước. Có biện pháp ngăn nước mưa, nước thấm không cho chảy vào phạm vi tường ngăn nước.

Sau khi đã làm xong công tác chuẩn bị cần làm vắn bản nghiệm thu nền, trong đó đánh dấu các cao trình địa hình (kèm theo mặt cắt ngang), điều kiện địa chất, các đặc trưng địa chất công trình của đất nền, các số liệu về nước ngầm và các số liệu cần thiết của thiết kế, sau đó mới cho phép đổ đất đắp đập.

b) Công tác trên mặt đập

Nội dung công tác trên mặt đập gồm 3 phần việc chính là rải, san và đầm. Ngoài ra còn một số công tác khác như xây vật thoát nước, lát mái và trồng cỏ.

Muốn cho 3 phần việc rải, san, đầm không chồng chéo lên nhau và để tăng nhanh tốc độ thi công, chúng ta phải thi công theo dây chuyền để hoàn thành các phần việc đó. Phương pháp tổ chức thi công dây chuyền trên mặt đập tức là chia mặt đập thành từng đoạn, trên mỗi đoạn sẽ hoàn thành 1 phần việc và các phần việc sẽ tiến hành đồng thời theo thứ tự rải, san, đầm (hình 8-22).



Hình 8-22. Thi công dây chuyền trên mặt đập
a) Kíp thứ nhất làm việc; b) Kíp thứ hai làm việc.

Thí dụ khi dùng băng chuyền hoặc ô tô tự đổ chuyển đất lên đập, công tác mặt đập chia làm 3 phần việc : đổ đất, san đất (gồm tưới nước nếu có) và đầm đất. Nhưng nếu dùng máy cạp để vận chuyển đất lên đập có thể chia làm 2 phần việc : đổ đất (trong đó bao gồm cả xới đất, san đất và tưới nước nếu có) và đầm đất.

Diện tích mỗi đoạn công tác phải bằng nhau và phải đủ để đội máy và đội công tác phát huy hết tác dụng, trong cùng một thời gian đã định mỗi đội đều hoàn thành nhiệm vụ trên một đoạn công tác. Diện tích mỗi đoạn quyết định bởi cường độ vận chuyển đất lên đập và độ dày rải đất của mỗi lớp, do đó diện tích rải đất F cho mỗi kíp xác định như sau:

$$F = \frac{Q}{h}, \text{ (m}^2\text{)} \quad (8-16)$$

Trong đó :

Q - cường độ vận chuyển đất rời lên đập, (m³/kíp) ;

h - độ dày rải đất mỗi lớp, (m).

Muốn xác định cường độ vận chuyển đất rời lên đập Q , phải căn cứ vào thời đoạn thi công đó cần đắp khối lượng là bao nhiêu, tức là :

$$Q = \frac{V}{nTK}, \text{ (m}^3\text{/kíp)} \quad (8-17)$$

Trong đó :

V - thể tích đất rời cần đắp đập trong thời đoạn thi công đó, (m^3) ;

n - số ngày làm việc thực tế trong tháng ;

T - thời đoạn thi công nào đó, (tháng) ;

K - số kíp trong một ngày.

Cần chỉ rõ : giá trị của Q là cường độ đắp đập bình quân của các giai đoạn thi công trong kế hoạch tiến độ thi công. Đơn vị thời gian để sắp xếp làm việc theo dây chuyền là kíp hoặc nửa kíp, thậm chí là giờ để tính toán, đó là tùy mặt đập rộng hay hẹp, số đoạn công tác nhiều hay ít mà xác định. Ở những chỗ mặt đập rộng thì đoạn công tác cũng được phân chia tương đối lớn, do đó đơn vị thời gian có thể chọn tương đối lớn, nhưng ở bộ phận sát đỉnh đập, diện tích công tác hẹp, nếu vẫn dùng đơn vị thời gian tương đối lớn thì số đoạn công tác tính ra ít, diện tích công tác chạy dài khó tổ chức thi công dây chuyền, do đó nên chọn đơn vị thời gian nhỏ.

Số đoạn công tác trên mặt đập được tính như sau :

$$m = \frac{F_1}{F} , \quad (8-18)$$

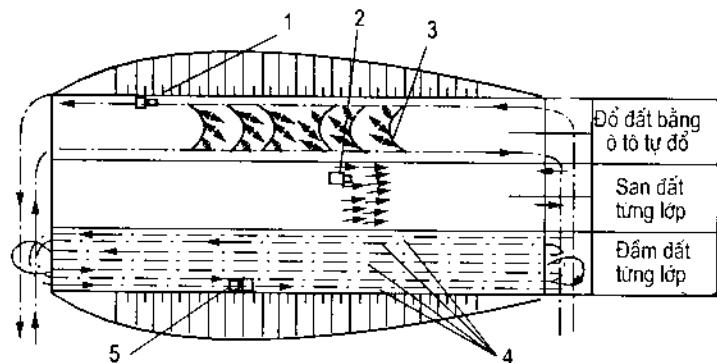
Trong đó :

F_1 - diện tích mặt đập ở 1 cao trình nào đó, (m^2) ;

F - diện tích rải đất trong đơn vị thời gian (1 kíp hoặc nửa kíp) ;

Số đoạn công tác m phải là số nguyên, nếu tính toán m không phải là số nguyên cần phải điều chỉnh cường độ lên đập hoặc đơn vị thời gian để nó trở thành số nguyên.

Chiều dài của một đoạn công tác bị giới hạn bởi độ dài nhỏ nhất của đoạn đầm nén, phụ thuộc vào loại máy đầm và sơ đồ hành trình, thông thường lấy bằng 10m (khi đầm bằng đầm đốt trong) tới 200m (khi đầm bằng đầm lăn ép). Chiều dày một lớp đất rải được xác định bởi loại máy đầm, bởi tính chất của lớp đất rải và dao động trong phạm vi từ 0,1 ÷ 2m (thí dụ, khi nén chặt đất cát bằng đầm chấn động



Hình 8-23. Chia các đoạn công tác của đập đồng chất trong trường hợp làm ẩm đất ở ngay bãi vật liệu

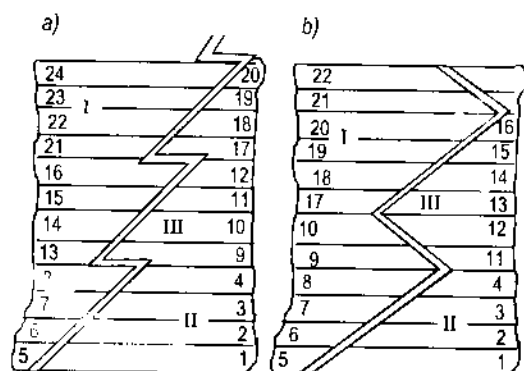
1. Xe tự đổ; 2. Máy ủi; 3. Trục hướng chuyển động của xe tự đổ; 4. Trình tự di chuyển của máy đầm; 5. Máy đầm.

thì chiều dày cho phép của 1 lớp tới $1,5 \div 2\text{m}$, còn nén chặt bằng đầm lăn phẳng từ $0,10 \div 0,15\text{m}$).

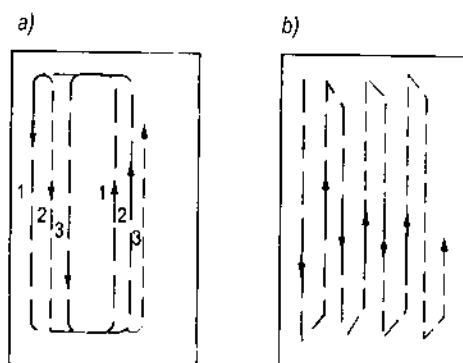
Việc rải đất bắt đầu từ những đoạn thấp nhất và rải thành những lớp nằm ngang hoặc hơi nghiêng (với độ dốc tới 0,5% về phía thượng lưu).

Thông thường các đập đồng chất được rải sao cho chiều cao đập lên đều theo chiều rộng, cũng như chiều dài của đập. Khi trong đập có lăng trụ thoát nước thì việc đắp chiều cao của lăng trụ luôn vượt trước chiều cao thân đập để bảo đảm nén chặt đất ở vị trí nối tiếp. Trình tự rải, san, đầm có thể xem ở hình 8-24.

Đập có tường tâm hoặc tường nghiêng được đắp theo trình tự khác đập đồng chất. Khi có tường tâm bằng đất sét đập có thể đắp theo sơ đồ biểu thị trên hình 8-25. Trong trường hợp này tường tâm luôn luôn vượt trước khối lăng trụ bên 3 hoặc 4 lớp và sau khi đắp tầng lọc ngược mới tiến hành đắp khối lăng trụ bên (8-35a), hoặc lần lượt vượt trước của khối lăng trụ bên và tường tâm (8-36b).



Hình 8-24. Đập đập có tường tâm
I. Khối lăng trụ bên; II. Tường tâm;
III. Lớp lọc ngược; 1-2-3... Trình tự
đắp khối lăng trụ bên và tường tâm



Hình 8-25. Các phương pháp
đầm nén trên mặt đập
a) Phương pháp đầm vòng;
b) Phương pháp đầm tiến lùi

Trong những vùng thường có mưa rào, tường tâm đất sét cần được bảo vệ bởi mái che. Khi đắp tường tâm nghiêng thì khối lăng trụ hạ lưu thì công lên trước, còn thượng lưu - đắp sau tường tâm. Đất được xe tự đổ chở đến rải xuống và chỉ đắp đến cao trình nằm thấp hơn đỉnh đập. Việc đắp đến cao trình thiết kế được tiến hành cùng với việc gạt phần đất chưa nén chặt ở mái đập và dùng máy ủi đẩy lên đỉnh đập, san bằng và nén chặt.

Khi lượng ngậm nước của đất đắp đập không đủ phải tưới thêm nước. Đối với đất có tính sét nên tưới ngay ở bãi vật liệu, còn đối với đất tính cát có thể tưới nước trên mặt đập sau khi đã san phẳng.

Lượng nước cần thiết cho 1m^3 đất rời được xác định theo công thức :

$$Q = (\delta_2 W_0 - \delta_1 W_c) \frac{\delta_1}{\delta_2} , \quad (8-19)$$

hoặc cho 1m^3 đất chưa phá vỡ kết cấu (ở bãi vật liệu):

$$Q = (\delta_2 W_0 - \delta_1 W_c) \frac{\delta_1}{\delta_2} , \quad (8-20)$$

Trong đó :

Q - lượng nước cần bổ sung cho 1m^3 đất, (m^3);

W_0, W_c - lượng ngậm nước tự nhiên và tối nhất, (%);

δ_1 - độ chặt của đất tối xốp, (T/m^3);

δ_2 - độ chặt của đất sau khi đầm, (T/m^3);

δ_1 - độ chặt của đất ở bãi vật liệu, (T/m^3).

Việc làm ẩm đất hoàng thổ và đất sét tiến hành trực tiếp trước khi đầm trên đoạn công tác không đạt yêu cầu vì khi tưới tạo nên bùn bám vào núm chân dè. Vì thế đất dính phải tưới ở bãi vật liệu. Tại chỗ cần khai thác thì phủ bằng một lớp nước sâu $10 \div 20\text{cm}$ theo từng đoạn công tác riêng và giữ như vậy đến bao giờ nước không còn thấm vào đất. Việc làm ẩm đất trong bãi vật liệu có thể tiến hành cho nước vào rãnh sâu $4 \div 6\text{m}$ hoặc vào các lỗ khoan sâu.

Sau khi đã hoàn thành công tác rải, sau khi tiến hành đầm nén mặt đập theo từng lớp. Nếu dùng đầm chân dè hoặc đầm bánh hơi thường có hai hình thức bố trí là đầm vòng và đầm tiến lùi (hình 8-25).

Phương pháp đầm vòng dùng với đoạn công tác rộng có thể tổ hợp $2 \div 3$ đầm do một máy kéo điều khiển. Đầm theo phương pháp này thì năng suất tương đối cao, nén chặt đều, nhưng ở 4 góc của mặt công tác khó tránh khỏi đầm sót và đầm trùng. Tại chỗ máy quay vòng đất thường bị tác dụng của lực cắt và lực xoáy tương đối lớn nên kết cấu của đất dễ bị phá hoại, do đó khó bảo đảm chất lượng ở hai đầu mút đoạn công tác.

Phương pháp đầm tiến lùi thường dùng với đoạn công tác hẹp, nhưng cũng thích hợp với đoạn công tác rộng. Đặc điểm của phương pháp này là thao tác đơn giản, dễ khống chế chất lượng. Nhưng ở 2 đầu mút đoạn công tác phải ngừng máy để thay đổi hướng máy chạy nên ảnh hưởng đến năng suất. Độ rộng xé dịch của máy đầm trong quá trình đầm nén có thể xác định như sau :

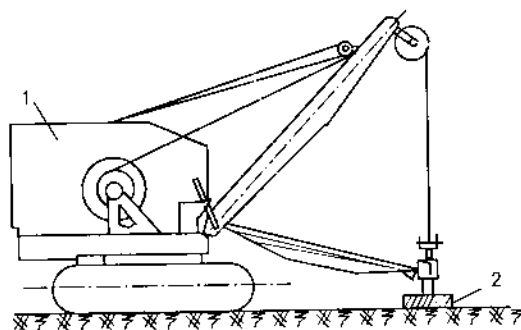
$$b = \frac{B}{n} , \quad (8-21)$$

Trong đó :

B - chiều rộng của máy đầm, (m) ;

n - số lần đầm cần thiết.

Khi đầm bằng đầm búa treo ở đầu cần trục, máy đầm sẽ di chuyển trong đoạn công tác từ mép này sang mép kia thành một đường vòng cung. Các vết đầm này phải chồng lên vết đầm kia $10 \div 15\text{cm}$ và mỗi hàng vòng cung cũng phải chồng lên nhau như vậy. Khối lượng đầm tương đối lớn nên khi đầm chú ý những chỗ nối tiếp với các kết cấu bê tông, tránh làm hư hỏng công trình (hình 8-26).



Hình 8-26. Đầm bằng đầm búa nặng
1. Máy đầm trục; 2. Búa đầm.

Khi rải, san và đầm lên theo phương song song với tuyến đập để tránh tạo ra những chỗ xung yếu thuận đường nước thấm từ thượng lưu về hạ lưu. Rải, san và đầm phải đều đặn và bằng phẳng, tránh tình trạng mặt đập bị lồi lõm làm cho nước mưa có thể ứ đọng ở mặt đập ảnh hưởng đến chất lượng. Đầm chặt xong lấy mẫu kiểm tra đạt yêu cầu mới đắp lớp mới. Để cho lớp mới và lớp cũ kết hợp chặt chẽ với nhau, thường xới lớp cũ lên $1 \div 2\text{cm}$ trừ khi dùng đầm chân dê.

V. Khống chế và kiểm tra chất lượng

Trong suốt quá trình thi công đập đất đầm nén phải khống chế và thường xuyên kiểm tra chất lượng đầm bảo phù hợp với quy cách kỹ thuật ghi trong văn bản thiết kế và quy phạm thi công.

1. Đối với đất khai thác ở bãi vật liệu cần phải kiểm tra khống chế lượng ngậm nước, kích thước hòn đất, chất đất v.v... Đồng thời phải kiểm tra hệ thống tháo nước, biện pháp phòng mưa.

2. Ở mặt đập phải kiểm tra, khống chế độ dày rải đất, kích thước hòn đất, lượng ngậm nước, mức độ nén chặt (khối lượng riêng khô) và tình hình kết hợp giữa các lớp đầm nén. Cần phải chú ý phát hiện kịp thời những hiện tượng nứt nẻ, mặt nhẵn, bóc lớp, bùng nhùng và đầm không đạt yêu cầu. Nếu có những hiện tượng trên phải phân tích nguyên nhân, kiểm tra toàn diện và kịp thời bổ cứu. Ngoài ra mỗi khi thân đập được nâng cao $3 \div 5\text{m}$ thì lấy một số mẫu đất ở các bộ phận của thân đập tiến hành thí nghiệm tính chất cơ lý của đất để làm căn cứ đối chiếu với yêu cầu thiết kế và quản lý công trình sau này.

3. Đối với các bộ phận khác của thân đập như tường tâm, tường nghiêng và tầng lọc phải thường xuyên kiểm tra chất lượng, bảo đảm lượng ngậm nước, khối lượng riêng khô. Đối với tường răng thì việc bố trí lấy mẫu không được ít hơn 3 hàng, trong mỗi hàng điểm này cách điểm kia không quá 30m. Điểm lấy mẫu ở các hàng nên chênh lệch nhau. Đối với mái đập, mỗi lần đầm xong một lớp phải lấy mẫu để thí nghiệm và sau khi sửa mái xong cũng phải kiểm tra một số nơi trọng điểm.

Ngoài những nơi lấy mẫu quy định ra, còn kiểm tra ở những nơi nghi vấn (hàm lượng nước quá cao hoặc quá thấp, chất đất, đầm không đủ, rải đất không đều v.v...) và những nơi kết hợp các bộ phận khác với thân đập (thân đập và kết cấu cứng của công trình, nơi kết hợp với sườn núi, chỗ nối tiếp giữa các đoạn công tác với nhau v.v...).

Đối với đồng đá tiêu nước thì chủ yếu là kiểm tra khống chế chất lượng đồng đá, độ chặt, độ rỗng và cấp phối xem có phù hợp với quy phạm thi công và quy cách kỹ thuật ghi trong văn bản thiết kế hay không.

VI. Biện pháp thi công đập đất trong mùa mưa lũ

Đặc điểm của khí hậu và thời tiết ở nước ta là mưa nhiều, do đó thi công các công trình đất nói chung và thi công đập đất đầm nén nói riêng, nhất là đất có tính dính cần phải có biện pháp thi công thích hợp trong mùa mưa lũ để đảm bảo tiến độ thi công và chất lượng công trình.

Nói chung có thể dùng các biện pháp sau :

1. Cần có hệ thống tháo nước tốt để đảm bảo bãi vật liệu, đường xá, nền đập, mặt đập được khô ráo, thoát nước được nhanh để sau khi mưa có thể tiếp tục thi công được.

2. Tường tâm, tường nghiêng thường bằng đất sét nếu gặp mưa sẽ thành bùn nhão, khó thi công, cho nên phải tranh thủ ngày nắng ráo mà thi công với cường độ lớn nhất. Nhưng để tường tâm luôn luôn không vượt quá vỏ đập một mét thì phải dùng biện pháp đắp đập theo mặt cắt tạm thời.

3. Một số biện pháp phòng mưa, rút ngắn thời gian nghỉ sau khi mưa.

a) Làm nhà trú mưa tạm thời cho công nhân ở gần hiện trường, bãi vật liệu, dọc đường vận chuyển để khi mưa xong công nhân có thể tiếp tục làm việc ngay được.

b) Dự trữ vật liệu đắp đập, nên dự trữ 1 khối lượng đất sét cần thiết đã được xử lý độ ẩm, đem đổ đồng và che đậy kỹ. Nếu sau khi mưa đất ở bãi vật liệu chưa dùng được vì lượng ngậm nước quá lớn thì đem dùng đất dự trữ để có thể tiếp tục thi công.

Chương 9

ĐÁP ĐẬP BẰNG PHƯƠNG PHÁP ĐỔ ĐẤT TRONG NƯỚC

§9.1. MỞ ĐẦU

Thi công đập bằng phương pháp đắp đất trong nước được áp dụng cách đây 40 năm ở vùng trung á Liên Xô. Năm 1960 phương pháp này đã được làm thí điểm ở Việt Nam (đập Đại Lải - Vĩnh Phú, và đập Thượng Tuy - Nghệ Tĩnh).

Trình tự đắp đập như sau :

1. Nạo vét nhằm dọn sạch nền đập;
2. Đắp bờ tạo thành những ô trên mặt đập;
3. Tưới nước vào ô tới một độ sâu tính toán;
4. Chờ mực nước ổn định (ở trạng thái tĩnh) thì bắt đầu đổ đất dần từ bờ ô bên này sang bờ ô bên kia.

Như vậy đắp dần từng lớp một theo thứ tự : đắp bờ chia ô, tưới nước, đắp đất cho tới khi đạt được mặt cắt thiết kế.

Thi công theo phương pháp này không yêu cầu phải san và đầm chặt đất, có thể tiến hành ngay trong mùa mưa.

1. Đặc điểm của thi công đắp đất trong nước

1. Không cần công cụ san đầm, do vậy giảm được phí tổn san đầm, tăng nhanh tốc độ thi công.
2. Diện công tác lớn, có thể tập trung sức người và máy móc để tăng nhanh tốc độ thi công.
3. Thời gian thi công ít bị ảnh hưởng của khí hậu, thời tiết : Trừ những ngày mưa lớn, còn đều có thể thi công được. Sau khi mưa lớn có thể thi công ngay.
4. Thân đập có tính dẻo lớn, thích hợp với sự biến dạng vì lún của thân và nền đập. Đối với nền đập có tính co ép lớn thì phương pháp này càng thích hợp.
5. Do phải tưới nước khi đắp đất, cho nên có thể phát hiện được những hang hốc ở nền đập và hai bên bờ một cách kịp thời và dễ dàng, có thể tìm được biện pháp sửa chữa, bảo đảm tốt sự kết hợp giữa đập với nền và hai bên bờ.
6. Không chế chất lượng dễ dàng, thi công không phức tạp, dễ nắm được kỹ thuật thi công.

7. Đập đất đắp theo phương pháp đổ đất trong nước khác với đập đất đầm nén là dung trọng khô thời kỳ đầu thấp, lượng ngậm nước lớn, cường độ của đất thấp cho nên trường hợp thi công nhanh dễ sinh ra hiện tượng sụt mái. Để mái đập được ổn định, cần làm thoải mái hơn, dẫn đến khối lượng đắp lớn. Việc bố trí thi công trên mặt đập tương đối phức tạp, thường xuyên phải thay đổi hướng đắp đất và tưới nước. Trong quá trình thi công phải đảm bảo đủ nguồn nước tưới và các thiết bị bơm nước, tháo nước.

II. Yêu cầu cơ bản khi thi công

1. Đất đắp đập phải bảo đảm thành phần hạt và tính thấm nước nhất định

a) *Chất đất* : Ở nước ta qua thí nghiệm và thi công thấy các loại đất vàng (hoàng thổ), đất thịt vừa, đất thịt nhẹ, đất thịt pha cát đều có thể dùng được.

Cần lưu ý mấy loại đất sau :

- Theo yêu cầu thì khối đất mỗi cạnh 5cm khi bỏ vào nước thấm ướt hoàn toàn trong 10 phút và có 2/3 trở lên khối đất tan ra là dùng được. Loại đất có lượng ngậm sét tới 50%, tuy mới bỏ vào thùng nước chỉ trong 5 hay 7 phút, khối đất đã tan ra như vữa cũng dùng được, nếu tan vỡ thành cục không dùng được.

- Đất lẫn sỏi không quá 6% và phân bố đều trong đất dùng đắp đập đồng chất. Nếu quá 6% phải xét yêu cầu dùng nước và mức thấm qua đập có cho phép hay không mà quyết định. Thường thường đất có lượng sỏi quá 6% không dùng đắp đập đồng chất mà chỉ dùng đắp thân đập tường xiên hay tường tâm. Khi đắp chú ý làm cho sỏi phân bố đều trong đất mà không để tập trung một nơi.

- Đất có nhiều cát có hạt đều nhau (hạt cùng một đường kính), trong đó lượng hạt sét chiếm khoảng 15% trở xuống không dùng được (đối với bờ kênh, đê v.v... không phụ thuộc điều này).

b) *Lượng ngậm nước trong đất*: Không nên dùng loại đất khô quá hay ẩm quá. Không dùng loại đất dính có lượng ngậm nước ít hơn 15% vì lâu tan, dễ sinh ra hiện tượng tan không đều. Lượng ngậm nước trong đất lớn quá 35% khó thi công, chất lượng khó đảm bảo nên cũng ít dùng. Chỉ nên dùng loại đất dính có lượng ngậm nước từ $15 \div 35\%$. Qua thi công ở đập Đại Lải, thấy rằng :

- Đất thịt, lượng ngậm nước thích hợp nhất từ $20 \div 22\%$.

- Đất do đá bị phong hoá, lượng ngậm nước thích hợp nhất từ $15 \div 25\%$.

- Đất pha cát (đất thịt pha cát vào khoảng 35%), lượng ngậm nước từ $8 \div 15\%$.

c) *Kích thước hòn đất*: Hòn đất cho phép lớn hay nhỏ tùy theo chất đất, lượng ngậm nước và công cụ vận chuyển mà định để đảm bảo khi hòn đất đổ vào nước có kích thước tiêu chuẩn vừa đủ lớn để rút được nước và không nhỏ quá dễ sinh ra hiện tượng bùn lũng.

2. Nguồn cung cấp nước phải đầy đủ và tương đối thuận tiện

Tuỳ theo điều kiện cụ thể để chọn nguồn nước:

a) Nguồn cung cấp nước là sông, suối có độ dốc lớn thì có thể đắp đập tạm ngăn ở phía thượng lưu đập chính nâng cao mức nước lên và dùng các kênh mương đưa thẳng vào các ô. Cách này tiết kiệm được phí tổn máy bơm và chủ động hơn.

b) Căn cứ vào địa thế, lợi dụng ở chỗ cao 2 đầu đập mà xây bể chứa nước. Dùng máy bơm, đưa nước vào bể. Nước từ bể chứa được dẫn vào ô bằng kênh nổi đắp bằng đất, máng gỗ hoặc máng tre luống hay ống dẫn bằng gang hoặc bằng vải cao su. Cách này cũng đảm bảo thi công trong bất cứ trường hợp bất lợi nào và tiết kiệm được nhiên liệu.

c) Lợi dụng hồ ao, giếng dùng máy bơm đưa nước trực tiếp lên đập. Cách này đòi hỏi phải có bơm cao áp, vì phải đưa nước lên cao và thường bị động do máy bơm hư hỏng.

3. Thời gian từ lúc đắp đến lúc đập bắt đầu làm việc phải đảm bảo điều kiện ổn định cho đập

Đập đất loại vừa và nhỏ của nước ta thường xây dựng ở vùng trung du và thượng du nên có thể bảo đảm cả 3 yêu cầu trên. Riêng điều kiện thứ ba đòi hỏi phải đặc biệt quan tâm, vì sau khi đắp xong, mùa lũ đến là đập phải làm việc ngay. Để phù hợp với tình hình ấy cần phải đắp đập sớm. Có thể bắt đầu đắp từ tháng 12 và xong vào tháng 4 năm sau để sang tháng 6, tháng 7 là đập bắt đầu làm việc. Ngoài biện pháp đắp đập sớm, còn có thể thiết kế mặt cắt đập lớn hơn, nghĩa là định dung trọng khô của đất thấp và mái đập thoải hơn. Có thể tham khảo quan hệ dung trọng khô của thân đập với thời gian như sau :

Đất mới đắp có dung trọng khô: $\gamma_c = 1,4 \text{ tấn/m}^3$.

Đất đắp sau 2 tháng: $\gamma_c = 1,55 \text{ tấn/m}^3$.

Đất đắp sau 6 tháng: $\gamma_c = 1,6 \div 1,65 \text{ tấn/m}^3$.

Đất đắp 1 năm trở lên: $\gamma_c = 1,65 \div 1,7 \text{ tấn/m}^3$.

§9.2. TRÌNH TỰ THI CÔNG

I. Dọn nền

Cũng giống như đập đất đầm nén, trước khi đắp đất phải bóc hết lớp đất hữu cơ, lớp phong hoá.

Đối với nền đất, sau khi dọn xong làm tơi đất với độ sâu $5 \div 10 \text{ cm}$, tiếp tục ngâm nước để nền lún xuống đến một mức ổn định tương đối.

Nếu nền là đất cát có lẫn sỏi thấm nước nhiều phải dọn sạch rác rưởi, cây cỏ, tưới nước ẩm, đắp 1 lớp đất, đầm kỹ trước khi đắp đất trong nước. Đối với nền đá có khe nứt

phải dùng bê tông, vữa xi măng hoặc đất sét lấp kỹ lại, sau đó dùng phương pháp đầm nén chia thành từng lớp đầm chặt đạt độ dày 50cm, mới bắt đầu dùng phương pháp đắp đất trong nước.

Trường hợp gặp những lỗ khoan thăm dò, thí nghiệm cần phải lấp cẩn thận. Lỗ khoan thăm dò lấp bằng đất sét, lỗ khoan thí nghiệm lấp bằng đất giống loại đất đắp đập.

Nói chung móng đá hay móng đất, khi dọn xong đều phải tranh thủ đắp đất ngay và đắp liên tục; trường hợp không đắp kịp, phải chừa lại 1 lớp đất dày từ 0,1m để bảo vệ móng không bị nứt nẻ hư hỏng, chỉ khi nào đắp mới bóc bỏ lớp đó đi.

Đối với chỗ 2 đầu đập nối với sườn đồi núi, sau khi dọn sạch sẽ cây cối, phải bạt hết đất xấu, tạo thành 1 mặt nghiêng theo mái từ 1/1 đến 2/1. Trên mặt nghiêng làm các chân canh hình cung sâu vào 0,50m và rộng 0,50m. Các chân canh cách nhau từ 2,50m đến 3,0m. Khi đắp chỗ này nên đầm phụ thêm cho kỹ. Kinh nghiệm ở một số đập thường hư hỏng mặt tiếp giáp trước là do việc xử lý không tốt.

II. Chia đoạn, chia ô

Dựa vào các nguyên tắc sau đây để quyết định :

- Kích thước mặt đập lớn hay nhỏ, chiều dài đập. Địa hình nơi đắp đập rộng hay hẹp, bằng phẳng hay gồ ghề, độ dốc chỗ nối tiếp hai đầu đập.

- Vị trí bãi lấy đất xa hay gần; đường vận chuyển tốt hay xấu; cách lấy đất và công cụ để đào, xúc, chuyển đất.

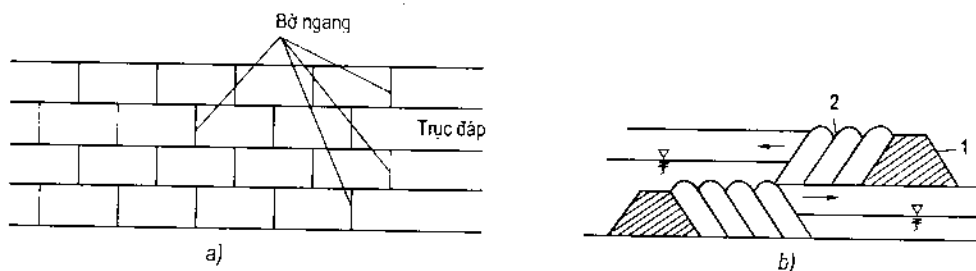
- Nguồn cung cấp nước xa hay gần, lấy ở suối hay lấy bằng bơm ở bể dự trữ hoặc công cụ lấy nước khác.

- Tổ chức lao động để làm các việc bao gồm : đào xúc đất, chuyển, đổ từng ô độc lập ; tổ chức một đội làm cả các khâu hay chuyên môn hoá cho từng đội theo từng việc riêng như đắp bờ, chuyển đất, xúc đất dự trữ đắp vào ô v.v...

Dựa vào 4 điểm trên mà chia đập thành nhiều hay ít đoạn và mỗi đoạn lại chia làm nhiều hay ít ô. Khi đắp đập, càng chia ít đoạn càng tốt, đỡ tốn kém trong công tác xử lý mặt nối tiếp.

Sau khi chia đoạn, tiến hành phân đoạn đó ra làm nhiều ô có kích thước hình vuông hay chữ nhật. Thông thường làm ô chữ nhật. Cạnh dài của ô song song với trục đập, cạnh ngắn thẳng góc với trục đập. Tỷ lệ thường lấy cạnh dài không lớn hơn 2 lần cạnh ngắn, trừ những ô ở 2 đầu đập.

Các ô được ngăn cách bởi bờ ngang và dọc. Bờ ngang thẳng góc với trục đập và bố trí so le nhau, không cùng trên một đường thẳng (hình 9-1a). Bờ ô của hai lớp đắp trên và dưới cũng cần chênh lệch một đoạn dài bằng a (hình 9-1b).



Hình 9-1. a) Bờ ngang thẳng góc với trục đập của các ô so le nhau ;
b) Bờ ô của 2 lớp đất trên dưới chênh lệch một đoạn a .

Cách tính a như sau :

$$a \geq D + 0,2m$$

a - khoảng cách giữa hai bờ của lớp trên và dưới, m;

D - chiều rộng đáy một bờ, m.

Diện tích của mỗi ô to hay nhỏ đều có ảnh hưởng lớn đến chất lượng và giá thành của đập. Vì vậy việc định diện tích mỗi ô phải cân nhắc kỹ, dựa vào bốn nguyên trên tổ chức đắp thử rút kinh nghiệm. Nói chung trong trường hợp thi công bằng thủ công hoặc kết hợp nửa cơ giới thì cứ $2 \div 4$ giờ đắp xong một ô. Diện tích mỗi ô vuông thường là $40 \div 200m^2$. Khi dùng máy móc để thi công như dùng máy xúc đào đất xe tự đổ vận chuyển, máy ủi để san đất và sửa bờ ô thì diện tích ô có thể tới $900m^2$ (30×30) và $1200m^2$ (30×40).

Thực tế ở công trường Đại lải chuyển đất bằng gánh xa $300 \div 500m$, đổ trực tiếp vào ô (có một phần đất dự trữ sẵn ở chỗ đắp) dùng đất thịt và đất vàng (hoàng thổ) thời gian đắp xong 1 ô cho phép là một giờ rưỡi đến hai giờ với lực lượng dân công từ $40 \div 50$ người, thì diện tích một ô từ $40 \div 60m^2$ là vừa. Khi chuyển đất bằng xe cút kít và các điều kiện khác cũng giống như trên diện tích một ô từ $60 \div 80m^2$.

Ngoài ra, thí nghiệm với một số đất khác cũng thấy diện tích ô nên lấy $40 \div 80m^2$.

III. Đắp bờ ô

Bờ ô chia ranh giới giữa các ô, là một phần của thân đập. Cho nên đất bờ ô phải là loại đất giống như đất đắp thân đập. Lượng ngấm nước từ $18 \div 24\%$. Bờ ô chia làm ba loại: đắp bờ ngoài cùng giáp mái đập, bờ dọc và bờ ngang. Chiều cao của bờ khi đắp bằng thủ công nói chung cao hơn mức nước trong ô là $0,10m$ riêng bờ ngoài cao hơn mức nước trong ô là $0,15m$. Mái bờ ô thường dùng là $1:1$. Mái bờ ngoài xoắn như mái đập. Bề rộng mặt bờ nếu không dùng làm đường vận chuyển thường từ $0,15m$ đến $0,20m$, không rộng quá $0,50m$. Như vậy xe bò, xe cải tiến hay ô tô không được đi lên bờ ô mà phải đi từ phía ô đã đắp rồi. Đất đắp trong ô thường cao hơn bờ. Như vậy đường viền các ô không rõ nên phải cắm cọc ở 4 góc để làm mốc. Dùng cọc tiêu, gia lông, cọc tre, thước dây, dây thừng định ra vị trí bờ. Căn cứ chiều cao, mái bờ để lên ga mặt cắt ngang bờ. Cứ $10m$ dựng một ga.

Đắp bờ ô theo các ga đã dựng. Đất rải từng lớp $0,15 \div 0,20\text{m}$ một, tiến hành đầm. Bờ không nên đầm chắc quá, để nước vẫn thấm vào được song cũng không nên thấm nhiều quá bờ dễ sạt. Mái bờ dùng xẻng, mai hay vỏ gỗ để đầm. Riêng bờ xung quanh mép đập phải đầm cho chắc để tránh hao mất nước và tránh sạt lở.

Chú ý khi đắp bờ phải đánh sờm mặt nền để khối đất bờ và nền gắn liền với nhau

IV. Tưới nước vào ô

a) Mức nước và thời gian

Tuỳ theo chất đất và qua thí nghiệm để xác định chiều sâu mức nước trong ô và thời gian ngâm nước. Với loại đất nói trên, các loại đập vừa và nhỏ có thể định chiều sâu nước bằng $25 \div 40\%$ chiều dày lớp đất đắp là hợp lý.

Chiều sâu nước trong ô chỉ mức nước ổn định, nghĩa là đổ nước vào, ngâm một thời gian tới lúc mức nước không cạn nữa. Vì vậy cho nước vào ô phải có mức nước cao hơn mức nước ổn định, độ cao thêm này khó xác định có thể cứ để nước cạn, sau khi ổn định nếu chưa đạt thì cho thêm nước. Cũng có trường hợp nước thừa nhiều nên phải tháo nước sang ô bên cạnh. Do đó trước tiên phải làm thử, theo dõi một số ô để rút ra kết luận cho từng lớp (theo chiều cao đập) xem khối lượng nước phải tăng ở mỗi ô là bao nhiêu quy ra chiều cao nước cho thêm vào các ô khác.

Thời gian cho nước vào mỗi ô có diện tích từ $60 \div 80\text{m}$ với độ cao mức nước nói trên là $30 \div 60$ phút. Nếu dùng nước máy bơm, hoặc ống dẫn từ bể chứa tới thì thời gian cho nước vào ô khoảng 45 phút, theo kinh nghiệm nếu thời gian cho nước vào ô nhanh quá dễ sạt lở bờ (vì mức nước lên cao nhanh) và dễ bị sôi thành hố ở chỗ nước chảy vào ô thời gian cho nước vào ô kéo dài quá cũng không tốt, vì mức nước lâu ổn định, thời gian thi công kéo dài, dễ tạo thành nhiều bùn.

Khi cho nước vào ô đủ chiều cao tính toán, cần phải ngâm nước trong ô từ $1 \div 2$ giờ nước mới tương đối ổn định. Sau đó tiếp tục ngâm thêm $1 \div 2$ giờ nữa mới tiến hành đắp đập. Tóm lại, thời gian từ lúc cho nước vào ô tới lúc đắp đập phải mất từ 2 giờ rưỡi đến 4 giờ ; trung bình là 3 giờ. Đặc biệt các ô của lớp đầu tiên giáp nền, giáp bờ sông suối cần ngâm lâu hơn. Thời gian ngâm phải từ $24 \div 48$ giờ để các chỗ tiếp giáp liên kết với nhau được tốt hơn.

b) Thiết bị lấy nước

Thiết bị lấy nước vào ô được quyết định ở các điều kiện khác nhau của công trình. Có thể áp dụng mấy cách như : tự chảy, dùng máy bơm.

c) Tưới nước vào các ô

Dẫn nước bằng kênh : Dẫn nước vào các ô có các kênh chính bố trí dọc theo trục đập và xen kẽ có các kênh phụ thẳng góc với kênh chính dùng để dẫn nước vào các ô.

Đáy kênh cao bằng mặt đập sẽ đắp. Kênh dẫn nước đều là kênh nổi, lợi dụng các bờ ô làm bờ kênh. Tốc độ cho phép nước chảy trong kênh $0,3 \div 0,5\text{m/sec}$. Các bờ kênh của lớp đất đắp dưới và trên không trùng nhau, phải đắp lệch một khoảng cách như đắp bờ chia ô. Khi đắp đất vào các ô tới đâu, lấp luôn kênh tới đó. Đến lớp đắp sau lại xây dựng hệ thống kênh dẫn nước khác.

Cách dẫn nước này làm ẩm ướt một vùng thi công lớn, tốn nhiều công làm kênh và phải chú ý tới tốc độ nước chảy để tránh xói lở bờ kênh ảnh hưởng tới thi công.

Dẫn nước bằng ống : Thường dùng ống cao su, ống vải gai, ống sành, ống gang hoặc máng gỗ. Ống dẫn chính là ống gang đặt ở ngoài mái đập, song song với trục đập, từ đó có các ống nhánh bằng cao su, vải gai đưa nước vào các ô.

Tháo nước thừa : Lúc đắp đất vào ô, mực nước các ô sẽ dâng lên cao hơn mức nước ổn định, vì vậy phải tháo liên tục để luôn có mức nước cố định. Nước được tháo sang ô bên cạnh bằng các ống đặt ở các bờ ô. Đáy ống cao bằng mức nước ổn định. Số ống dẫn nước thừa phải đủ để kịp dẫn hết nước thừa và đảm bảo tốc độ tránh xói bờ đáy ống và bờ ô. Ở Đại Lải, để tiêu hết nước thừa phải đặt 2 đến 3 ống luống có đường kính $10 \div 12\text{cm}$.

d) Một số điểm chú ý khi tưới nước vào ô :

- Tưới nước phải dứt điểm từng ô theo một thứ tự đã định trước, có ghi chép giờ giấc và mức nước cho vào từng ô.

- Không được cho nước chảy với vận tốc lớn và đổ trực tiếp vào ô. Nên lót phen hay lót vật gia cố ở chỗ nước đổ vào ô để tránh xói lở ô.

- Nước thừa tháo bằng ống luống. Nếu chảy mạnh cũng phải gia cố chỗ cửa ống để hạn chế sự xói của nước.

Khi đắp đất đến bờ phải đào bỏ ống luống đó đi, không được chôn lấp trong đập.

V. Đắp đất lấp ô

a) Đào và chuyển đất

Tuỳ theo phương tiện hiện có mà tính toán và chỉ đạo công việc đào đất cho hợp lý đảm bảo các yêu cầu chính của quá trình thi công. Dựa trên nguyên tắc đất phải thích hợp với chất lượng của đập, đồng thời phải tiết kiệm diện tích canh tác. Trong khi đào đất phải bố trí phân công thật hợp lý các lực lượng thi công.

Việc chọn loại công cụ vận chuyển thích hợp tuỳ thuộc điều kiện địa hình khu vực thi công mà chọn loại công cụ vận chuyển thích hợp. Phải chú ý tận dụng các công cụ cải tiến.

b) Cách đắp đất vào ô

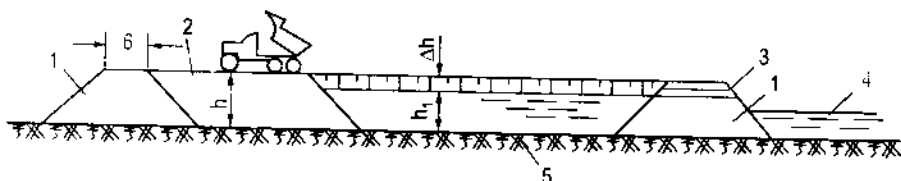
Khi mức nước trong ô ổn định (tức là đã đạt một thời gian quy định) thì đắp đất. Trình tự đắp bằng nhân công như sau : đầu tiên đổ đất vào cạnh bờ, vừa đổ đất vừa đập

và san bằng, dùng xẻng san dần xuống nước, san bằng mặt, san đến đâu dùng chân dậm chặt đến đó, bàn chân dậm đất đưa ngón về phía nước, cách mép nước $0,15 \div 0,20\text{m}$. Trong khi san đất cố tạo mặt giáp nước dốc đứng để tránh tạo thành bùn. Đắp theo thứ tự dần hàng ngang. Độ dày đất đắp phải thí nghiệm, thường có thể lấy trong phạm vi $30 \div 80\text{cm}$. Khi đắp bằng máy thì độ dày lớp đất đắp tùy thuộc ở chiều sâu nước trong ô h_1 , mặt đất đắp thường cao hơn mặt nước Δh . Tùy thuộc vào tính chất đất, xe vận chuyển có thể lấy Δh sơ bộ như sau :

Bảng 9-1

Chiều dày lớp đất đắp (m)	Trọng tải của ô tô (tấn)	Á cát và thịt nhẹ		Thịt trung		Thịt nặng	
		h_1	Δh	h_1	Δh	h_1	Δh
1	đến 5	0,7	0,3	0,65	0,35	0,6	0,4
	10	0,65	0,35	0,6	0,4	0,55	0,45
	25	0,55	0,45	0,5	0,5	0,45	0,55
2	đến 5	1,6	0,14	1,55	0,45	1,5	0,5
	10	1,55	0,45	1,5	0,5	1,45	0,55
	25	1,45	0,55	1,4	0,6	1,35	0,65
3	đến 5	2,5	0,5	2,45	0,55	-	-
	10	2,45	0,55	2,4	0,65	-	-
	25	2,35	0,65	2,3	0,70	-	-
4	đến 5	3,4	0,6	-	-	-	-
	10	3,35	0,65	-	-	-	-
	25	3,25	0,75	-	-	-	-

Khi đắp cố gắng giữ tốc độ đều và liên tục, tuyệt đối không được ngừng việc khi chưa đắp xong ô. Khi đắp đến cuối ô thường có bùn lỏng, nếu nhiều phải hót ngay, nếu lượng bùn ít có thể lấp bằng đất khô hoặc rải đều sang ô bên cạnh. Thời gian đắp xong một ô từ 1 giờ rưỡi đến 2 giờ, không được đắp nhanh quá, đất không kịp tan, cũng không được kéo dài dễ sinh bùn.



Hình 9-2. Sơ đồ đắp đập bằng phương pháp đổ đất vào nước.

1. Bờ ô ; 2. Đất đổ vào nước ; 3. Ống để tháo nước thừa ; 4. Ô bên cạnh ;
5. Mặt trên của ô đã đắp trước ; h_1 chiều sâu của nước trong ô.

Đường đắp các lớp đất phải thay đổi luôn để tránh đọng bùn tập trung. Cụ thể trong hình vẽ : lớp dưới đắp từ đầu đập A sang đầu đập B. Lớp tiếp sau phải đắp từ đầu đập B sang đầu đập A, các lớp tiếp theo cũng theo thứ tự đó.

Nếu đắp từ phía thượng lưu về hạ lưu thì lớp đầu đắp từ thượng lưu về hạ lưu, lớp sau đắp từ hạ lưu về thượng lưu và các lớp sau cũng theo cách thức đó.

§9.3. CÔNG TÁC MẶT ĐẬP

Dùng phương pháp đổ đất đắp đập trong nước yêu cầu các khâu trong dây chuyền công nghệ phải ăn khớp với nhau. Muốn vậy cần tổ chức chu đáo, tỉ mỉ các khâu như đắp bờ ô, tưới nước, đắp đất v.v... mới có thể làm cho thi công tiến triển thuận lợi.

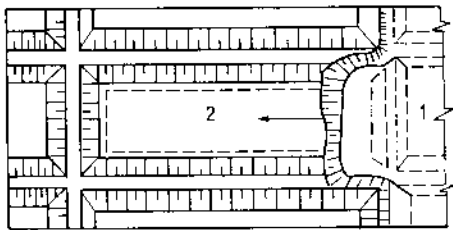
Hiện nay thông thường dùng hai phương pháp: công việc song song và công việc dây chuyền.

a) Công việc song song : Theo phương pháp này đắp 1 lần xong các bờ ô trên mặt đập, đồng thời tiến hành song song công tác tưới nước, đắp đất.

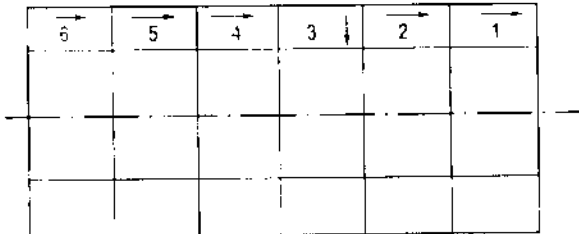
Phương pháp này thích hợp với diện công tác tương đối nhỏ. Đảm bảo tương đối sự ăn khớp giữa các khâu và trình tự đắp đất vào ô. Nhưng do bờ ô phải đắp một lần, sau đó tập trung tưới nước, như vậy nếu máy bơm nước bị hỏng thì lãng phí rất nhiều sức lao động. Thời gian thấm nước của các ô không đồng đều, cũng ảnh hưởng đến mức độ ướt ở thân đập, dễ sinh ra bùn lỏng.

b) Công việc dây chuyền : Phương pháp này là tiến hành các công việc chên nhau một thời gian, đắp bờ ô trên mặt đập của mỗi ô rồi mới tưới nước, đắp đất v.v...

Phương pháp này thích hợp với diện thi công tương đối lớn, thời gian thấm nước của các ô chênh lệch không nhiều, độ ướt của thân đập đều đặn, lượng bùn lỏng ít do đó chất lượng tương đối tốt. Các công việc có thể tiến hành liên tục, tiến độ thi công tương đối nhanh. Khi máy bơm nước hỏng, có thể tạm thời tiến hành đắp bờ ô. Nhưng nhược điểm của phương pháp này là điều độ thi công tương đối khó. Khi đắp đất mặt đập, nên bắt đầu từ một đầu của ô nối tiếp với đoạn đã đắp trước, đắp hết bề rộng của ô, tiến theo hướng bờ đối diện (hình 9-3).



Hình 9-3. Phương hướng đắp đất trên mặt đập



Hình 9-4. Tuần tự đắp đất song song với trục đập

Phương hướng đắp đất có thể chia ra hai loại : song song với trục đập và thẳng góc với trục đập.

a) Đắp đất song song với trục đập

Phương thức này phù hợp với đường đưa đất lên đập, tiện lợi cho thi công đồng thời phù hợp với yêu cầu bố trí cạnh dài của ô hình chữ nhật song song với trục đập. Nếu tổ chức không tốt thì dễ tạo thành bùn lũng tập trung ở chỗ tiếp xúc với bờ. Có thể đắp đất như hình (9-4).

Những ô song song với trục đập được gập lại thành các nhóm, mỗi nhóm gồm 4 ÷ 5 ô đắp từ hai đầu vào giữa. Khoảng giữa hai nhóm để một ô chứa nước thừa ở các ô xung quanh tháo đến. Chú ý khi đắp tiếp lớp trên thì ô nước thừa này phải nằm ở vị trí khác, không trùng với ô tháo nước thừa của lớp dưới.

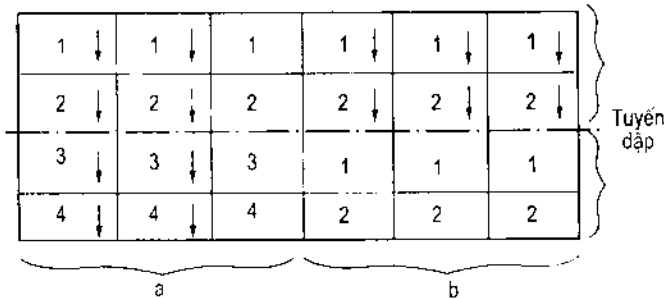
b) Đắp đất thẳng góc với trục đập

Phương thức này có thể tránh được bùn lũng tập trung ở chỗ nối với bờ, việc tháo bùn lũng về thượng hay hạ lưu có thể làm tăng thêm diện tháo nước, có lợi cho cố kết. Để thoả mãn yêu cầu thi công, cần bố trí cạnh dài của ô đất thẳng góc với phương đường trục đập, như vậy cũng có ảnh hưởng tới chất lượng. Cụ thể là khi bố trí cạnh dài song song với trục đập thì mặt đất khó san phẳng. Nếu khi phương hướng đưa đất lên không phù hợp với phương hướng đắp thì phải đi đường vòng. Việc đắp đất theo phương thức này hoặc đi thẳng từ phía trên xuống phía dưới từng hàng một, hoặc lấy đường trục đập làm trung tâm đắp trước ô đất phía trên đường trục đập, sau đó lại đắp ô phía dưới đường trục đập (hình 95 a,b).

Dù đắp theo phương thức nào, thứ tự động tác và yêu cầu khi thi công cũng đều như nhau. Phải đắp cho mặt ô bằng phẳng, nếu không phải sửa lại cho bằng trước khi ngâm nước để đắp lớp tiếp theo. Cần chú ý phương hướng đắp đất ở tầng trên và tầng dưới ngược chiều nhau và nên chừa ô trống ở vị trí thích hợp để tháo nước thừa ở các ô vào, cố gắng hạn chế việc tháo

nước thừa theo mái dốc thượng, hạ lưu đập. Lớp tiếp sau thời gian ngâm nước thường lâu và tốn nhiều nước hơn vì vậy để đảm bảo thi công được nhanh cần phải rút ngắn thời gian bằng mấy cách như sau :

- Cho nước lần này với độ cao hơn mực nước ổn định dự tính một chút.



Hình 9-5 a) Sơ đồ đắp thẳng từ trên xuống dưới ;
b) Sơ đồ đắp thẳng từ trên đến trục đập hết các ô rồi mới từ trục đập đắp xuống dưới

- Mặt đất vừa đắp xong cần được cào xới lên cho nước thấm nhanh hoặc cuốc xôm, sâu độ $3 \div 5\text{cm}$, từng miếng bằng bàn tay. Cũng có thể dùng thuổng hoặc xà beng thọc thành các lỗ sâu $5 \div 7\text{cm}$, cách nhau từ $20 \div 30\text{cm}$, thành các hàng so le nhau.

§9.4. KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG VÀ XỬ LÝ NHỮNG HIỆN TƯỢNG HU'HÔNG

I. Kiểm tra chất lượng

Muốn đảm bảo chất lượng của đập phải tăng cường kiểm tra, chủ yếu hai phần : Kiểm tra tình hình chấp hành quy phạm thi công và chia lớp lấy mẫu để xác định dung trọng khô và lượng ngậm nước.

Kiểm tra tình hình chấp hành quy phạm thi công bao gồm :

1. Kiểm tra chất đất

Kiểm tra vị trí lấy đất. Đất không lẫn rễ cây, kích thước hòn đất không lớn quá quy định. Chất đất đảm bảo đúng loại yêu cầu. Không được dùng đất có lượng ngậm nước chênh lệch nhiều đắp vào cùng một ô. Trong trường hợp độ sâu nước tưới, thời gian ngậm nước và độ dày đất đắp không đổi thì lượng ngậm nước của đất trong bãi vật liệu chỉ cho phép thay đổi trong phạm vi nhỏ (từ $1 \div 2\%$). Nếu thời tiết thay đổi (nắng, mưa) cần qua thí nghiệm để điều chỉnh các thông số như độ sâu tưới nước, độ dày đất đắp v.v...

2. Kiểm tra quá trình thi công, bao gồm

- Bờ của hai lớp trên dưới không được trùng nhau.
- Diện tích các ô trên một mặt phẳng nên bằng nhau và không nên nhỏ hơn 40m^2 (trừ các ô giáp hai mặt đầu đập).
- Chiều cao của bờ quây, độ chắc các bờ, chất đất đắp bờ, độ xoắn của mái phải theo đúng thiết kế.
- Chiều sâu nước ổn định, cách cho nước vào ô phải theo đúng quy định. Nước thừa phải tháo đi kịp thời và có thước theo dõi mực nước trong ô (thước làm bằng các thanh tre hay gỗ sơn màu, khắc kích thước giống như cột thủy chí đo mực nước sông). Theo dõi thời gian cho nước vào ô, thời gian ngậm nước và thời gian đắp đất xong mỗi ô.
- Không đổ đất ngay xuống nước. Đất phải được đầm nhẹ (thi công bằng nhân công). Chú ý giải quyết bùn san mặt bằng phẳng. Bảo đảm tốc độ đắp không nhanh quá hoặc chậm quá.
- Nghiêm cấm việc ngừng đắp ở giữa ô.
- Đất đào ở hố thí nghiệm, đất bùn hót lên đều không được đắp vào ô.
- Ô bị bùng nhùng sau khi đắp, nhất thiết phải đào bỏ đi rồi cho nước vào và dùng đất khác cùng chất khô hơn để đắp lại.

3. Kiểm tra chất lượng đất đắp

Đắp xong từng lớp phải lấy mẫu đất để đưa làm thí nghiệm theo yêu cầu của thiết kế. Chia lớp lấy mẫu thí nghiệm để đo dung trọng khô và lượng ngậm nước của đập. Thường chia làm hai loại : Mẫu lấy ở hố kiểm tra và mẫu lấy ở hố chính.

Cứ $200 \div 300 \text{ m}^2$ lấy một mẫu ở hố kiểm tra, với độ sâu khoảng 0,5m (tức là thứ hai kể từ trên xuống).

Cứ $500 \div 1000 \text{ m}^2$ lấy một mẫu ở hố chính với độ sâu 1,5m (tức là lớp thứ 5 kể từ trên xuống).

Mẫu ở hố chính không những để xác định dung trọng khô và lượng ngậm nước (như ở mẫu hố kiểm tra) mà còn để xác định cường độ chống cắt, hệ số thấm, độ bão hoà, góc ma sát trong và độ dính của đất trong thân đập v.v...

4. Kiểm tra hiện tượng mới phát sinh

Trong lúc xây dựng nên kiểm tra thường xuyên toàn bộ công việc để kịp thời phát hiện các hiện tượng như nứt nẻ, sụt lở mái v.v... Ngoài ra còn phải đo độ lún của đập. Căn cứ vào tài liệu của các đập đắp trong nước đã xây dựng thì độ lún của đập chủ yếu phát sinh trong thời gian thi công.

II. Xử lý những hiện tượng hư hỏng

Khi đắp đập bằng phương pháp đắp đất trong nước, rất dễ sinh ra các hiện tượng hư hỏng nhất là đất đắp biến thành bùn, mái đập bị sụt lở và dung trọng khô của đất ban đầu không đạt yêu cầu.

Dưới đây giới thiệu nguyên nhân và biện pháp xử lý các hiện tượng hư hỏng ấy :

1. Xử lý đất đắp biến thành bùn

Thường xảy ra bùn do các nguyên nhân sau :

- Thời gian quy định ngậm nước ở các ô không được thực hiện đúng. Ngậm nước càng lâu càng sinh ra nhiều bùn. Cụ thể là do việc cung cấp nước bị đình trệ, việc bố trí kênh dẫn không tốt, thời gian ngậm nước và thời gian đắp đất bố trí không ăn khớp, ngừng đắp đất vì trời mưa v.v...

- Những hòn đất to nhỏ khác nhau không đúng kích thước thích hợp.

- Chưa tranh thủ thời gian để hoàn thành xong từng ô.

Vòi nước dễ chảy thẳng vào ô, không qua một lượt phên, chiếu lót tấm gia cố tạm v.v... nên đất ở đó bị xói thành hố sâu đưa ra xung quanh hoá thành bùn.

- Các phương tiện tháo nước thừa sang ô khác đặt không tốt, hoặc để nước trong ô ứ lại nhiều, rồi lúc tháo lại vòi, nước chảy mạnh khoét đất phá vỡ bờ ô tạo ra bùn.

- Lúc đổ đất vào ô không đúng cách mà đem đổ thẳng xuống nước, hất mạnh tay làm cho các hạt rời ra dễ hoà tan thành bùn. Mặt khác do đổ mạnh tay mà tạo nên sóng vỗ bờ, các hạt đất bị lôi ra mà thành bùn.

Không thực hiện đúng phương hướng phải đổi chiều khi đắp đất giữa hai lớp liền nhau, mà chỉ đắp theo một chiều từ dưới thấp lên cao, cũng dễ tạo thành bùn.

Tất cả các nguyên nhân trên đều do không làm đúng thao tác kỹ thuật thi công.

Cách xử lý bùn như sau :

- Bùn sinh ra một ít ở góc các ô có thể té đều sang các ô bên cạnh chưa đắp. Nếu nhiều thì hót lên, rải một lớp đều và mỏng lên mặt ô vừa đắp xong, sau này đắp đè lên. Loại bùn nào quá xấu mới bỏ đi.

- Bùn sinh ra bùn nhùng cả ô hay quá nửa ô thì ngừng thi công ở ô đó vài ngày, làm những rãnh để nước trong ô ấy thoát nhanh, người không đi lại bên trên. Sau vài ngày thăm dò thấy không còn bùn nhùng nữa có thể tiếp tục đắp, nhưng ở chỗ này khi làm ô ngậm nước đắp liên tục thì chú ý không ngậm lâu như các ô khác và có thể giảm bớt chiều sâu nước ngậm. Nếu sau vài ngày thăm dò thấy ô vẫn còn bùn nhùng, phải cương quyết hót đi và làm lại từ đầu.

2. Xử lý dung trọng khô không đạt yêu cầu khi mới đắp

Những nguyên nhân gây nên dung trọng khô không đạt yêu cầu là :

a) Lượng ngậm nước không thích hợp

b) Thời gian ngậm nước : Thời gian ngắn đất sẽ không kịp tan rã và nén chắc, ngậm lâu quá đất sẽ nhão thành bùn. Cả hai trường hợp đều ảnh hưởng rõ rệt đến dung trọng khô ban đầu của đất đắp.

c) Tốc độ đắp đất : Nếu đắp nhanh quá đất chưa kịp hút nước để tan rã thì dung trọng khô thấp. Hoặc thời gian đắp đất vào ô kéo dài, đất ngậm nước lâu nhão thành bùn cũng làm cho dung trọng khô ban đầu thấp và sau này có thể sạt lở.

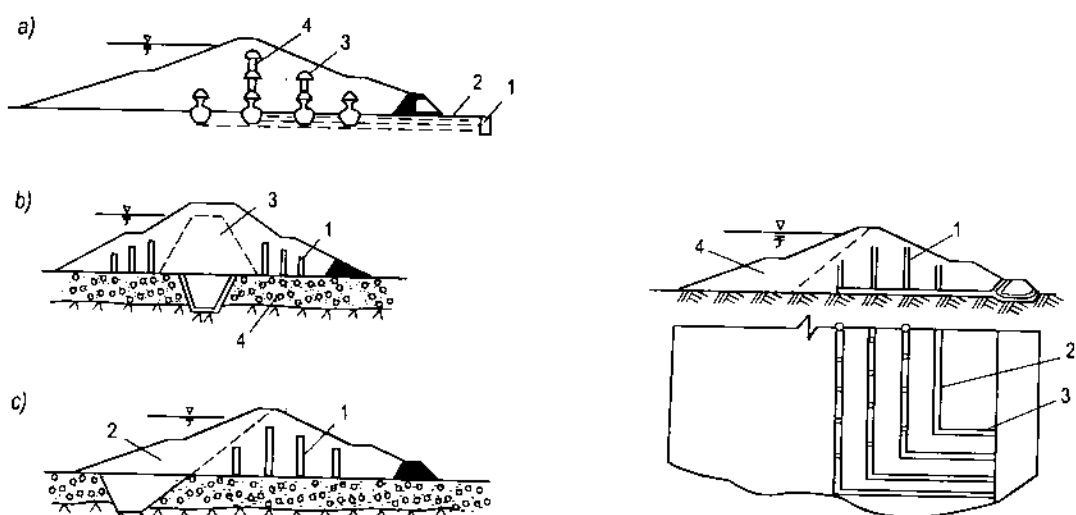
d) Không làm đúng thao tác kỹ thuật khi đắp :

Căn cứ vào các hiện tượng nói trên, khi xảy ra hiện tượng dung trọng khô ban đầu thấp, có thể xử lý bằng mấy biện pháp sau đây :

a) Tháo nước trong lớp đất có lượng ngậm nước quá nhiều

+ Nếu đập có làm các giếng cát thoát nước chuyên môn và ở hai bên có làm tầng lọc nối với rãnh cát nằm ngang, thì đào tại chỗ lọc có rãnh cát nằm ngang để thoát nước ra.

+ Nếu đập không làm giếng cát, cũng làm rãnh thoát nước ở hạ lưu như nói ở trên. Nếu nước thoát chậm, có thể làm một số rãnh ngang bằng đất cát cắt khu vực đất đắp thành nhiều khoảnh.



Hình 9-6. Hệ thống thoát nước bằng giếng cát và rãnh cát.

b) Tăng tỷ lệ nước và thời gian ngấm nước

Nếu lượng ngấm nước của đất quá nhỏ, khi đắp lớp đất khác lên trên cần cho nước vào ô nhiều hơn mức quy định một ít. Đồng thời kéo dài thời gian ngấm nước. Trong khi ngấm nước có thể chọc một số lỗ cho nước ngấm xuống nhanh, bớt được thời gian ngấm lâu (dùng các thanh sắt đường kính $20 \div 24\text{mm}$ xọc sâu đến giữa lớp đất không đạt dung trọng khô ban đầu. Lỗ mau thưa là tùy theo lớp đất không đạt dung trọng khô nhiều hay ít (lỗ xọc càng mau thời gian ngấm nước càng ngắn đi). Phải chú ý không để thời gian ngấm nước quá lâu đến mức gây ra lớp bùn nhão ở trên mặt.

c) **Tăng đầm nhẹ** : Thường dùng loại đầm nhẹ như loại đầm đá, đầm bê tông nặng $40 \div 50\text{kg}$ do hai người điều khiển.

d) **Đào bỏ đi** : Khi đất mềm bùng nhùng nghiêm trọng, đầm nhẹ không được thì đào bỏ lớp ấy đi, dọn sạch, san bằng và làm lại từ đầu. Đất đào bỏ đi không dùng nữa.

Chương 10

THI CÔNG ĐẤT BẰNG MÁY THỦY LỰC

§10.1. MỞ ĐẦU

Thi công đất bằng máy thủy lực là một phương pháp thi công cơ giới hoá tổng hợp, dùng sức nước để đào, vận chuyển và đắp đất.

Người ta áp dụng phương pháp cơ giới thủy lực làm đất vào công tác bồi đắp đập đất, đào hố móng, đào kênh, đắp các khe mang xung quanh công trình thủy lợi, san lấp các hồ ao hay vùng đồng trũng làm mặt bằng xây dựng, nạo vét kênh mương và sông ngòi, ngăn dòng lấp sông v.v... Có nhiều nơi đã áp dụng rộng rãi phương pháp thi công này để khai thác và phân loại cát sỏi làm bê tông, khai thác than, quặng.

Những ưu điểm cơ bản của phương pháp này là :

- Không phụ thuộc vào điều kiện khí hậu, thời tiết ; cơ giới hoá cao trong tất cả các khâu đào, vận chuyển và đắp đất;
- Giá thành vận chuyển rẻ nhất, thiết bị vận chuyển chỉ là đường ống bằng thép hay mương máng tự chảy, độ dài vận chuyển có khi tới hàng chục km.
- Giá thành thi công công trình hạ, chỉ bằng 60 ÷ 70% giá thành thi công đất của các loại máy làm việc trên khô ;
- Chất lượng công trình cao, khối đất đắp chặt chẽ, lún ít, hạt đất có thể phân phối theo yêu cầu của mặt cắt công trình.

Tuy nhiên phương pháp này cũng có một số nhược điểm là :

- Không thi công được các loại đất có độ dính cao (sét) hoặc có lẫn nhiều tảng đá lớn.
- Lượng nước tiêu hao khá nhiều nên hiện trường thi công phải ở gần nguồn nước.
- Năng lượng điện tiêu hao tương đối lớn, trung bình cần 3,5 ÷ 5,0 kwh điện năng để thi công 1m³ đất.

§10.2. CÔNG TÁC ĐÀO ĐẤT

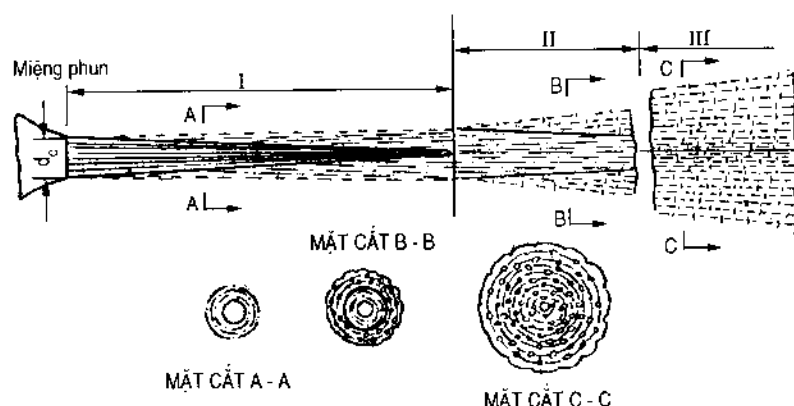
I. Đào bằng súng bắn nước

A. Nguyên lý xói đào

Đào đất bằng súng bắn nước là lợi dụng nước phụt ra từ miệng súng với lưu tốc cao để xói lở đất, vữa bùn đó được chảy đi theo rãnh, máng hoặc được ép bằng bơm bùn theo ống áp lực tới bãi đổ đất.

Nói chung cột nước dùng để xói lở đất khoảng $20 \div 150\text{m}$ và áp lực có thể tới 30at . Trường hợp đất dính, cứng rắn có thể dùng biện pháp phụ thêm để nâng cao năng suất của súng bắn nước.

Tia nước bắn ra được chia làm ba đoạn liên tiếp theo chiều dài : đoạn đầu (hay còn gọi là đoạn lõi) bắt đầu từ miệng súng đến chỗ lõi nước biến mất, nó có dạng gần như lăng trụ, đoạn thứ hai có dạng hình nón cụt, tia nước ở đoạn này bắt đầu có hiện tượng hỗn hợp nước và khí; đoạn thứ ba có hiện tượng hỗn hợp nước và khí màu trắng sữa (xem hình 10-1).



Hình 10-1. Cấu tạo tia nước phụt ra từ miệng súng bắn nước

Khi thi công bằng súng bắn nước người ta thường sử dụng đoạn thứ hai của tia nước để đào đất, còn đoạn đầu tia nước vì quá gần vĩa đất cao nên thiếu an toàn, đoạn thứ ba của tia nước thì lực xung kích yếu, năng suất đào thấp nên ít dùng.

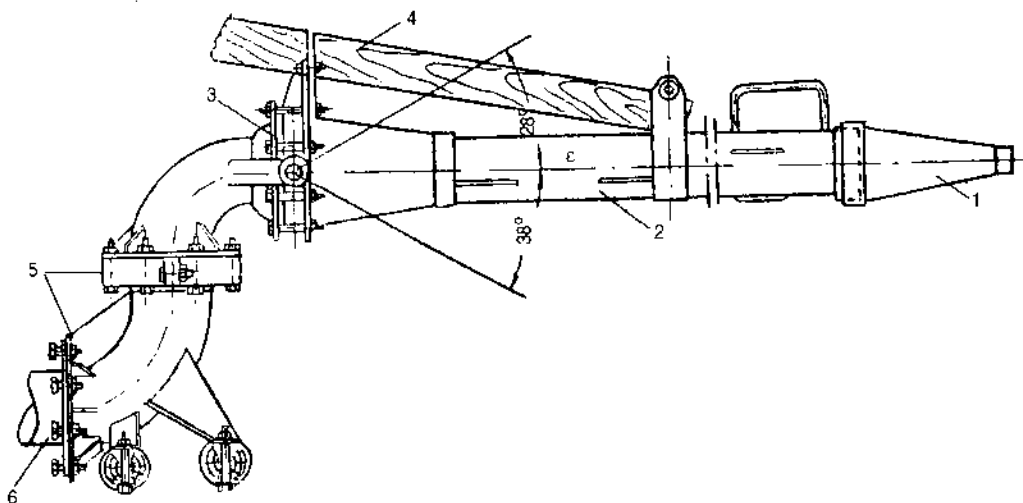
Tính chất vật lý và cơ học của đất, trong đó gồm : tổ thành hạt đất, tính không lưu động, tính chặt (hoặc trọng lượng thể tích đơn vị), độ thô thủy lực, tỷ trọng, tính có thể xói lở, góc ma sát v.v... đều có ảnh hưởng rất quan trọng đối với công tác đào đất và vận chuyển đất cũng như sự hình thành đập trong quá trình bồi đắp. Do đó trong công tác thi công đất bằng máy thủy lực đã đề ra yêu cầu với chuyên môn là phải tổ chức công tác khảo sát địa chất để xác định lấy các chỉ tiêu cơ lý trên của đất.

B. Các thiết bị chủ yếu của súng bắn nước

Các thiết bị chủ yếu của súng bắn nước dùng để đào đất gồm có : súng nước, bơm nước, đường ống dẫn nước và thiết bị động lực.

Súng bắn nước :

Súng bắn nước là một dụng cụ dùng để biến đổi thế năng của nước cao áp thành động năng của dòng nước chảy với lưu tốc cao, mạnh, xói thẳng vào mặt khối đất định đào (xem hình 10-2).



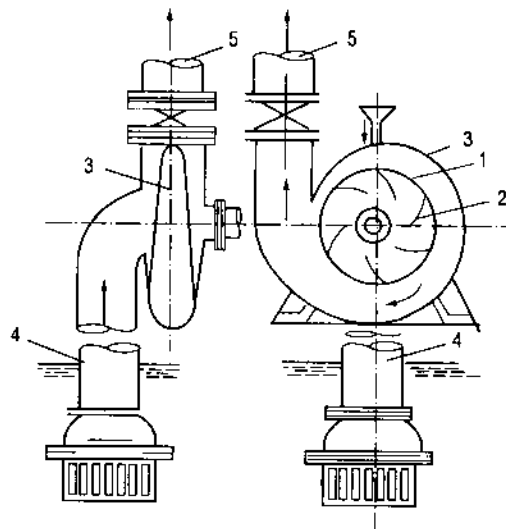
Hình 10-2. Sơ đồ cấu tạo súng bắn nước

1. Miệng súng ; 2. Nòng súng ; 3. Khớp xoay hình cầu ;
4. Cán điều khiển ; 5. Mặt bích ; 6. Ống nước.

Bơm nước :

Thường dùng máy bơm nước kiểu ly tâm có áp lực cột nước từ 40m ÷ 90m (xem hình 10-3 và bảng 10-1). Nếu cần áp lực nước cao hơn nữa có thể dùng phương pháp nối tiếp hai hoặc nhiều bơm nước hay bơm theo kiểu nhiều bậc.

Để chọn máy bơm ly tâm ta có thể dựa vào những đặc tính của các máy bơm Liên Xô (bảng 10-1) hoặc một số bơm do Việt Nam sản xuất (bảng 10-2).



Hình 10-3. Bơm nước kiểu ly tâm

1. Bánh xe công tác ; 2. Cánh quạt ;
3. Vỏ máy bơm ; 4. Ống hút ; 5. Ống đẩy

Bảng 10-1

Loại máy bơm	Đường kính ống hút	Cột nước, (m)		Lưu lượng, m ³ /h		Công suất động cơ điện, (kW)		Hệ số hiệu suất η
		Từ	Đến	Từ	Đến	Từ	Đến	
8НДВ	200	74	89	540	720	160	240	0,80
12НДВ	300	51	64	900	1260	160	270	
14НДВ	350	78	96	1080	1800	300	500	
20НДВ	500	40	68	2700	3600	340	800	0,92

Bảng 10-2

Loại máy bơm	Ký hiệu	Lưu lượng, m ³ /h	Chiều cao cột nước, m	Độ sâu hút nước, m	Số vòng quay, vg/ph	Công suất động cơ, kW
Bơm ly tâm	3LT-9	45	31	6	2900	7
	5LT-9	75	18	-	1450	7
	4LT ₂ -11	150	23	-	1450	20
Bơm giếng sâu	BG-10	70	24	-	1460	10
	BG-12	146	36	-	1470	28
	BG-14	200	42,5	-	1450	55

C. Tổ chức thi công đào đất bằng súng bắn nước

Tổ chức thi công đào đất bằng súng bắn nước bao gồm: chọn phương pháp đào đất, chọn thiết bị đào, bố trí đường đào của súng bắn nước và biện pháp giảm bớt lượng đào sót.

1. Các phương pháp đào đất

a) Đào từ dưới lên :

Súng bắn nước đặt ở đáy của đường đào, nhờ tác dụng của tia nước ngược chiều với hướng lưu động của vữa bùn mà lúc đầu moi rộng chân vách đất cho đến khi khối đất sụt lở. Sau đó tiếp tục phụt cho khối đất đá lở này trở thành vữa bùn. Lúc này vữa bùn hình thành dòng chảy ven theo đường đào vào giếng tập trung, rồi dùng bơm bùn đưa vữa bùn tới địa điểm đắp đất (xem hình 10-4).

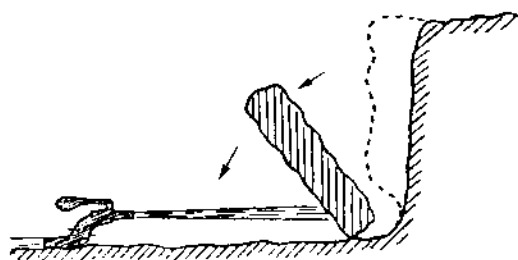
Ưu điểm của phương pháp này là năng suất tương đối cao. Chủ yếu dùng để đào đất dính khó xói lở. Lượng nước hao đơn vị sẽ hạ thấp dần theo sự tăng cao của đường đào. Khuyết điểm của nó là: Nhân viên điều khiển súng bắn nước phải làm việc ở dưới đáy đường đào có bùn vữa không tiện lợi ; tia nước ngược chiều với hướng lưu động của vữa bùn, làm hạ thấp lưu tốc của vữa bùn.

b) Đào từ trên xuống :

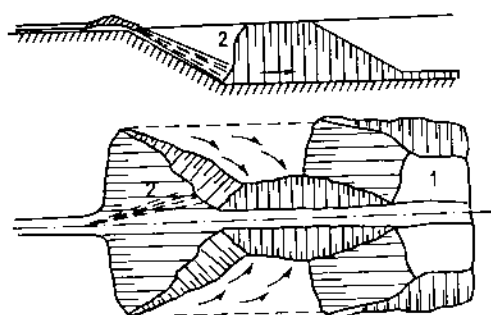
Súng bắn nước đặt ở trên mặt đất, làm thành một góc nghiêng với mặt phẳng nằm ngang. Đất được đào từng lớp một (xem hình 10-5).

Ưu điểm của phương pháp đào này là :

Có thể đẩy vữa bùn vào giếng tập trung hoặc máng chuyển bùn. Súng bắn nước được đặt trên đỉnh khoang đào tiện lợi cho công nhân làm việc, lợi dụng được tia nước có hiệu lực nhất và gần miệng súng nhất để xói lở. Nhưng nhược điểm chỉ xói lở từng bộ phận, nên lượng nước hao đơn vị tăng nhiều. Phương pháp này dùng khi khoang đào không cao (2 ÷ 3m) hoặc đất không dính.



Hình 10-4. Phương pháp đào từ dưới lên

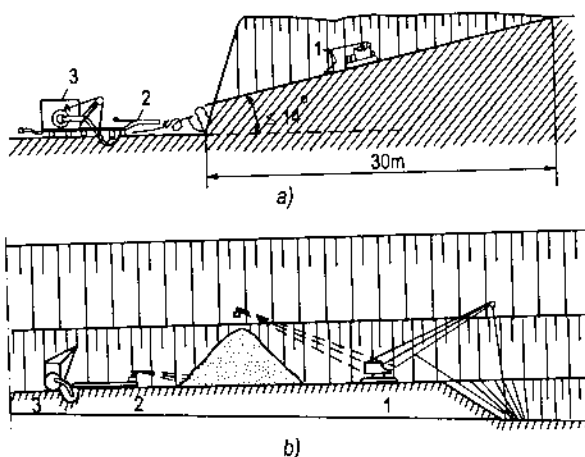


Hình 10-5. Phương pháp đào từ trên xuống
1. Đường đào ; 2. Tia nước do súng bắn.

c) Đào liên hợp :

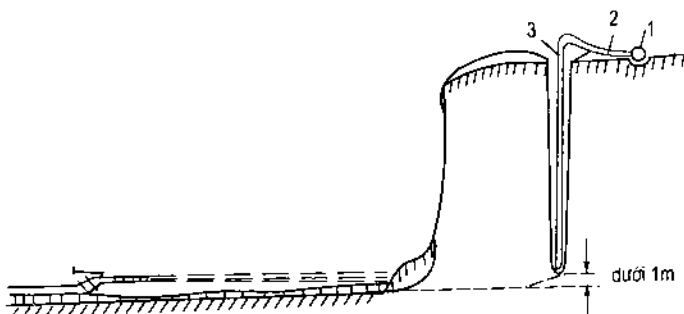
Để nâng cao năng suất đào đất người ta có thể dùng mìn nổ phá vách khoang đào lở xuống rồi mới dùng súng nước xói trộn đất. Hoặc có thể dùng liên hợp súng bắn nước với máy ủi đất hoặc máy xúc đất (xem hình 10-6a và 10-6b).

Trường hợp đào các loại đất hoàng thổ có nhiều lỗ rỗng hoặc có hệ số thấm cao, kỹ sư V.I.Car-sép (B.U.Карцев) đã dùng bơm nước có áp lực thấp ($2 \div 8$ at) làm cho vách khoang đào thấm nước lở xuống, sau đó dùng súng nước để xáo trộn đất đã sụt lở đó thành vữa bùn (xem hình 10-7).



Hình 10-6. a) Súng bắn nước liên hợp với máy ủi
1. Máy ủi ; 2. Súng bắn nước ; 3. Trạm bơm vữa bùn
b) Súng bắn nước liên hợp với gầu dây. 1. Máy xúc gầu dây; 2. Súng bắn nước ; 3. Trạm bơm vữa bùn.

Hình 10-7. Súng bắn nước liên hợp với bơm nước có áp lực thấp
1. Ống dẫn nước ; 2. Ống mềm bằng cao su; 3. Ống kim loại $d = 12 \div 19$ mm.



Nước được bơm vào ống kim loại có $d = 12 \div 19\text{mm}$, chôn dọc theo vách khối đào cách nhau từ $3 \div 5\text{m}$.

2. Chọn thiết bị đào đất.

a) Súng bắn nước :

Việc tính toán súng bắn nước chủ yếu gồm : lưu tốc ở miệng súng, lưu lượng nước qua miệng súng, tổn thất đầu nước của súng, số lượng súng và năng suất đào đất của súng bắn nước.

Lưu tốc ở miệng súng xác định theo công thức thủy lực sau :

$$V_o = \varphi \cdot \sqrt{2gH_o} \text{ , (m/s)} \quad (10-1)$$

Lưu lượng qua miệng súng :

$$Q_o = \alpha \omega V_o = \alpha \omega \varphi \sqrt{2gH_o} \text{ , (m}^3\text{/s)} \quad (10-2)$$

Trong đó :

φ - hệ số lưu tốc;

α - hệ số co hẹp ở miệng súng ;

H_o - cột nước áp lực trước miệng súng, (m);

ω - diện tích miệng súng, (m²).

Đối với miệng súng hình nón cụt : $\varphi = 0,945$, $\alpha = 1,0$, khi đó công thức (10-1) và (10-2) có thể viết như sau :

$$V_o = 4,17 \sqrt{H_o} \text{ , (m/s)} \quad (10-3)$$

$$Q_o = 3,38 d_o^2 \sqrt{H_o} \text{ , (m}^3\text{/s)} \quad (10-4)$$

Trong đó : d_o - đường kính miệng súng (m).

Tổn thất đầu nước của súng bắn nước gồm hai thành phần : Tổn thất đầu nước của thân súng và tổn thất đầu nước của miệng súng, có thể tính theo công thức sau :

$$h'_1 = KQ_o^2 \text{ , (m)} \quad (10-5)$$

$$h'_2 = \xi \frac{V_o^2}{2g} \text{ , (m)} \quad (10-6)$$

Trong đó :

h'_1 - tổn thất đầu nước của thân súng, (m);

h'_2 - tổn thất đầu nước của miệng súng, (m);

Q_o - lưu lượng nước qua súng, (m³/s) ;

K - hệ số tổn thất xác định bằng thí nghiệm có thể dùng bằng (10-3) ;

V_0 - lưu tốc ở miệng súng, (m/s);

ξ - hệ số tổn thất đầu nước của miệng ống bằng 0,06;

g - gia tốc trọng trường bằng $9,8\text{m/s}^2$.

Đối với các loại đất khác nhau, lưu tốc hữu hiệu của tia nước qua miệng súng bắn nước (V_0) và cột nước áp lực (H_0) cần thiết để xác định có thể tham khảo bảng 10-4.

Bảng 10-3. Bảng xác định hệ số tổn thất K

Vị trí thân súng thực nghiệm	Hệ số K	
	$\Gamma\text{M-2}$	$\Gamma\text{MH-250}$
Nằm ngang	166	82
$\Gamma\text{M-2}$ ngóc lên $14^\circ 12'$	183	91
$\Gamma\text{MH-250}$ ngóc lên $14^\circ 53'$		
$\Gamma\text{M-2}$ chúc xuống $5^\circ 56'$	176	100
$\Gamma\text{MH-250}$ chúc xuống 15°		

Bảng 10-4. Bảng nêu những điều kiện làm việc của súng bắn nước đối với từng loại đất

Loại đất	Tên đất	Áp lực nước tại mũi súng (m)	Lượng tiêu hao nước đơn vị cho 1m^3 đất (m^3)	Độ dốc của nền và rãnh tiêu vữa bùn (%)
II	Cát nhỏ	30 - 40 - 50	6,5 - 4 - 4	2,5 - 3,5 - 4,5
IV	Cát lớn	30 - 40 - 50	9 - 8,1 - 7	4 - 5 - 6
III	Cát pha sét loại chắc	50 - 60 - 70	7 - 6,3 - 5	1,5 - 2,5 - 3
IV	Cát pha sét loại nhẹ	60 - 70 - 80	7 - 6,3 - 5	2 - 3 - 4
IV	Sét pha cát loại chắc	70 - 80 - 90	9 - 8,1 - 7	1,5 - 2,5 - 3
IV	Đất sét loại nhẹ	70 - 80 - 90	9 - 8,1 - 7	1,4 - 2,5 - 3
V	Đất sét loại chắc	80 - 100 - 120	12 - 10,8 - 9	2 - 3 - 4

Ghi chú : Các số trong cột thứ nhất ứng với những khoang đào có chiều cao $3 \div 5\text{m}$; cột thứ hai ứng với chiều cao $5,1 \div 15\text{m}$; cột thứ ba ứng với chiều cao lớn hơn 15m .

Số lượng súng bắn nước tính theo công thức sau :

$$n_0 = \frac{CQ}{Q_0} \quad (10-7)$$

Trong đó :

n_0 - số lượng súng bắn nước, (chiếc) ;

C - hệ số dự trữ bằng 2 dùng để thay nhau xới đào ;

Q - tổng lượng nước dùng, (m^3/h) ;

Q_o - lượng nước cho một súng bắn nước, (m^3/h);

Q và Q_o có thể lần lượt tính theo công thức sau :

$$Q = \frac{Vq}{TtK_b} \quad (10-8)$$

$$Q_o = 3600 \mu \frac{\pi d_o^2}{4} \sqrt{2gH_o} \quad (10-9)$$

Trong đó :

V - khối lượng công trình đất cần đào theo kế hoạch, (m^3) ;

q - lượng tiêu hao nước đơn vị (xem bảng 10-4) ;

T - thời kỳ thi công, (ngày) ;

t - số giờ công tác mỗi ngày, (h) ;

K_b - hệ số lợi dụng thời gian (0,7 ÷ 0,85) ;

μ - hệ số lưu lượng (0,9 ÷ 0,96).

Khi chọn súng bắn nước nên chọn loại súng có đường kính miệng súng lớn. Sau khi chọn được súng bắn nước có thể tìm ra năng suất đào đất (m^3 đất/giờ) của súng bắn nước. Năng suất của súng bắn nước phụ thuộc vào tính chất của từng loại đất, phương pháp đào đất v.v...

Khi đào từ trên xuống, năng suất súng bắn nước tính theo công thức sau :

$$\Pi_o = \frac{Q_o}{q}, (m^3/h) \quad (10-10)$$

Trong đó :

Q_o và q ký hiệu như công thức (10-9).

Khi đào từ dưới lên, năng suất súng bắn nước tính theo công thức sau :

$$\Pi_o = \frac{Q_o}{q_{b,q}} (m^3/h) \quad (10-11)$$

$$q_{bq} = q_m \frac{a}{H} + q_{tr} \frac{H-a}{H} \quad (10-12)$$

Trong đó :

q_m - lượng nước hao đơn vị để moi đáy khối đào;

q_{tr} - lượng nước hao đơn vị để xới trộn khối đất;

H và a - độ cao khối đào và độ sâu rãnh moi (xem hình 10-8).

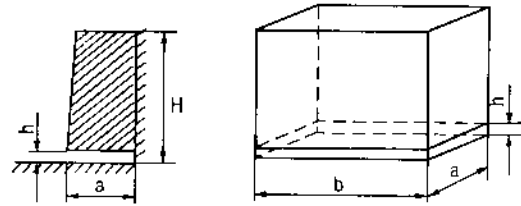
Qua công thức trên có thể thấy khi H lớn, a nhỏ thì $q_{b,q}$ càng nhỏ, tức là càng kinh tế, cho nên để nâng cao năng suất súng bắn nước khi moi rãnh nên dùng lưu lượng nhỏ,

đầu nước cao, khi xói trộn dùng lưu lượng lớn, đầu nước thấp bằng cách thay đổi miệng phun của súng bắn nước.

b) Bơm nước

Khi chọn bơm nước phục vụ cho súng bắn nước, cần phải biết lưu lượng và đầu nước cần thiết.

Tổng lưu lượng cần cho bơm nước giống như lưu lượng thiết kế của súng bắn nước. Tổng đầu nước H cần cho bơm nước có thể tính theo công thức sau :



Hình 10-8. Sơ đồ khối đất bị xói đào khi đào theo phương pháp đào từ dưới lên

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + H_0 \quad (10-13)$$

Trong đó :

- h_1 - độ chênh lệch giữa các trục của máy bơm và súng bắn nước, (m) ;
- h_2 - độ cao hút nước kể từ trục máy bơm xuống tới mặt nước cần hút, (m);
- h_3 - tổn thất ma sát dọc đường ống tính theo công thức thủy lực, (m) ;
- h_4 - tổn thất cục bộ có thể lấy bằng 5 ÷ 10% tổn thất dọc đường, (m)
- h_5 - tổn thất đầu nước khi hút vào trong ống bằng 1 ÷ 1,5m ;
- h_6 - tổn thất đầu nước ở súng bắn nước, kể cả tổn thất ở miệng súng (m) tính theo công thức 10-5 và 10-6.

H_0 - cột nước áp lực trước miệng súng, (m).

Sau khi tìm được H , thì có thể căn cứ vào đó để chọn bơm nước. Nếu lưu lượng của máy bơm là Q_b thì số máy bơm nước n_b sẽ là:

$$n_b = \frac{Q}{Q_b} = \frac{Vq}{Q_b T t K_b} ; \quad (10-14)$$

Trong công thức này các ký hiệu giống công thức (10-8). Khi chọn bơm nước nguyên tắc là chọn bơm loại lớn để tiện cho quản lý tập trung, phải làm cho bơm nước có hiệu quả tương đối cao (0,85 ÷ 0,90) $Q_{\max}$, cần làm cho đường biểu diễn đặc tính của bơm nước và đường biểu diễn đặc tính của đường ống chỉ có một giao điểm để đảm bảo tính ổn định của bơm nước khi làm việc.

Tất cả bơm nước đều đặt trong trạm bơm. Căn cứ vào độ lớn của năng suất và thời gian công tác để chọn kiểu cố định hoặc di động. Giữa trạm bơm và súng bắn nước cần có chế độ thông tin tốt để điều khiển công tác nhịp nhàng ăn khớp giữa hai khâu.

c) Động cơ điện

Động cơ điện chạy các máy bơm phải có công suất :

$$N = \frac{QH}{102\eta} k, \text{ (kW)} ;$$

Trong đó :

Q - tổng lưu lượng cần bơm, l/s ;

H - tổng tổn thất đầu nước (cột nước) cần bơm, m ;

k = 1,10 ÷ 1,50 - hệ số dự trữ để thắng lực quán tính khi mở máy và tổn thất công suất trong mạng điện ;

102 - hệ số đổi đơn vị;

η - hệ số hiệu suất.

3. Bố trí đường đào

Nội dung gồm: xác định kích thước đường đào, trình tự đào và cách bố trí đường đào.

a) Xác định kích thước đường đào :

Phạm vi lớn nhất có thể đào của súng bắn nước tại một vị trí cố định nào đó (xem hình 10-9a) phụ thuộc vào đường kính miệng súng và góc nghiêng của nòng súng. Ta có thể xác định cự ly lớn nhất từ miệng súng nước tới vách đường đào theo công thức của A.M.Sa-rép-ski (A.M.Царевский).

$$L_{\max} = d_0 \sqrt[4]{\alpha}, \text{ m} \quad (10-15)$$

Trong đó :

$L_{\max}$ - độ dài lớn nhất của tia nước, m ;

d_0 - đường kính miệng súng, mm ;

α - góc nghiêng của thân súng tới mặt ngang, (độ).

Để nâng cao năng suất của súng bắn nước bảo đảm an toàn khi thi công thì cự ly ngắn nhất của súng cách vách đường đào sẽ tính theo công thức sau :

$$L_{\min} = \alpha_0 H, \text{ (m)} \quad (10-16)$$

Trong đó :

α_0 - hệ số phụ thuộc vào tính chất của đất ; nếu là cát và đất sét $\alpha_0 = 1,0$; hoàng thổ $\alpha_0 = 1,20$;

H - độ cao vách đường đào (m).

Hệ số α_0 trong công thức (10-16) chỉ lấy như trên khi $H < 5,0\text{m}$; khi $H > 5,0\text{m}$ thì tùy theo tình hình cụ thể của vách đất mà tăng trị số α_0 lên.

Bước xê dịch của súng bắn nước có thể xem hình 11-9A và tính theo công thức sau :

$$L = L_{\max} - L_{\min} \quad (10-17)$$

Khối lượng V của đất mà súng có thể đào (m^3) tại một vị trí đứng của súng được tính theo công thức :

$$V = BL \frac{H + (H - S)}{2} = BL \left(H - \frac{iL}{2} \right) \quad (10-18)$$

Trong đó :

B - độ rộng của đường đào, định theo góc xoay trên mặt nằm ngang của súng (β) tính theo công thức :

$$B = 2 L_{\max} \sin \frac{\beta}{2} \quad (10-19)$$

B - góc xoay lớn nhất trên mặt ngang của súng lấy bằng 80° ;

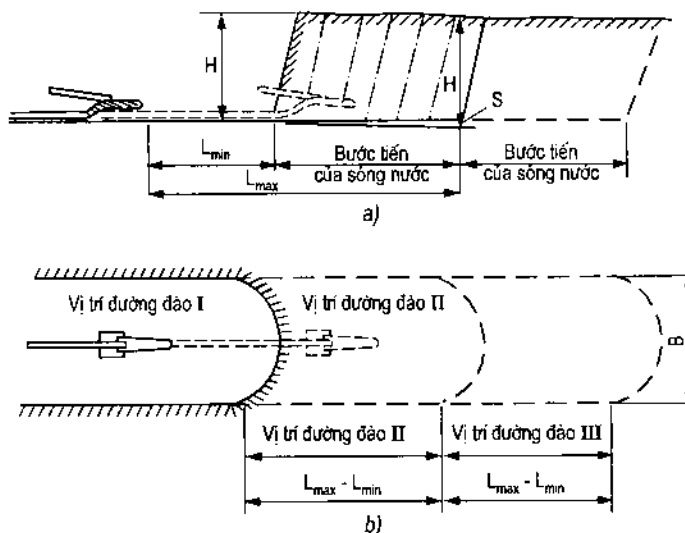
H và L ký hiệu như trên ;

S - độ đào sót lớn nhất, (m) ;

i - mái dốc của đáy đường đào có thể tham khảo bảng 11-3.

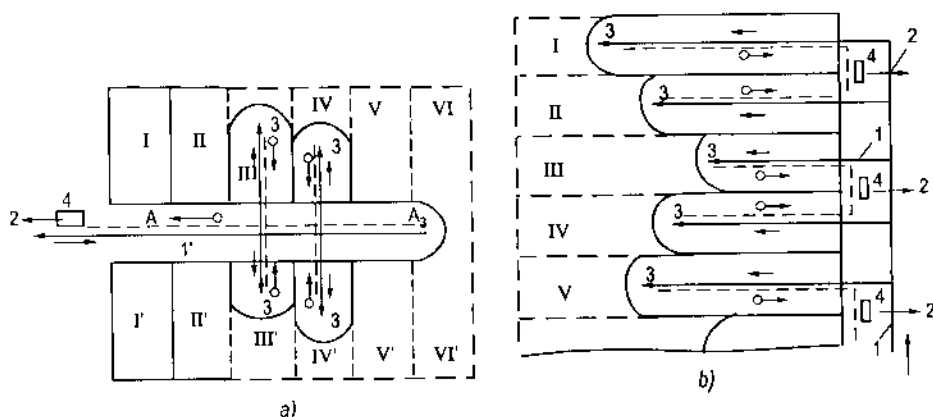
b) Trình tự và việc bố trí đào đất bằng súng bắn nước

Việc xói đào tiến hành từ chỗ có cao trình thấp lên chỗ cao. Tuỳ theo điều kiện địa hình và tình hình thi công khác nhau mà bố trí đường đào. Nói chung có hai kiểu bố trí đường đào thường dùng là: Phương án đào sẵn móng tiên phong và phương án đào độc lập (xem hình 10-9b).



Hình 10-9a. Sơ đồ đường đào
kiểu đào từ dưới lên
a) Mặt cắt ; b) Mặt bằng.

Khi dùng phương án thứ nhất trước hết đào đường tiên phong A-A rồi lần lượt đào đường đào hướng bên I, I' ; II, II'... Ưu điểm của phương án này là : Có thể tập trung được dòng bùn, giảm bớt được mái dốc và lượng đào sót, hạ thấp được lượng nước hao đơn vị để xói lở đất. Vì vậy tăng nhanh được tốc độ hạ thấp đào xói.



Hình 10-9b. Sơ đồ trình tự việc bố trí đào đất bằng súng bắn nước

a) Bố trí đào sẵn đường đào tiên phong A-A ; b) Sơ đồ đào của đường đào có lập I.II.III

1. Ống dẫn nước ; 2. Ống dẫn bùn ; 3. Súng bắn nước ; 4. Thiết bị bơm vữa bùn.

Khuyết điểm của phương án này là : Khi đào đường tiên phong cần phải kéo dài hệ thống ống dẫn nước và đường dẫn bùn tự chảy.

Khi dùng phương án thứ hai : đào đường I, II, III... là độc lập, chúng có thể đào lần lượt hoặc căn cứ vào nhu cầu mà đào thành từng nhóm.

Ưu điểm của phương án này là : Độ dài ống dẫn nước có thể bố trí tương đối ngắn, các tổ đào độc lập với nhau. Khuyết điểm của nó là : Dòng bùn chảy vào thiết bị bơm bùn một cách phân tán, đường đào dài gây nên đào sót nhiều.

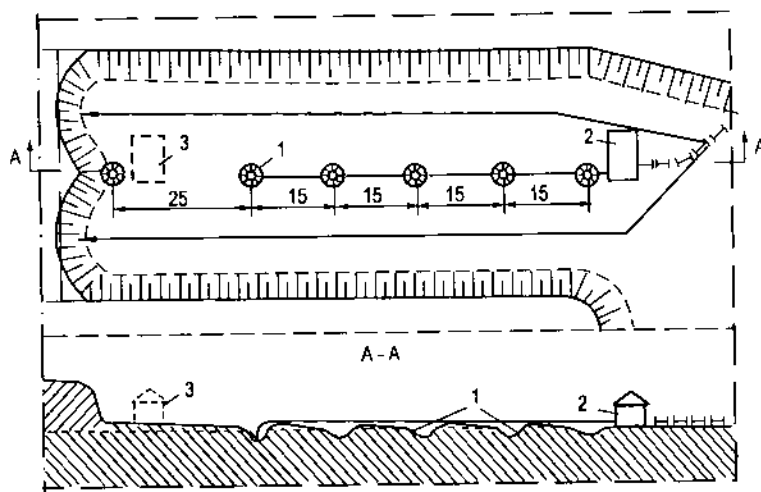
4. Biện pháp giảm lượng đào sót

Nếu khi dốc đáy đường đào thiết kế nhỏ hơn độ dốc cần thiết để vữa bùn lưu động bình thường thì sẽ sinh ra đào sót. Có thể giảm lượng đào sót này bằng cách xê dịch vị trí của thiết bị bơm bùn nhiều lần như hình 10-10a.

Trong hình 10-10a khi bước của thiết bị bơm bùn lớn thì phần đào sót là abc ; khi bước nhỏ phần đào sót chỉ còn cde + efm + mna. Nhưng xê dịch thiết bị bơm bùn quá nhiều thì mất nhiều thời gian lắp ráp thiết bị, không kinh tế, do đó bước bình quân của thiết bị bơm bùn thường dùng $50 \div 70\text{m}$. Để nâng cao năng suất của súng bắn nước, phải chú ý giảm bớt thời gian ngừng lại của súng khi xê dịch từ một vị trí này đến một vị trí khác. Hiện nay thường dùng hai biện pháp: một là dùng súng nước thay thế (dự trữ) để đưa vào sản xuất khi xê dịch súng khác, hai là dùng ống mềm nối súng nước với ống dẫn nước, làm cho súng bắn nước vẫn có thể làm việc bình thường khi xê dịch.



Hình 10-10a. Đào sót và biện pháp giảm bớt đào sót



Hình 10-10b. Biện pháp giảm bớt lượng đào sót bằng cách kéo dài ống hút của bơm bùn
1. Giếng tập trung ; 2. Trạm bơm ; 3. Vị trí trạm bơm tiếp theo

II. Đào đất bằng tàu hút

1) Nguyên lý đào đất bằng tàu hút

Đào đất bằng tàu hút là lợi dụng sự tạo thành chân không ở đầu ống hút, đất ở xung quanh miệng ống sau khi được dao băm khuấy trộn thành vữa bùn sẽ chịu tác động của lực hút ấy mà đi vào ống hút, đi qua bơm bùn, đẩy qua ống áp lực chuyển tới địa điểm cần đắp.

Để đảm bảo nâng cao năng lực hút đất của bơm bùn, cần phải làm cho miệng hút thường xuyên sát với mặt vách đường đào. Do đó khi thi công tàu hút cần có phương pháp đào tốt để đường đào ít sót nhất hoặc ít đào trùng lặp. Bảng 10-5 là tính năng một số tàu hút thường dùng trong thi công đất.

2. Phương thức đào đất của tàu hút

Có ba phương thức đào đất mà tàu hút bùn thường dùng : phương pháp đào rãnh, phương pháp dao động và phương pháp đào hố miệng loa.

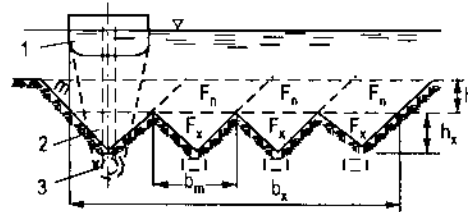
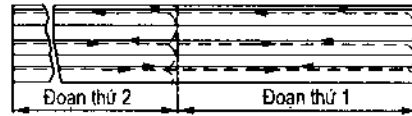
a) Phương pháp đào rãnh :

Khi dùng phương pháp này, kéo căng dây cáp ở đầu thân tàu làm cho tàu tiến về phía trước theo hướng chiều dài của đường đào, đất ở hai bên mái đường tự sạt lở xuống làm cho mặt cắt rãnh đào có dạng hình tam giác (xem hình 10-11).

Ý nghĩa các kí hiệu của hình vẽ như sau:

F_n - mặt cắt khối đào hữu ích của mỗi rãnh kể từ cao trình đáy thiết kế trở lên;

b_m - chiều rộng đáy thiết kế của mỗi rãnh ;



Hình 10-11. Sơ đồ đào đất theo phương pháp đào rãnh
a) Mặt bằng ; b) Mặt cắt ;
1. Tàu hút ; 2. Ống hút ; 3. Dao băm.

Bảng 10-5. Tính năng một số tàu hút thường dùng

Kiểu tàu hút	Động lực	Năng suất đất m ³ /h	Nhãn hiệu bơm bùn	Chiều sâu hút		Mớn nước (m)	Cao trên mặt nước (m)	Công suất thiết kế		Trọng lượng tàu (T)
				max	min			mã lực	kW	
8H3ДМ-3a	Điêzen	80	8H3Y	6,5	2,0	0,55	5,9	150	-	64,05
8ПЗУ-3М		80	8H3M	6,0	2,0	0,50	4,0	150	-	30
T3p-12		80	8H3	12	2	0,60	3,50	150	-	33,53
3PC-1		80	8H3M	5	2	0,47	3,90	150	-	37,0
3PC-2		100	12Гр-8Т	6	2	0,53	3,90	300	-	37,53
3ГМ-1-305А		170	3ГМ-1-350	6	3,5	0,80	5,50	-	610	109
12А-4		200	12H3Y	12	2	0,62	6,20	-	650	87
12P-7		150	12P-7	6	3,5	0,80	6,40	-	480	109,4
100-40K		180	3ГМ-2M	12	3	0,74	6,30	-	752	114,5
200-60KC		200	16ГрУ-8Т	15	3	0,91	6,0	-	850	158,2
300-40	Điện	300	20P-11	11	3,5	0,83	9,0	-	1450	216,8
350-505		350	20P-11	10	3,5	1,10	8,4	-	1500	281,0
350-50T		350	20P-11	18	3,5	1,70	9,0	-	2400	500
500-60		500	500-60	15	4,5	1,10	11,0	-	2970	400
1000-80		1000	1000-80	15	6,5	1,42	14,25	-	5130	650
T3P-25A	Điện	200	6HДC	25	2,5	0,96	7,0	500	-	167,8
T3P-25	Điêzen	150	14Д-6A	25	2,5	0,96	6,74	900	-	140
УПГЭУ-3М		80	8HДВ	25	2	0,80	5,30	600	-	57

m - độ dốc tự nhiên của mỗi rãnh sau khi sạt lở;

h - độ sâu hữu ích của khối đào ;

F - diện tích mặt cắt đào quá của mỗi rãnh từ cao trình đáy thiết kế trở xuống ;

h_1 - độ sâu đào vượt.

$$F_n = b_m h ; F_x = \frac{1}{2} b_m h_x = m h_x^2$$

Tỷ số giữa toàn bộ diện tích mặt cắt đào đất và diện tích mặt cắt hữu ích gọi là hệ số đào vượt (K) ; có thể tính bằng công thức sau :

$$K = \frac{F_n + F_x}{F_n} = 1 + \frac{F_x}{F_n} = 1 + \frac{m h_x^2}{b_m h} = 1 + \frac{b_m}{4mh} \quad (10-20)$$

Ưu điểm của phương pháp đào rãnh là thiết bị đơn giản và tàu hút tiến lên phía trước thuận lợi. Khuyết điểm của nó là chỉ đào được khối đào ở dưới nước. Phương pháp này được dùng rộng rãi vào việc nạo vét kênh mương, bể lắng cát và các bãi bồi trên sông v.v...

b) Phương pháp đào dao động

Tàu hút có thể dùng những thiết bị như cọc, dây cáp.v.v... để đào đất dao động theo hướng ngang (xem hình 10-12). Ta có thể tìm độ rộng B của dải đất đào theo công thức sau :

$$B = 2R \sin \frac{\varepsilon}{2} \quad (10-21)$$

Trong đó :

R - khoảng cách từ tâm cọc đến điểm xa nhất của dao bám có thể tính theo công thức:

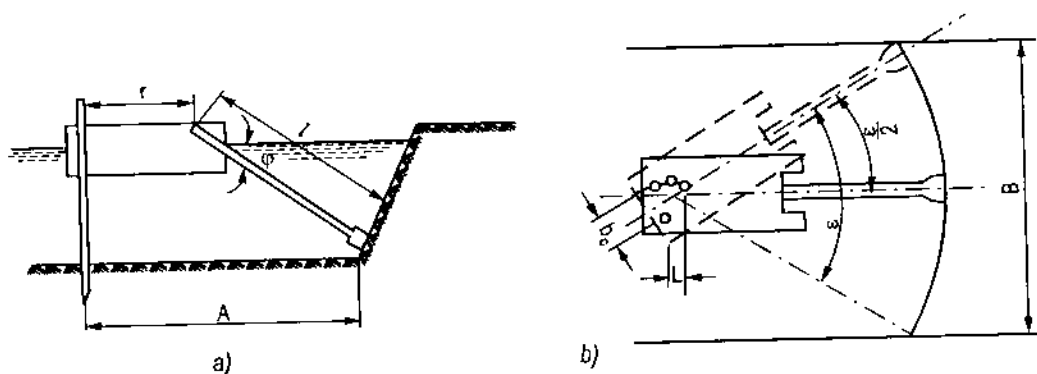
$$R = r + l \cos \varphi \quad (10-22)$$

r - khoảng cách từ tâm cọc đến giàn đỡ ống hút ;

φ - góc nghiêng của giàn đỡ ống hút với mặt nằm ngang ;

l - độ dài giàn đỡ ống hút (xem hình 10-12a) ;

ε - góc quay của tàu hút khi dao động.



Hình 10-12. Sơ đồ tàu hút tiến lên phía trước theo phương pháp dao động
a) Mặt cắt ; b) Mặt bằng.

Cự ly tiến lên phía trước của tàu sau một lần dao động (quay một góc bằng ε) có thể tính như sau :

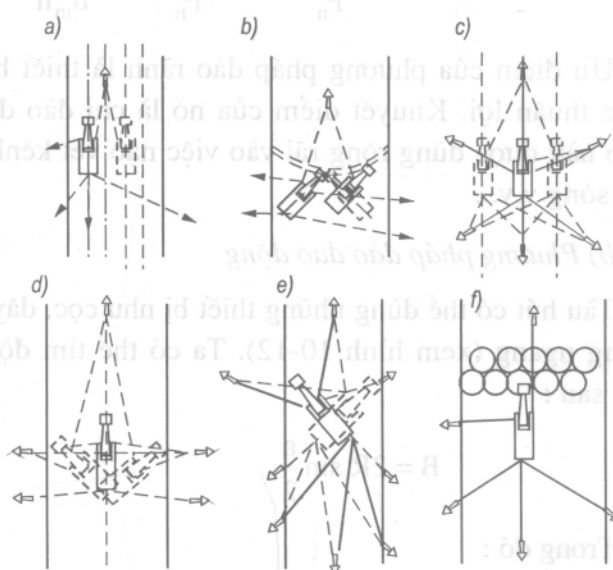
$$L = b_c \sin \frac{\varepsilon}{2} \quad (10-23)$$

c) Phương pháp đào theo kiểu hố miệng loa :

Khi dùng phương pháp đào này tàu hút bùn nhờ dây cáp và các bàn tời đặt ở trên tàu để định vị cho tàu đất ở các vị trí theo kiểu hố miệng loa (xem hình 10-15f). Để nâng cao năng suất của tàu hút cần giữ cho miệng ống hút luôn luôn tiếp xúc với mặt đất của đường đào. Miệng ống hút khi cắm vào trong đất sẽ hút bùn làm cho đất sạt lở và tạo thành hình phễu.

Khi đào cát và cuội sỏi phương pháp đào này đạt được hiệu quả tốt.

Ngoài việc dùng cọc và tời để dịch chuyển tàu tiến về phía trước nhiều khi người ta hoàn toàn dùng dây cáp và tời để dịch chuyển tàu không cần dùng tới hệ thống cọc đặt ở đuôi tàu (xem hình 10-13)



Hình 10-13. Tàu hút bùn dịch chuyển lên phía trước hoàn toàn bằng tời và dây cáp

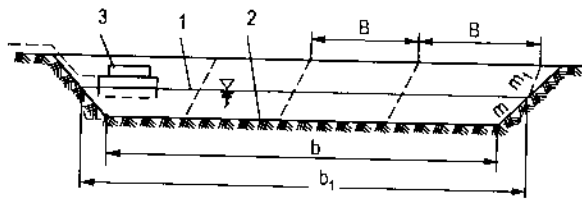
- a) Phương pháp đào rãnh; b) Phương pháp đào tạo thành lớp đất sỏi và lớp đất tơi xốp kiểu dao động hướng tâm; c) Phương pháp đào song song; d) Phương pháp đào kiểu dao động hình quạt; e) Phương pháp đào kiểu dao động chữ thập; f) Phương pháp đào kiểu hố miệng loa.

3. Tổ chức thi công tàu hút

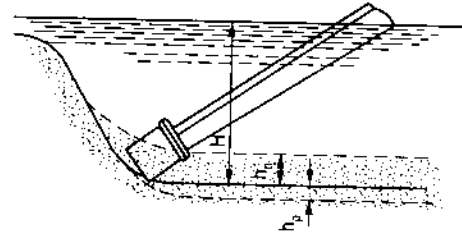
Khi dùng tàu hút bùn để đào đất dưới nước trước hết phải chia mặt cắt khối đào thành các dải đào. Lúc này cần phải xét tới trường hợp sau khi tàu hút vừa đào xong, độ dốc đào sẽ dốc hơn nhiều so với độ dốc tự nhiên, sẽ sinh sạt lở. Do đó ta phải xác định độ rộng đáy của mặt khối đào để sau khi bị sạt mái có thể đạt được độ rộng của mặt cắt thiết kế (xem hình 10-14a).

Đã biết độ rộng thiết kế B của đáy khối đào, độ sâu là h, mái đào bên của tàu hút là m_1 và mái bên thiết kế là m thì độ rộng đào thực tế b_1 tính theo công thức sau :

$$b_1 = b + mh - m_1 h = b + h (m - m_1) \quad (10-24)$$



Hình 10-14a. Chia mặt cắt khối đào thành các dải đào
1. Mặt nước ; 2. Đáy kênh ; 3. Tàu hút bùn



Hình 10-14b. Sơ họa sự tạo thành lớp đất sót và lớp đất toi xộp

Số dải đào n cần bố trí trong mặt cắt khối đào có thể tìm như sau :

$$n = \frac{b_1}{B} \quad (10-25)$$

Trong đó : b_1 là độ rộng của dải đào đất, trị số của nó quyết định bởi phương pháp đào và tính năng của tàu hút bùn. Khi dùng phương pháp đào kiểu dao động hình quạt có thể tính theo công thức 11-21.

Khi đào đất bằng tàu hút, không phải tất cả vữa bùn đều được hút đi mà một phần vữa bùn còn lại sẽ lắng đọng xuống thành một lớp đất sót h_n . Đồng thời một lớp ở phía dưới dao băm cũng bị toi xộp h_p (xem hình 10-14b).

B.M.Sakudin đã nghiên cứu về chiều dày của lớp đất sót này và thấy nó chủ yếu phụ thuộc vào chiều cao đường đào, có thể tính theo công thức sau:

$$h_n = 0,2 H_z \quad (10-26)$$

Trong đó: H_z - tổng chiều cao đường đào (phần ở trên và dưới mặt nước).

Trong khi thiết kế thi công đào móng các công trình bê tông bằng tàu hút, ta cần phải xét tới hai lớp đất đào sót và toi xộp này để chừa lại lớp bảo vệ mà dự trù thiết bị đào vét hố móng sau khi tháo cạn nước ở hố móng.

Mục đích của lớp bảo vệ là đảm bảo tính nguyên thổ của nền, chiều dày lớp bảo vệ phụ thuộc vào công suất của bơm bùn và xác định theo bảng 10- 6.

Bảng 10-6. Chiều dày cần thiết của lớp bảo vệ

Lưu lượng bơm nước của tàu hút (m^3/h)	Chiều dày nhỏ nhất của lớp bảo vệ (m)	Đào sót cho phép theo chiều dài và chiều rộng (m)
Cao hơn 7500	2,50	$\pm 2,50$
7500 ÷ 3500	2,00	$\pm 2,00$
3500 ÷ 2000	1,50	$\pm 1,50$
2000 ÷ 1000	1,00	$\pm 1,00$
1000 ÷ 800	0,70	$\pm 0,80$
Nhỏ hơn 800	0,50	$\pm 0,$

Cường độ vữa bùn cần hút được xác định theo công thức sau :

$$Q_{vb} = \frac{W (1 - n + q)}{Bmtc}, (m^3/h) \quad (10-27)$$

Trong đó :

W - khối lượng đất cần đào (m^3) ;

n - độ rỗng của đất đào ;

q - lượng hao nước đơn vị dùng để đào và vận chuyển $1m^3$ đất tính theo bảng 10-7;

B - số giờ làm việc trong mỗi ca ;

m - số ca làm việc trong 1 ngày đêm ;

t - số ngày làm việc trong một tháng ;

c - số tháng làm việc.

Số lượng tàu hút bùn cần thiết được xác định theo công thức sau :

$$n = \frac{Q_{vb}}{Q_l K_b} \quad (10-28)$$

Trong đó :

Q_l - năng suất vữa bùn của tàu hút đã chọn (m^3) có thể lấy bằng lượng nước hút của tàu ;

K_b - hệ số sử dụng thời gian lấy bằng $0,60 \div 0,85$.

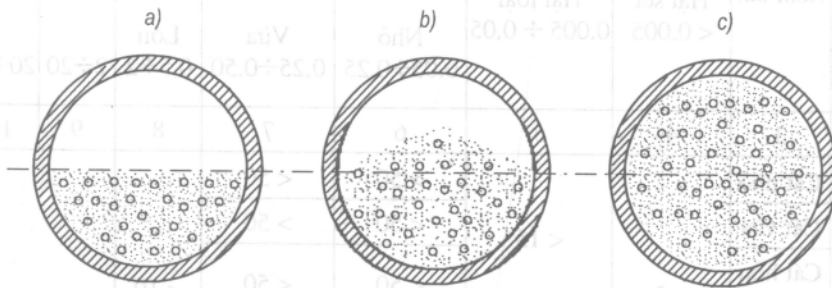
Chú ý : Khi hút vữa bùn có lẫn sỏi đường kính dưới 20mm thì dùng tàu hút có công suất hút vữa bùn có thể nhỏ hơn $2000m^3/h$. Nếu vữa bùn có lẫn sỏi đá đường kính lớn $20 \div 40mm$ thì phải dùng tàu hút bùn có công suất lớn hơn $2000m^3/h$.

§10.3. VẬN CHUYỂN VỮA BÙN

I. Khái niệm chung

Vữa bùn có thể tự chảy hoặc vận chuyển bằng áp lực. Khi vữa bùn tự chảy theo một phần mặt cắt của rãnh máng hoặc ống gọi là vận chuyển không áp lực. Nếu khi ép chuyển vữa bùn qua toàn bộ mặt cắt của đường ống thì gọi là vận chuyển có áp lực. Khi vận chuyển vữa bùn, nước vận động về phía trước sinh ra lực xói thẳng đứng làm cho mặt đất nổi lên và lực đẩy ngang làm cho những hạt đất này chuyển dịch về phía trước. Vì lưu tốc khác nhau nên trạng thái phân bố hạt trong mặt cắt cũng khác nhau như hình 10-15. Khi lưu tốc nhỏ, hạt đất ở trong ống chìm xuống đáy ống và vận động nhảy cóc, không liên tục, nồng độ phân bố không đều, trên loãng dưới đặc. Khi lưu tốc tăng lên tới mức độ nào đó hạt đất nhỏ nổi lên, hạt ở đáy ống vận động nhảy cóc gián đoạn và nồng độ phân bố vẫn chưa thật đều. Khi lưu tốc tăng lên nữa hạt đất ở trạng thái lơ lửng, nồng

độ phân bố tương đối đều đặn. Trạng thái chảy của vữa bùn ở khoảng giữa hai trạng thái của hai loại sau gọi là trạng thái tới hạn. Lưu tốc tương ứng với trạng thái ấy gọi là lưu tốc tới hạn V_{th} .



Hình 10-15. Các trạng thái của vữa bùn khi vận chuyển trong ống

- a) Khi lưu tốc nhỏ ; b) Khi tiếp cận với lưu tốc tới hạn;
c) Khi lớn hơn lưu tốc tới hạn.

Theo Velicanôva thì $V_{th} = 10 \div 20\%$ lưu tốc trung bình của dòng chảy rối. Lưu tốc tới hạn của vữa bùn phụ thuộc vào nhiều nhân tố như kích thước của dòng chảy nghĩa là: Bán kính thủy lực R , chiều sâu h , chiều rộng b của máng lộ thiên hoặc đường kính D của ống dẫn bùn áp lực ; phụ thuộc vào hình dạng kích thước d_{tb} của hạt đất hay là độ thô thủy lực trung bình W_{tb} của nó. Độ thô thủy lực là tốc độ chìm lắng của các hạt trong môi trường chất lỏng vô hạn (xem hình 10-16). Ngoài ra V_{th} còn phụ thuộc vào hệ số ma sát C_ϕ trong vận chuyển có áp, phụ thuộc vào độ đục K hay nồng độ K' của vữa bùn, tức là :

$$V_{th} = f[D, d_{tb}(W_{tb}, C_\phi), K(K')] \quad (10-29)$$

Trong đó :

Mật độ (độ đục) của vữa bùn xác định bằng tỷ số thể tích hay trọng lượng của đất với thể tích hay trọng lượng của nước, tức là :

$$K = \frac{T}{B} \quad (10-30)$$

Trong đó :

T - khối lượng hay thể tích của đất trong vữa bùn ;

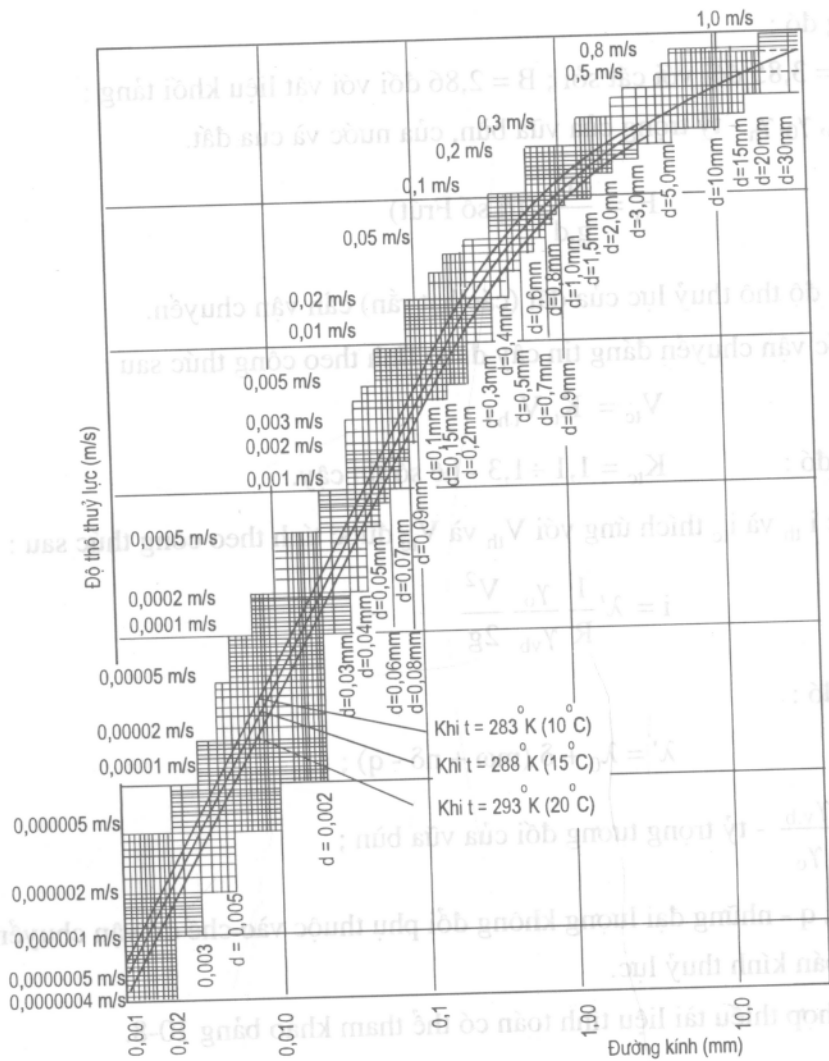
B - khối lượng hay thể tích của nước trong vữa bùn.

Còn nồng độ K' của vữa bùn là tỷ số thể tích hay khối lượng của đất với thể tích hay khối lượng của vữa bùn, tức là :

$$K' = \frac{T}{T + B} \quad (10-31)$$

Bảng 10-7. Bảng phân loại đất và lượng nước hao đơn vị của chúng

Nhóm đất	Lưu lượng nước để đào và vận chuyển 1m ³ đất	Loại đất	Thành phần hạt (kích thước mm) và khối lượng tính theo %							
			Hạt sét < 0,005	Hạt loại 0,005 ÷ 0,05	Cát			Cuội nhỏ		Cuội lớn
					Nhỏ 0,05 ÷ 0,25	Vừa 0,25 ÷ 0,50	Lớn 0,5 ÷ 2	2 ÷ 20	20 ÷ 40	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I	7	Cát nhỏ	< 3	< 15	> 50	< 50	< 10	< 1		-
		Cát vừa			< 50	> 50				-
		Cát hỗn hợp			< 50	< 50				-
		Cát rất nhỏ (Hạt bụi)	< 20	Không quy định		-				
II	9	Bùn vừa	< 3	Không quy định				< 5	-	
		Cát hỗn hợp		< 15	< 50	< 50	10 ÷ 50		-	
		Cát nhỏ hạt bụi		20 ÷ 50	Không quy định				-	
		Cát lớn		< 15	< 50	< 50	> 50		-	
		Đất cát pha nhẹ	3 ÷ 6	< 50	Không quy định				-	
III	11	Cát hỗn hợp	< 3	Không quy định				< 10		
		Cát pha nặng	6 ÷ 10	< 50	Không quy định			< 5		
IV	14	Cát lẫn sỏi	< 10	Không quy định				< 25		
		Sét pha nhẹ	10 ÷ 15					< 10		
V	18	Cát lẫn sỏi	< 5					< 30		
		Sét pha vừa	15 ÷ 20					< 10		
VI	22	Cát lẫn sỏi	< 5					< 10		
		Sét pha nặng	20 ÷ 30					< 40		
		Đất sét gầy	< 40					< 10		



Hình 10-16. Biểu đồ quan hệ $w \sim d$

II. Vận chuyển vữa bùn tự chảy

Khi điều kiện địa hình cho phép thì vận chuyển vữa bùn tự chảy kinh tế nhất. Thông thường vận chuyển vữa bùn tự chảy bằng máng gỗ, rãnh đất hay cho chảy qua một phần mặt cắt của đường ống.

Việc tính toán tự chảy được tiến hành như sau :

Đầu tiên phải xác định lưu tốc tới hạn và lưu tốc vận chuyển đáng tin cậy, sau đó sẽ tìm độ dốc thích hợp của mương máng ứng với lưu tốc vận chuyển bùn đáng tin cậy đó.

Lưu tốc tới hạn được tính theo công thức sau :

$$V_{th} = B \sqrt[4]{\frac{1}{F_r}} \sqrt[9]{\frac{\gamma_{vb} - \gamma_o}{\gamma_o} \left(\frac{\gamma_h - \gamma_{vb}}{\gamma_o} \right)^2} \quad (10-32)$$

Trong đó :

$B = 3,85$ đối với cát sỏi ; $B = 2,86$ đối với vật liệu khối tảng ;

$\gamma_{vb}, \gamma_0, \gamma_h$ - tỷ trọng của vữa bùn, của nước và của đất.

$$F_r = \frac{\omega^2}{g.d} \text{ (trị số Frút)}$$

ω - độ thô thủy lực của đất (các hạt rắn) cần vận chuyển.

Lưu tốc vận chuyển đáng tin cậy được tính theo công thức sau :

$$V_{tc} = K_{tc} V_{th}; \quad (10-33)$$

Trong đó : $K_{tc} = 1,1 \div 1,3$ - hệ số tin cậy.

Độ dốc i_{th} và i_{tc} thích ứng với V_{th} và V_{tc} được tính theo công thức sau :

$$i = \lambda' \frac{1}{R} \frac{\gamma_0}{\gamma_{vb}} \frac{V^2}{2g} \quad (10-34)$$

Trong đó :

$$\lambda' = \lambda_0 + \delta (m\omega + n\delta - q);$$

$$\delta = \frac{\gamma_{v.b.}}{\gamma_0} \text{ - tỷ trọng tương đối của vữa bùn ;}$$

m, n, q - những đại lượng không đổi phụ thuộc vào chế độ vận chuyển thủy lực ;

R - bán kính thủy lực.

Trường hợp thiếu tài liệu tính toán có thể tham khảo bảng 10-8.

**Bảng 10-8. Những giá trị gần đúng của độ dốc máng
và kênh để vận chuyển vữa bùn tự chảy**

Loại đất	Lượng hao nước đơn vị để vận chuyển $1m^3$ đất m^3/m^3	Độ dốc	
		Máng gỗ hay bê tông	Mương đất
Đất màu	$1 \div 2$	$0,010 \div 0,015$	$0,02 \div 0,03$
Đất sét	$1 \div 3$	$0,015 \div 0,025$	$0,02 \div 0,03$
Cát hạt nhỏ	$3 \div 3,5$	$0,025 \div 0,030$	$0,03 \div 0,04$
Cát hạt trung	$3,5 \div 4$	$0,030 \div 0,035$	$0,04 \div 0,05$
Đất thịt	$4,5 \div 6$	$0,030 \div 0,035$	$0,04 \div 0,05$
Cát hạt thô	$5 \div 6$	$0,035 \div 0,050$	$0,05 \div 0,06$
Cuội sỏi nhỏ	$6 \div 6,5$	$0,05 \div 0,07$	$0,06 \div 0,10$
Cuội sỏi lớn	$6,5 \div 8$	$0,06 \div 0,10$	-

III. Vận chuyển vữa bùn có áp lực

Khi vận chuyển vữa bùn có áp lực, những vấn đề cần nghiên cứu tính toán chủ yếu là : xác định tổn thất cột nước trong đường ống và xác định lưu tốc tối hạn của dòng bùn trong ống sao cho thích hợp với điều kiện công tác tốt nhất của tàu hút bùn đã chọn.

1. Xác định tổn thất cột nước trong đường ống

Tổng tổn thất cột nước trong đường ống dẫn bùn có thể tính theo công thức sau:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 \quad (10-35)$$

Trong đó :

- h_1 - tổn thất ở đường ống hút của bơm bùn ;
- h_2 - tổn thất ở đường ống đặt trên các phao nổi ;
- h_3 - tổn thất ở đường ống đặt trên mặt đất;
- h_4 - tổn thất chênh lệch địa hình giữa cao trình mặt nước hút và trực miệng ống xả bùn ;
- h_5 - tổn thất các bộ.

Các đại lượng trên được tính như sau :

$$h_1 = 0,0585 V_h^2 \left(\frac{0,03 l_h}{D_h} + 0,725 \right) ; \quad (10-36)$$

Trong đó :

- V_h - lưu tốc của dòng bùn trong ống hút, (m.s) ;
- l_h và D_h - chiều dài và đường kính của ống hút, (m).

$$h_2 = i_n L_n + S \frac{V_n^2}{2g} (n+1) \gamma_{vb}, (m) ; \quad (10-37)$$

Trong đó :

- i_n - tổn thất đầu nước trên 1m đường ống đặt trên phao nổi, (m) ;
- L_n - độ dài thực tế của đường ống đặt trên các phao nổi, (m) ;
- $S = 0,25$ - hệ số tổn thất cục bộ ở các khớp nối hình cầu, (m) ;
- V_n - lưu tốc dòng bùn trong ống đặt trên các phao nổi, (m/s) ;
- n - số ống dẫn đặt trên phao nổi, (chiếc) ;
- λ_{vb} - tỷ trọng của vữa bùn, (T/m³) ;

$$h_3 = i_d L_d, (m) \quad (10-38)$$

Trong đó :

- i_d - tổn thất đầu nước trên 1m đường ống dẫn bùn đặt trên mặt đất, (m) ;
- L_d - độ dài đường ống dẫn bùn đặt trên mặt đất, (m).

$$h_4 = h_v \gamma_{vb}(m) \quad (10-39)$$

Trong đó :

h_v - chênh lệch địa hình giữa cao trình mực nước hút và trục ống xả bùn (m);

γ_{vb} - ký hiệu như trên.

Trong trường hợp mà cột nước áp lực của bơm bùn nhỏ hơn tổng cột nước áp lực (H) thì phải thiết lập thêm trạm bơm chuyển tiếp.

2. Xác định lưu tốc tới hạn

Về mặt lý luận thì lưu tốc của vữa bùn trong ống dẫn phải bằng hoặc lớn hơn lưu tốc tới hạn để đảm bảo điều kiện tổn thất động năng trong khi vận chuyển vữa bùn là nhỏ nhất. Vì vậy ta cần phải xác định lưu tốc tới hạn trong điều kiện đã cho. Có rất nhiều tác giả đã đi sâu nghiên cứu vấn đề này và đề nghị nhiều cách tính khác nhau, song dưới đây chỉ giới thiệu công thức tính của Iuphin (A. П.ЮФИН).

Các thông số cơ bản cần xác định là lưu tốc tới hạn và độ dốc thuỷ lực (tổn thất cột nước riêng)

Khi tỷ trọng của vữa bùn $\lambda_{vb} \geq 1,05 \text{ T/m}^3$ thì lưu tốc tới hạn được tính như sau :

$$V_{th} = 7,5 \sqrt[3]{\frac{\omega D}{\sqrt{gd}} \left(\frac{\gamma_{vb}}{\gamma_o} - \frac{\gamma_o}{\gamma_h} \right)}, (m/s) \quad (10-40)$$

Trong đó :

D - đường kính của ống dẫn (m) ;

d - đường kính trung bình của các hạt tổ thành, (m) ;

$d = \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_{20}}{20}$ tính theo biểu đồ sự tổ thành hạt của đất đào;

ω - độ thô thuỷ lực của hạt đất, (m/s) ;

$\gamma_{vb}, \gamma_o, \gamma_h$ - ký hiệu như trên, (T/m³).

Độ dốc thuỷ lực được tính như sau :

$$i_{th} = 0,63 \delta \sqrt{\delta - 1} \frac{\sqrt{\omega}}{\sqrt[3]{gd}}, \quad (10-41)$$

Trong đó :

$\delta = \frac{\gamma_{vb}}{\gamma_o}$ - tỷ trọng tương đối của vữa bùn.

Các ký hiệu khác như trên.

Trường hợp đất đào là đồng chất, tức $K = \frac{d_{90}}{d_{10}} \leq 3$ mà lưu tốc của dòng bùn trong đường ống là V thì độ dốc thuỷ lực i_l thích hợp là :

$$i_1 = i_0 + \left[i_{th} - i_0 \left(\frac{V_{th}}{V} \right)^2 \right] \frac{V_{th}}{V} \quad (10-42)$$

Trong đó : i_0 là tổn thất đầu nước của dòng nước sạch chảy trong ống có đường kính D với lưu tốc V . Sự tổn thất này có thể tính theo công thức của Đácxi - Vaysbắc (Дарси - Вейсбах) :

$$i_0 = \lambda_0 \frac{V^2}{2gD} ; \quad (10-43)$$

Trong đó : λ_0 - hệ số ma sát thủy lực, đối với ống kim loại mới thì tính như sau :

$$\lambda_0 = \frac{1}{(1,8 \lg Re - 1,5)^2}, \quad (10-44)$$

Trong đó : Re - số rây nơ.

Trường hợp đất đào là không đồng chất, tức $K > 3$ thì độ dốc thủy lực i_2 được tính như sau :

$$i_2 = i_0 + (i_1 - i_0) \Delta_0^{0,22}, \quad (10-45)$$

Trong đó : Δ_0 - tính không đồng chất được quy ước bằng :

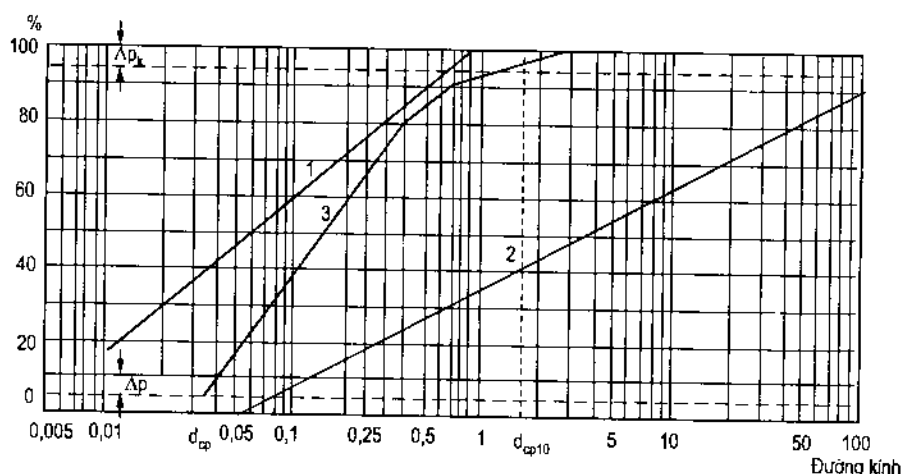
$$\Delta_0 = \frac{3d_{10}}{d_{90}}$$

§10.4. CÔNG TÁC BỒI ĐÁP

I. Việc chọn đất bồi đắp

Khi bồi đắp đập đất, phải chú ý đến việc chọn vật liệu đất, vì hạt mịn ở trong đất sau khi bồi đắp sẽ ở trạng thái dịch thể lâu dài, ảnh hưởng đến tính ổn định của thân đập cho nên cần phải trừ bỏ đi. Loại hạt cần trừ bỏ đi này ($d \leq 0,001\text{mm}$), khi bồi đắp bằng đất dính sẽ chiếm 25% trở lên, khi bồi đắp bằng đất thịt nặng chiếm 18 ÷ 25%, đất thịt chiếm 12 ÷ 18%, đất thịt pha cát chiếm 3 ÷ 12%, đất cát chiếm 3%. Do đó có thể dùng đất lượng ngậm hạt mịn nhiều để bồi đắp khối đập chất lượng cao là không kinh tế. Trong thi công, nếu không chú ý đến việc tổ chức công tác bồi đắp, không chú ý khống chế cường độ bồi đắp và việc tháo bỏ hạt mịn thì sẽ xảy ra hiện tượng trượt mái, ảnh hưởng đến việc tiến hành thi công và an toàn trong xây dựng. Ở Mỹ đã có một số đập gặp hiện tượng này.

Căn cứ vào kết quả nghiên cứu của Liên Xô với rất nhiều đập đã bồi đắp ở trong nước và trên thế giới, đã quy định giới hạn của đường tổ thành hạt của đất ở bãi vật liệu dùng để đắp đập có tường tâm (hình 10-17).



Hình 10-17. Đường biểu diễn tổ thành hạt của đất ở bãi vật liệu và các đường giới hạn thích hợp để đắp tường tâm.

1. Đường giới hạn dưới ; 2. Đường giới hạn trên ; 3. Đường tổ thành hạt.

Từ hình vẽ có thể thấy: giới hạn thích dụng của hạt thô trong phạm vi $0,05 \div 200\text{mm}$, giới hạn của hạt nhỏ $0,01 \div 1,00\text{mm}$. Đối với tường tâm, một mặt cần có đủ tính không thấm nước, mặt khác lại phải có năng lực tự động tách nước nên dùng tổ thành hạt nằm giữa đường 1 và 2.

Đường biểu diễn giới hạn căn cứ vào tính toán năng lực tách nước tự nhiên của tường tâm và bộ phận thành bên tường tâm để vẽ. Khi tổ thành hạt của bãi vật liệu không thoả mãn hoàn toàn yêu cầu nói trên thì cần phải điều chỉnh. Nếu hạt nhỏ quá nhiều, có thể dùng thiết bị làm tăng nồng độ vữa bùn hoặc tăng thiết bị tháo nước để tháo bỏ thêm các hạt nhỏ. Nếu thiếu hạt của cấp phối nào đó thì cần lấy đất ở bãi vật liệu khác bổ sung vào; tất nhiên lúc này phí tổn công trình sẽ tăng lên theo.

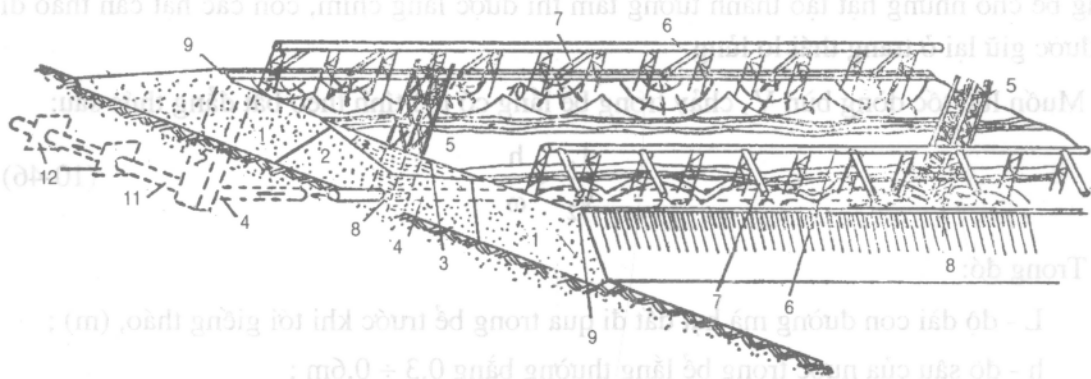
II. Các phương pháp bồi đắp

Nói chung có ba phương pháp sau đây dùng để bồi đắp đập đất :

1. Phương pháp bồi đắp hai mặt (hai phía)

Phương pháp bồi đắp hai mặt chủ yếu dùng khi đất có tổ thành hạt không đều, tức khi hệ số không đồng chất $K > 3$ để đắp các đập đất có tường tâm không thấm nước hoặc khó thấm nước. Xem hình 10-20: bồi đắp hai mặt có cầu tạm thời và hình 10-21: bồi đắp hai mặt không dùng cầu tạm.

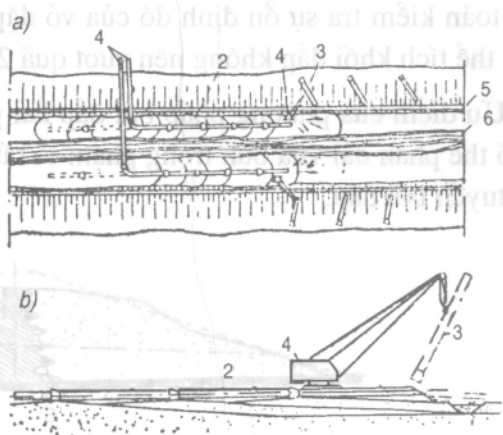
Trước khi bắt đầu bồi đắp, cần hoàn thành một loạt công tác chuẩn bị gồm : đắp thiết bị tháo nước ở chân đập như: kè đá, tầng lọc ngược ; thiết bị tháo nước thẳng đứng, ống tháo nước ngang, dọc, đắp đê con chạch, làm cầu tạm thời để đặt ống dẫn bùn, lắp ống dẫn bùn hoặc máng dẫn bùn v.v...



Hình 10-18. Bồi đắp hai mặt có dùng cầu tạm

1. Vỏ đập ; 2. Tường tâm (lõi đập) ; 3. Bể lắng ; 4. Ống tháo nước dọc ; 5. Giếng tháo nước ;
6. Ống dẫn vữa bùn ; 7. Máng tháo vữa bùn ; 8. Tấm phai ; 9. Đê con chạch ;
10. Đốc bùn lắng động ; 11. Ống tháo nước ngang ; 12. Tấm chống thấm.

Sau khi công tác chuẩn bị xong xuôi thì bắt đầu công tác bồi đắp chính thức. Vữa bùn từ ống dẫn bùn xả ra, lắng chìm từng lớp trên mặt đập và tự nén chặt. Trong quá trình bồi đắp, khi mặt đất mới đắp tiếp cận với chiều cao đỉnh đê con chạch và đê ngăn thì cần tôn đê con chạch và đê ngăn lên một lớp để đảm bảo việc tiến hành bồi đắp lớp sau. Khi mặt đập tiếp cận với chiều cao đỉnh cầu tạm thời đợt thứ nhất thì phải ngừng công tác bồi đắp, tháo đường ống dẫn bùn ra, lắp nối tiếp cầu tạm lên cao rồi đặt đường ống dẫn bùn cho đợt thứ hai, song lại tiếp tục bồi đắp thân đập đợt hai. Cứ như thế tới khi bồi đắp xong mặt cát thiết kế thì thôi.



Hình 10-19. Bồi đắp hai mặt không dùng

a) Mặt bằng ; b) Mặt ngang ;

1. Ống dẫn vữa bùn ; 2-3. Ống tháo vữa bùn ;
4. Cần trục ; 5. Đê con chạch ; 6. Bể lắng.

Khoảng cách giữa cầu tạm và tuyến trục đê con chạch khi cầu tạm cao có thể lấy bằng $10 \div 15\text{m}$, khi cầu thấp có thể lấy bằng $5 \div 10\text{m}$. Khoảng cách giữa các miệng xả bùn nói chung lấy bằng $5 \div 10\text{m}$.

Trong quá trình bồi đắp, bộ phận giữa thân đập sẽ hình thành bể lắng. Vữa bùn ra khỏi miệng ống xả thì các hạt to lắng đọng ngay trên mái tự do (phần trên khô) các hạt nhỏ sẽ lắng đọng trong phần bể lắng tạo thành tường tâm, còn một số ít các hạt mịn ở trạng thái lơ lửng sẽ trôi theo nước được tháo bỏ đi. Cần khống chế lưu tốc dòng nước

trong bể cho những hạt tạo thành tường tâm thì được lắng chìm, còn các hạt cần tháo đi thì được giữ lại ở trạng thái lơ lửng.

Muốn lưu tốc dòng bùn V_2 chảy trong bể lắng có thể tính theo bất đẳng thức sau:

$$\frac{L}{V_2} < \frac{h}{\omega} \quad (10-46)$$

Trong đó:

L - độ dài con đường mà hạt đất đi qua trong bể trước khi tới giếng tháo, (m) ;

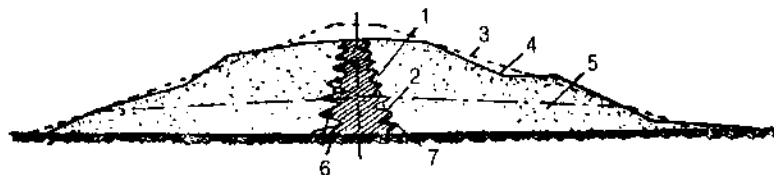
h - độ sâu của nước trong bể lắng thường bằng $0,3 \div 0,6$ m ;

V_2 - lưu tốc dòng bùn chảy trong bể lắng thường $< 0,05 \div 0,1$ m/s ;

ω - độ thô thủy lực của hạt đất lớn nhất cần tháo bỏ đi.

Trong quá trình bồi đắp, tường tâm ở trạng thái lỏng lâu sẽ sinh áp lực nước tĩnh rất lớn đối với vỏ đập. Nếu vỏ đập nào không đủ ổn định thì có thể sinh ra xê dịch làm cho khối đất tường tâm trượt mà sinh ra sạt lở nghiêm trọng. Do đó trong chuyên môn phải tính toán kiểm tra sự ổn định đó của vỏ đập, nói chung tỷ số giữa thể tích tường tâm và tổng thể tích khối đập không nên vượt quá $20 \div 25\%$.

Ưu điểm của phương pháp bồi đắp hai phía có cầu tạm là số lần lắp lại ống dẫn bùn ít, có thể phân dải vữa bùn trong phạm vi rất lớn và có thể bồi đắp theo bất kỳ thứ tự theo dọc tuyến bồi đắp.



Hình 10-20. Mặt cắt tường tâm thực tế được tạo thành bằng phương pháp bồi đắp

Khuyết điểm của phương pháp này là phải tiêu hao lượng lao động khá lớn cho việc làm cầu tạm, tốn nhiều gỗ để làm cầu tạm và ngoài ra còn ảnh hưởng phần nào tới chất lượng đập vì gỗ làm cầu sau này không thu hồi lại được. Vì các nhược điểm đó nên phương pháp này ít dùng và hiện nay người ta hay dùng phương pháp bồi đắp hai phía không dùng cầu tạm (xem hình 10-21).

Trong phương pháp bồi đắp hai mặt không dùng cầu tạm người ta chỉ dùng cần trục bánh xích để lắp và tháo các ống dẫn bùn, ống đặt ở chỗ mái trong của đập con chạch, cách chân mái chừng 5m. Trong khi lắp và tháo ống dẫn bùn việc bồi đắp vẫn được tiến hành song song.

Trong thực tế rất khó điều chỉnh kích thước của bể lắng chìm để tạo thành tường tâm có hình dạng như trong thiết kế mà nó tạo thành hình lưới cửa như hình 10-20.

Để đảm bảo công tác bồi đắp tiến hành liên tục, cần dùng ống dẫn bùn tháo lắp nhanh có cửa miệng loa (xem hình 10-21). Lắp và tháo ống đều dùng cần trục di chuyển ở phía trong. Ống tháo ra đặt trên mái ngoài của thân đập.

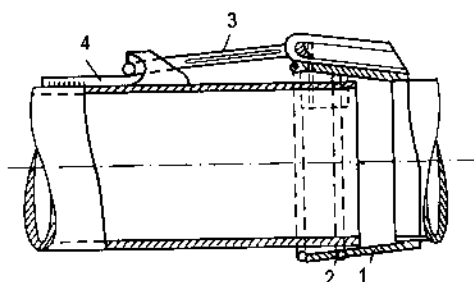
So với phương pháp bồi đắp có cầu tạm thì phương pháp bồi đắp không dùng cầu tạm có những ưu điểm sau :

- Giảm bớt nhiều sức lao động ;
- Gần như hoàn toàn không dùng gỗ và kim loại dùng cầu tạm và máng tháo bùn ;
- Chất lượng đất bồi đắp tương đối cao, trừ bỏ được tính không đều đặn dọc theo trục tuyến khối đắp, đồng thời đảm bảo đất đắp chặt, đặc hơn (đối với đất như nhau, mức kể hồng hạ thấp $3 \div 4\%$) ;
- Bồi đắp liên tục, có thể cơ giới hoá toàn bộ ;
- Cột nước bơm vừa bùn tăng dần một cách hợp lý, do đó năng suất bơm bùn cao hơn ;
- Nâng cao được hệ số lợi dụng của tàu hút bùn hoặc của thiết bị súng bắn nước.

2. Phương pháp bồi đắp một mặt (một phía)

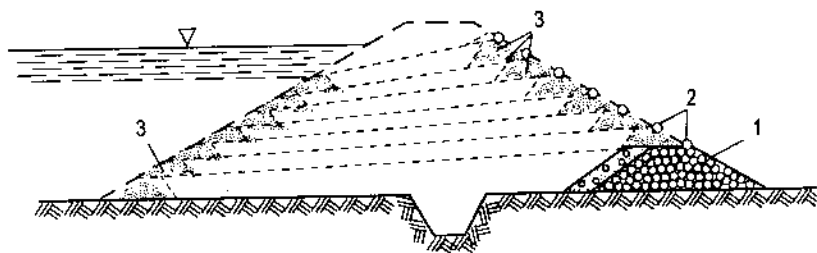
Khi dùng phương pháp này vừa bùn được chuyển từ bên mái hạ lưu tới (xem hình 10-22), đê con chạch cũng được làm ở bên mái hạ lưu hoặc ở cả hai mái, nhưng phải đảm bảo sự hình thành mái bồi đắp tự do. Những nhân tố ảnh hưởng tới mái bồi đắp tự do như trên đã nói. Khi bồi đắp vừa bùn trên cạnh độ dốc của nó là $1/15 \div 1/18$; ở dưới nước độ dốc là $1/4 \div 1/6$. Rõ ràng là đối với đất càng nhỏ độ dốc sẽ càng thoải.

Khi bồi đắp một mặt cũng sinh hiện tượng phân cấp hạt đất : hạt to lắng trước, hạt nhỏ lắng sau tạo thành ở chân dốc của dòng bùn một tường nghiêng tự nhiên (xem hình 10-22) nếu như có đê con chạch ở mái đập thượng lưu để tạo thành lắng theo nguyên lý trên đã nói.



Hình 10-21. Một nối của các ống dẫn bùn tháo lắp nhanh

1. Đầu ống có miệng loa; 2. Vòng thép tròn;
3. Vòng khoá; 4. Móc khoá cố định.

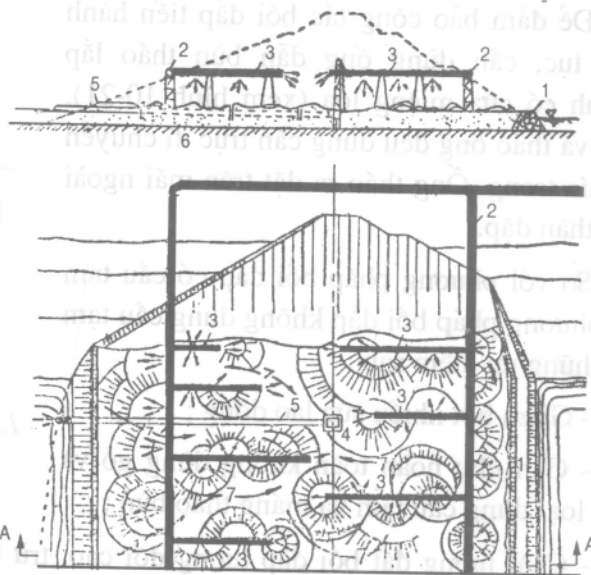


Hình 10-22. Mặt cắt đập bồi đắp từ một phía
1. Vật tiêu nước; 2. Ống dẫn bùn; 3. Đê con chạch.

Phương pháp bồi đắp một mặt chủ yếu dùng khi khối đắp có chiều cao không lớn, đất đắp có nhiều hạt thô và vật đắp cần có tường nghiêng chống thấm. Việc bồi đắp dưới nước sau khi ngăn dòng lấp sông cũng dùng rộng rãi phương pháp này.

3. Phương pháp bồi đắp xen kẽ

Đặc điểm của phương pháp bồi đắp xen kẽ là vữa bùn chảy ra xen kẽ dọc theo ống dẫn bùn, do đó khối đắp có chất lượng cao. Tuy ở dưới chân mỗi cửa xả bùn có tạo thành các khối chóp mà hạt phân bố không đều nhưng nếu nhìn tổng thể toàn bộ khối đắp thì có thể coi đó là khối đồng chất nhất so với hai phương pháp trên.



Hình 10-23. Sơ đồ bồi đắp bằng phương pháp xen kẽ

a) Mặt cắt ; b) Mặt bằng

1. Kè đá ; 2. Ống dẫn bùn ; 3. Ống tháo vữa bùn ;
4. Giếng tháo nước thẳng đứng ; 5. Ống tháo nước ngang ;
6. Chân đập ; 7. Hướng chảy của vữa bùn.

Phương pháp bồi đắp xen kẽ thích hợp với đất hạt thô (đá cuội, đá sỏi, cát...) có lượng ngậm hạt mịn không nhiều, dùng rộng rãi để bồi đắp dưới nước trong mùa đông ở các nước hàn đới hoặc dùng để ngăn dòng lấp sông bằng bồi đắp mà không cần đổ đá ngăn dòng.

III. Tổ chức thi công bồi đắp

Khi tiến hành công tác bồi đắp đất, để tiện cho việc tổ chức thi công dây chuyền, thường chia khối đắp làm nhiều đoạn bồi đắp để có thể chủ động tiến hành đồng thời trên một hoặc vài đoạn công tác. Mỗi đoạn bồi đắp đó do một máy bơm bùn hoặc một tổ thiết bị bơm bùn cung cấp vữa bùn (xem hình 10-24). Chiều dài đoạn bồi đắp phụ thuộc vào chiều rộng trung bình của công trình bồi đắp và năng suất của tàu hút hoặc thiết bị bơm bùn. Chiều dài đoạn bồi đắp có thể xác định theo bảng 10-9 hoặc theo công thức sau :

$$L_d = \frac{Q}{bh_t} \quad (10-47)$$

Trong đó :

Q - năng suất của tàu hút hoặc thiết bị bơm bùn m³/ngày đêm.

b - chiều rộng trung bình của công trình bồi đắp.

h_t - cường độ bồi đắp trong 1 ngày đêm, đối với cát nhỏ h_t = 0,2 ÷ 0,3m/ng.đ. Nếu đất có kích thước hạt lớn hơn có thể lấy bằng 0,5m/ng.đ hoặc lớn hơn nữa.

Giếng đứng xếp đà (tấm phai) chế bằng giá gỗ (xem hình 10-25a). Tùy theo việc bồi đắp của đập mà nối dài trực đứng của giá, trong rãnh của trụ xếp các tấm gỗ phai dày làm thành tấm đà xếp 2. Lắp tháo các tấm đà xếp ấy thì có thể điều tiết được mực nước của bể lắng. Nước từ trong giếng đứng qua ống tháo 4 để tháo ra ngoài. Để tăng chiều dài đường nước thấm trên dọc ống có lắp các tấm chắn bằng kim loại hoặc gỗ phết nhựa đường.

Bảng 10-9

Năng suất hút nước của tàu hút m ³ /h	Chiều dài đoạn bồi đắp
1000	75 ÷ 200
3000	150 ÷ 300
5000	200 ÷ 400
10000	150 ÷ 500

Hình 10-25. Hình vẽ hệ thống tháo

vữa bùn trong (hạt mịn)

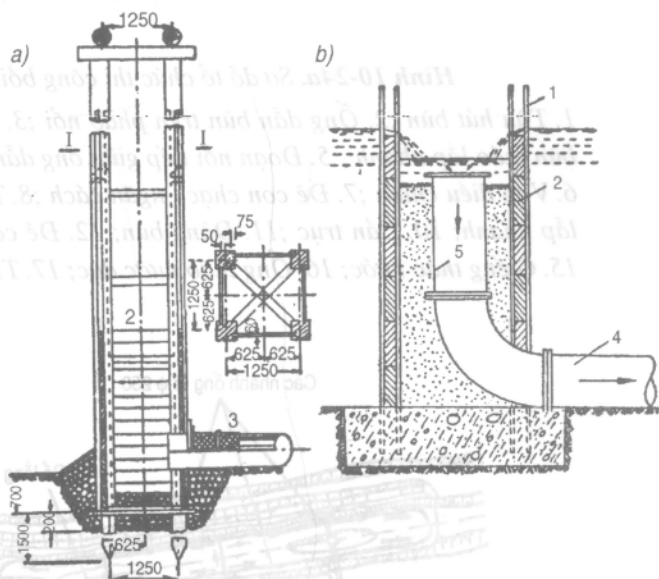
a) Giếng đứng khung bằng gỗ ;

b) Giếng đứng khung bằng kim loại;

1. Trụ của khung bằng gỗ hoặc kim loại; 2. Tấm đà (phaì) bằng gỗ ;

3. Kết cấu phòng thấm. 4. Ống tháo ;

5. Ống kim loại.



Mỗi một giếng có thể có một ống tháo riêng, hoặc mấy giếng đứng dùng chung một ống tháo đặt dọc theo trục đập. Sau khi bồi đắp xong xuôi, sẽ dùng đất sét hay đất thịt để lấp giếng đó. Còn ống tháo thì đào đi một bộ phận, đầu mút của bộ phận còn chôn lại ở thân đập thì dùng bê tông bịt kín, hoặc dùng nắp kim loại hàn kín lại.

Giếng đứng xếp đà khung bằng kim loại như hình 10-25, loại giếng này có các tấm đà được xếp vào rãnh các thép máng 1 và có ống kim loại 5 thẳng đứng ở trong do nhiều đoạn ống ngắn được nối dài theo chiều cao bồi đắp. Vì xung quanh ống kim loại này được đất hạt mịn lấp kín nên sau khi bồi đắp xong xuôi không cần dùng đất để lấp giếng nữa mà chỉ dùng bê tông bịt chặt đầu mút của ống tháo, ở đầu đỉnh ống phía trên thì lắp nắp kim loại lắp kín là được.

Khả năng tháo nước của mỗi giếng đứng tính theo công thức thủy lực sau:

$$q_{gd} = m/H \sqrt{2gH} \quad (m^3/s) \quad (10-48)$$

Trong đó:

m - hệ số lưu lượng lấy bằng $0,37 \div 0,38$;

l - tuyến tràn (chu vi giếng) (m) ;

H - chiều cao nước bùn tràn, trên thành giếng lấy bằng $0,11 \div 0,20$ m.

Số lượng giếng đứng ở trên mỗi đoạn bồi đắp tính theo công thức sau:

$$n = \frac{q_{vb}}{q_{gd}} \quad (\text{chiếc}) \quad (10-49)$$

Trong đó:

q_{vb} - lưu lượng nước và các hạt mịn cần tháo bỏ đi tính theo công thức sau:

$$q_{vb} = (1 - K) q_{th} - (q_T - q'_T), \quad (m^3/s) \quad (10-50)$$

Trong đó:

K - tổn thất nước thấm qua thân đập và nền công trình, đối với nền không thấm $K = 20\%$; đối với nền có tính thấm $K = 30\%$;

q_{th} - lưu lượng nước bùn mà tàu hút hay thiết bị bơm bùn chuyển vào đoạn bồi đắp (m^3/s);

q_T - lưu lượng các hạt đất dùng để bồi đắp vào thân đập (m^3/s);

q'_T - lưu lượng các hạt mịn cần tháo bỏ đi, (m^3/s).

Kích thước ống tháo vữa bùn hạt mịn có thể xác định theo công thức tính toán thủy lực, hoặc có thể tham khảo bảng 10-10.

Bảng 10-10

Lưu lượng vữa bùn hạt mịn tháo đi (m^3/s)	Đường kính ống tháo thích hợp (mm)	Độ dốc ống tháo (%)
0,50	400	3,0
	500	1,0
1,00	600	0,5
	500	4,5
1,5	600	2,0
	700	1,0
	800	0,5
	700	2,0
	800	1,0
	900	0,5

Trong quá trình bồi đắp phải chú ý khống chế việc kiểm tra chất lượng như :

Phải chú ý đến cường độ bồi đắp và kích thước bề lảng, kiểm tra sự chặt chẽ của đất trong khối đắp, sự tổ thành hạt của đất, kiểm tra nồng độ vữa bùn đắp đập và nồng độ vữa bùn hạt mịn cần tháo bỏ đi v.v... để đảm bảo việc thi công bồi đắp tiến hành đúng yêu cầu cần thiết kể một cách nghiêm khắc. Khi phát hiện chất lượng thi công có vấn đề tồn tại, cần kịp thời chọn biện pháp để xử lý. Tất cả các kết quả thí nghiệm, kiểm tra đều được dùng làm tài liệu của biên bản nghiệm thu lúc bàn giao công trình.

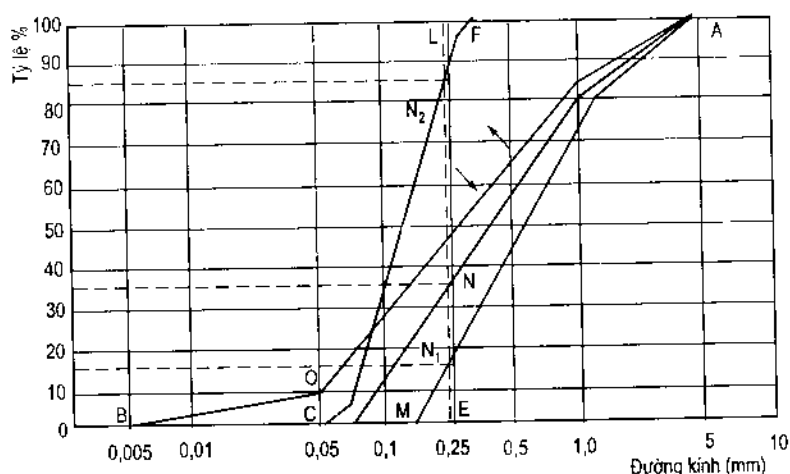
IV. Tính toán sự phân bố hạt

Ta biết rằng khi bồi đắp theo phương pháp một mặt hoặc hai mặt, phần trên khô của mặt cắt công trình sẽ sinh ra hiện tượng phân bố hạt không đều, nếu bồi đắp theo phương pháp xen kẽ hoặc bồi đắp phần công trình bị ngập nước thì sự phân bố hạt sẽ đều đặn theo toàn mặt cắt mặc dầu là có hiện tượng trôi đi những hạt có đường kính nhỏ hơn 0,05mm.

Sự tổ thành hạt của đất đắp phần công trình bị ngập nước có thể tính toán theo tỷ lệ phần trăm của đường tổ thành hạt ở bãi vật liệu sau khi loại bỏ những hạt có đường kính nhỏ hơn 0,05mm.

Khi bồi đắp phần công trình ở trên khô theo phương pháp bồi đắp hai mặt ta có thể tính toán sự phân bố hạt không đều trên mặt cắt đập theo phương pháp tính của Matslóp (B.H. Mac.106) xem hình 10-26.

Phương pháp này cho phép tìm được đường tổ thành hạt của phần mái ngoài của trụ đập và ở dọc đường trục của tường tâm.



Hình 10-26. Phương pháp đồ thị của Matslóp để tính toán sự phân bố hạt trong công trình bồi đắp
 AB - đất ở bãi vật liệu ; AC - đất ở bãi vật liệu sau khi loại bỏ hạt nhỏ hơn 0,05mm ;
 AM - đất ở mái ngoài của công trình ; CF - đất ở trục của tường tâm

Trình tự tiến hành như sau :

1. Lấy A làm tâm quay đường AB ngược chiều kim đồng hồ gặp đường nằm ngang ở điểm C, thích hợp với tỷ lệ phần trăm những hạt cần loại bỏ ($< 0,05\text{mm}$), đường AC sẽ là đường tổ thành hạt của đất ở bãi vật liệu sau khi loại bỏ các hạt mịn $< 0,05\text{mm}$ hoặc là đường tổ thành hạt của vật bồi đắp ở dưới nước.

2. Từ điểm N thích hợp với 35% sự tổ thành hạt của đường AC vẽ đường song song với trục tung LE, trên đường LE lấy hai điểm N_1 và N_2 thích hợp với 15% và 83% của đường tổ thành hạt.

3. Lấy A làm tâm, quay AC ngược chiều kim đồng hồ gặp đường LE tại N_1 . Đường AM nhận được sẽ là đường tổ thành hạt của đất trên mái ngoài của công trình.

4. Lấy C làm tâm quay đường CA ngược chiều kim đồng hồ cho gặp đường LE tại N_2 . Đường CF nhận được sẽ là đường tổ thành hạt của đất bồi đắp dọc theo trục của đường tâm.

Phương pháp B.H Maclos đã giới thiệu trong quy phạm của Liên Xô.

Sự tổ thành hạt của đất ở một điểm bất kỳ cách tuyến công trình là: $n = \frac{x}{B}$, trong đó:

x - khoảng cách các trục của công trình và B- chiều rộng của một nửa của mặt cắt công trình.

Đường kính hạt cần tìm d_{in} thích hợp với tỷ lệ phần trăm i ở cách trục của công trình là n sẽ tính theo công thức của Vôn-nhin (Б.А. Во-нин) và Sếch-man (Н.Шехтман) :

$$d_{in} = n^2(d_{ib} - d_{it}) + d_{it} \text{ (mm)} \quad (10-51)$$

Trong đó :

d_{it} - đường kính hạt của đường tổ thành hạt của đất ở mái bên công trình thích hợp với tỉ lệ phần trăm i.

d_{ib} - đường kính hạt thích hợp với tỷ lệ phần trăm i của đất ở trục của công trình.

Phương pháp trên của Matslốp chỉ ứng dụng đối với loại đất không đồng chất ($K > 3$), còn đối với đất đồng chất sẽ tính toán sự phân bố hạt theo phương pháp của Rôe (Т.Н.Рое) và phương pháp của Gordienkô (П.И'ордиенко).

Khi bồi đắp phần công trình ở trên khô theo phương pháp bồi đắp hai mặt độ chặt của đất cũng thay đổi dần từ thành ngoài vào tường tâm. Khi bồi đắp loại đất cát, chỗ đất chặt nhất nằm cách cửa ống xả bùn chừng 8 ÷ 10m về phía trục công trình. Khi bồi đắp cát sỏi hỗn hợp thì quy luật trên không xảy ra.

Có rất nhiều công thức tính toán dung trọng khô và độ rỗng của đất ở các vị trí giới hạn (chỗ chặt nhất và chỗ tơi xốp nhất)

Dưới đây giới thiệu công thức tính toán dung trọng khô của đất ở vị trí tơi xốp nhất theo công thức của Matslốp (B.H. Maclos) như sau :

$$\delta_x = \frac{1,75}{(100\sqrt{K})^{0,05}} \cdot \frac{\Delta_{tt}}{2,65} \text{ (T/m}^3\text{)} \quad (10-52)$$

Trong đó : Δ_{tt} là tỷ trọng của đất: trong trường hợp nó không bằng $2,65 \text{ T/m}^3$ thì tính K như sau :

$$K = \frac{D_2 - D_1}{100 \lg \frac{D_2}{D_1}} \sum \frac{q_i}{d_2 - d_1} \lg \frac{d_2}{d_1} \quad (10-53)$$

Trong đó :

D_2 và D_1 - đường kính hạt lớn nhất và nhỏ nhất của đất đã cho ;

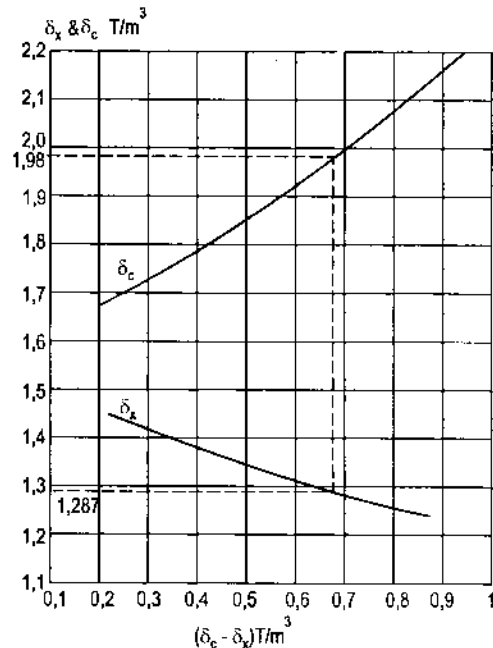
q_i - tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng của các nhóm hạt trên đường tổ thành hạt ;

$d_2 - d_1$ - hiệu số đường kính hạt của các nhóm hạt.

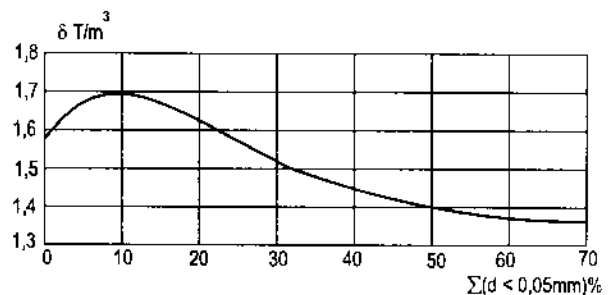
Sau khi xác định dung trọng khô của đất ở vị trí tới xấp giới hạn ta sẽ tìm dung trọng khô của đất ở vị trí chặt giới hạn δ_c theo đồ thị của Nalettop (B.H. Ha.иcтoп) hình 10-27.

Dung trọng khô của đất cát bồi đắp δ (T/m^3) khi có chứa những hạt mịn $< 0,05 \text{ mm}$ trên 10% có thể xác định theo biểu đồ 10-28.

Các công thức tính toán độ chặt của đất bồi đắp được giới thiệu theo các phương pháp trên chỉ có giá trị để tính toán trong khi thiết kế công trình vì nó còn chịu ảnh hưởng của nhiều nhân tố khác mà công thức chưa đề cập hết. Trong thực tiễn lúc thi công người ta phải kiểm tra bằng cách lấy mẫu thí nghiệm ở hiện trường để đánh giá chất lượng xây dựng.



Hình 10-27. Đồ thị của Nalettop về sự quan hệ giữa dung trọng khô của đất ở các vị trí tới xấp giới hạn δ_x và chặt giới hạn δ_c



Hình 10-28. Biểu đồ quan hệ $\delta = \Sigma(d < 0,05 \text{ mm})\%$

PHẦN III

NỔ Mìn VÀ CÔNG TÁC ĐÁ

Chương 11

LÝ LUẬN CƠ BẢN VỀ NỔ VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP NỔ Mìn CƠ BẢN

§11.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Từ lâu con người đã biết sử dụng năng lượng chất nổ. Đặc biệt từ đầu thế kỷ 20 đến nay do có nhiều thành tựu về lý thuyết nổ cũng như về công nghiệp chế tạo thuốc nổ và các thiết bị gây nổ nên việc sử dụng năng lượng nổ ngày càng phát triển rộng rãi.

Trong xây dựng cơ bản (bao gồm nhiều ngành xây dựng công nghiệp, dân dụng, thủy lợi, giao thông v.v..., năng lượng nổ được dùng để đào đắp đất đá, gia cố nền, khai thác vật liệu, thăm dò địa chất, phá bỏ các kết cấu cũ bị hư hỏng v.v...

Công nghiệp khai thác mỏ dùng nó để phá đất đá và quặng khi khai thác lộ thiên cũng như khai thác hầm lò. Ngoài ra năng lượng nổ còn được dùng trong nhiều ngành khác như chế tạo máy móc, lâm nghiệp, nông nghiệp.

Ở nước ta cũng như trên thế giới mà đứng đầu là Liên Xô việc nổ mìn định hướng để đắp đập, đào kênh, đào móng v.v... khi xây dựng các hệ thống công trình thủy lợi đã đạt được kết quả tốt. Thực tế đã chứng minh tính ưu việt của phương pháp này về các mặt : rút ngắn thời gian thi công, khắc phục được ảnh hưởng của thời tiết, giảm bớt số lượng máy móc, thiết bị và lao động cần thiết đồng thời giảm giá thành công trình. Vì vậy tuy còn non trẻ nhưng nó đã trở thành một trong những phương pháp thi công hiện đại nhất.

Để nổ phá đạt hiệu quả cao chúng ta cần chú ý tới các nhân tố ảnh hưởng chính sau đây:

I. Ảnh hưởng của địa hình

Khi nổ mìn trên sườn dốc, độ dốc càng lớn thì khối lượng đá được phá vỡ càng lớn. Mặt đất có dạng mặt lồi sẽ thuận lợi cho việc văng đất đá đã bị phá vỡ tập trung về hướng tiêu điểm của mặt lồi đó v.v... Bình độ, mặt cắt dọc và ngang của khu vực thiết kế nổ cần có tỷ lệ lớn từ 1/200 trở lên.

II. Ảnh hưởng của địa chất và địa chất thuỷ văn

Các đặc điểm của đất đá trong lĩnh vực này (như thành phần tổ thành, tình hình phong hoá, nứt nẻ, sản trạng, khối lượng riêng, độ ẩm, cường độ chịu kéo và nén v.v...) ảnh hưởng đến toàn bộ dây chuyền công tác đất đá : từ phân tầng, phân đoạn, bố trí thứ tự khoan nổ đến việc xác định các thông số khoan nổ, phương thức gây nổ, cấu tạo bao thuốc nổ, phương án bốc xúc và vận chuyển đất đá và cuối cùng là các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật. Người làm công tác nổ cần nắm vững tài liệu khảo sát và còn phải tiến hành quan sát thực tế hiện trường để bổ sung và hoàn chỉnh thêm khi đang tiến hành công việc của mình.

III. Thuốc nổ và phương tiện gây nổ

Hiện nay có rất nhiều loại thuốc nổ và phương tiện gây nổ. Mỗi loại có tính năng và điều kiện sử dụng khác nhau. Người làm công tác nổ cần nắm vững điều đó và cả nguồn cung cấp để dự trữ và sử dụng được hợp lý và an toàn.

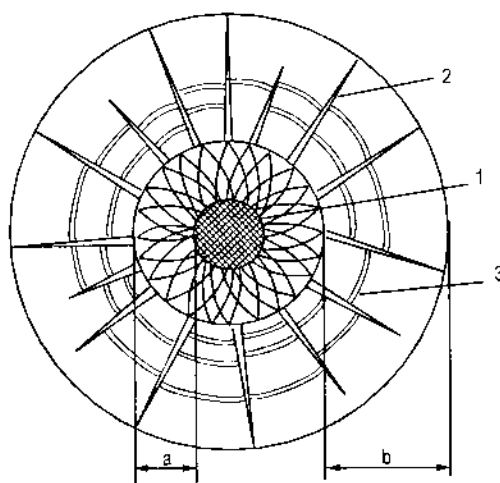
IV. Điều kiện thi công

Nhân tố này ảnh hưởng tới thành bại trong công tác nổ mìn. Vì vậy ta cần không ngừng nghiên cứu và cải tiến nhân tố này để đạt hiệu quả nổ mìn tốt nhất.

a) Kỹ thuật thi công: Tuỳ yêu cầu cho đá văng đi mạnh hay yếu, đá phá vỡ ra lớn hay nhỏ mà nạp thuốc mìn tập trung hay phân tán. Ngoài ra còn phải chú ý mật độ nạp thuốc, phòng ẩm, vị trí kẹp nổ v.v...

b) Kỹ thuật bịt lỗ mìn: Chọn vật liệu để bịt lỗ, độ sâu và độ chặt bịt lỗ sao cho thích hợp để tăng hiệu quả nổ mìn.

c) Kỹ thuật gây nổ: Có ảnh hưởng lớn đến nâng cao năng lượng nổ phá. Những nhân tố ảnh hưởng ở trên quan hệ với nhau khá phức tạp. Khi nổ phá tất cả các nhân tố đều không hoàn toàn gây ảnh hưởng như nhau, tuỳ tình hình nổ phá cụ thể mà xét tới những nhân tố ảnh hưởng cụ thể.



Hình 11-1

§11.2. LÝ LUẬN CƠ BẢN VỀ NỔ PHÁ VÀ NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN KHỐI THUỐC NỔ

I. Lý luận cơ bản về nổ phá

Hiện tượng nổ phá là do thuốc nổ bị kích thích (bị đập, gặp tia lửa, nhiệt độ cao) lập tức phát sinh ra phản ứng hoá học, thuốc biến thành khí, đồng thời sinh ra nhiệt độ rất

cao $1663 \div 4273 \text{ }^{\circ}\text{K}$ ($1500 \div 4000^{\circ}\text{C}$), thể tích khí tăng lên rất lớn, do đó áp suất tăng rất cao ($6000 \div 8000\text{at}$). Áp lực lớn đó sinh ra sóng xung kích rất mạnh, phá hoại môi trường xung quanh.

Như trên đã nói, hiệu quả nổ mìn chịu ảnh hưởng của nhiều nhân tố, nên việc nghiên cứu tác dụng phá hoại của thuốc nổ trong môi trường là một vấn đề hết sức phức tạp. Vì vậy để nghiên cứu dễ dàng ta giả thiết :

Môi trường là đồng đều tức là tác dụng nổ phá gây ra trong môi trường trên mọi phương đều như nhau :

- Môi trường đất đá là vô hạn.

- Bao thuốc có dạng hình cầu.

Trên cơ sở những giả thiết đó ta có thể tạm thời phân chia phạm vi môi trường chịu tác dụng của nổ phá ra làm 4 vùng giới hạn bởi 4 mặt cầu có cùng tâm là tâm nổ. Dùng mặt cắt đi qua tâm nổ ta có thể biểu thị tác dụng của nổ phá như hình vẽ 11-2.

Đất đá ở mỗi vùng chịu tác dụng ở mức độ khác nhau, cụ thể như sau :

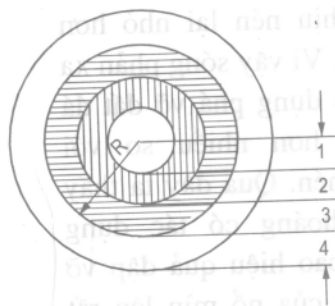
1. Trong vùng nén ép (hay nát vụn) đất đá chịu áp lực và nhiệt độ rất cao nên tạo thành lỗ hổng hình cầu có thành vách vững chắc, tất cả các khe nứt riêng biệt đều mất đi. Nếu là đá thì sẽ bị nát vụn.

2. Trong vùng văng đi, năng lượng nổ không những làm cho môi trường bị phá vỡ mà còn có thể bị văng đi một khoảng cách nhất định nếu gần mặt thoáng (mặt đất tự nhiên, thành vách hố đào.v.v...).

3. Trong vùng long rời, năng lượng nổ chỉ có thể tạo thành các hệ thống khe nứt, phá hoại kết cấu của môi trường.

4. Trong vùng chấn động năng lượng nổ chỉ có thể làm cho các phân tử đất đá bị dịch chuyển mà không phá vỡ được liên kết của chúng.

Trong thực tế người ta tổng hợp 3 vùng đầu tiên thành một vùng gọi là vùng phá hoại. Bán kính ứng với vùng này gọi là bán kính phá hoại hay bán kính tác dụng nổ phá và được kí hiệu là R. Vùng phá hoại hay R là một chỉ tiêu để đánh giá hiệu quả nổ phá. Vùng chấn động có ý nghĩa trong việc đánh giá tác dụng của địa chấn do nổ mìn gây ra đối với khối đất đá hoặc các công trình ở xung quanh. Mặt khác cũng nên hiểu rằng sự phân chia ở trên chỉ là khái niệm để giải thích tác dụng của nổ phá, giữa các vùng đó không có một ranh giới rõ rệt.



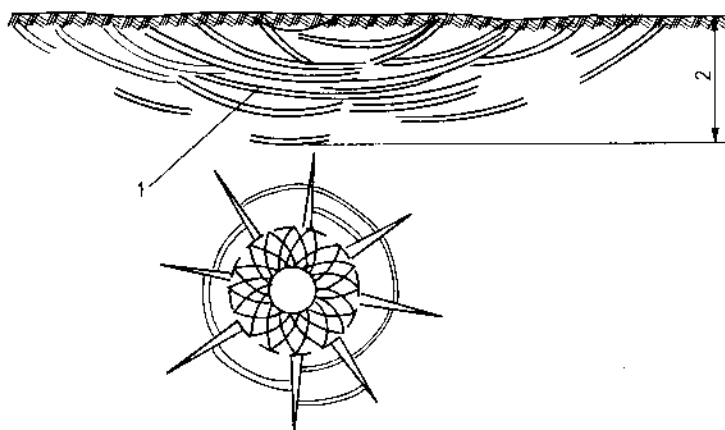
Hình 11-2. Sơ đồ tác dụng của nổ phá

1. Vùng nén ép hay nát vụn ;
2. Vùng văng đi; 3. Vùng long rời;
4. Vùng chấn động.

II. Tác dụng của mặt thoáng đối với nổ phá - sự hình thành phễu nổ

1. Tác dụng của mặt thoáng đối với nổ phá

Trong trường hợp môi trường là vô hạn (có nghĩa là gần nguồn nổ có một mặt thoáng nào đó) thì hiện tượng phá hoại đất đá có khác với những điều đã trình bày ở trên. Sóng nén đi đến mặt thoáng được phản xạ lại. Thực chất của sóng phản xạ là sự giãn nở của đất đá được lan truyền từ mặt thoáng trở lại. Ứng suất kéo do sóng phản xạ gây ra có trị số tuyệt đối nhỏ hơn ứng suất nén do sóng nén gây ra một ít. Sức chịu kéo của đất đá so với sức chịu nén lại nhỏ hơn nhiều. Vì vậy sóng phản xạ có tác dụng phá vỡ đất đá mạnh hơn nhiều so với sóng nén. Qua đây ta thấy mặt thoáng có tác dụng nâng cao hiệu quả đập vỡ đất đá của nổ mìn lên rất nhiều thông qua tác dụng của sóng phản xạ và chính vì vậy mà người ta hết sức chú ý tạo được nhiều mặt thoáng khi bố trí nổ mìn. Sự phá hoại của đất đá khi nổ mìn có một mặt thoáng được mô tả ở hình vẽ 11-3.



Hình 11-3. Sơ đồ các vùng phá hoại của đất đá khi nổ có một mặt thoáng

1. Các khe nứt do sóng phản xạ gây ra ; 2. Vùng phá hoại ở gần mặt thoáng dưới tác dụng của sóng phản xạ.

2. Sự hình thành phễu nổ

Khi khoảng cách từ tâm nổ đến mặt thoáng nhỏ hơn bán kính phá hoại R , một phần đất đá bị phá hoại do sự hình thành các khe nứt đã nói ở trên sẽ được chuyển động về phía mặt thoáng. Phương vận tốc chuyển động của đất đá tại một điểm nào đó trùng với bán kính R đi qua điểm đó. Năng lượng mà các chất khí nổ tàng trữ lại thường vào khoảng 50% tổng năng lượng của nổ phá và một phần được biến thành động năng của đất đá. Trường hợp đất đá có vận tốc chuyển động lớn thì chúng sẽ văng đi xa và hình thành phễu nổ (hình 11-4).

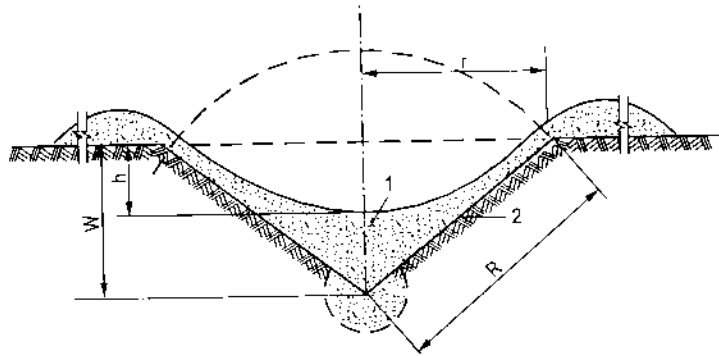
Phễu nổ là một khái niệm quan trọng để xem xét tác dụng của nổ phá. Các đặc trưng của phễu nổ gồm:

a) Đường cản ngắn nhất W : là khoảng cách ngắn nhất từ tâm khối thuốc nổ đến mặt thoáng.

b) Bán kính phá hoại
 R : là khoảng cách từ tâm khối thuốc nổ đến mép phễu nổ mìn.

c) Bán kính phễu nổ r .

d) Độ sâu nhìn thấy h : là độ sâu thực tế của phễu sau khi đất đá đã nổ ra rơi trở lại và lấp một phần.



Hình 11-4. Sơ đồ phễu nổ

W - đường cân ngắn nhất ; R - bán kính phá hoại ;

r . Bán kính phễu nổ; h . Độ sâu nhìn thấy.

1. Đất đá rơi trở lại sau khi nổ; 2. Phạm vi phá hoại theo giả thiết.

Khi tính toán lượng thuốc nổ người ta coi như đất đá chỉ bị phá hoại trong phạm vi của hình nón lật ngược có đỉnh là tâm khối thuốc nổ (hình 11-4).

Ngoài ra từ r và W người ta đưa ra một thông số rất quan trọng trong tính toán, đó là tỷ số r/W . Tỷ số này được gọi là chỉ số tác dụng nổ phá và ký hiệu là n :

$$n = \frac{r}{W}$$

Khi $n > 1$ người ta gọi là nổ mìn văng mạnh. Phễu nổ trong trường hợp này gọi là phễu nổ văng mạnh và khối thuốc nổ tương ứng được gọi là bao thuốc văng mạnh.

Khi $n = 1$ có nổ mìn văng tiêu chuẩn. Phễu nổ lúc này được gọi là phễu nổ tiêu chuẩn và khối thuốc nổ là bao thuốc tiêu chuẩn.

Khi $0,75 < n < 1$ là nổ mìn văng yếu. Phễu nổ là phễu nổ văng yếu và khối thuốc nổ là bao thuốc văng yếu.

Khi $n \leq 0,75$, tuy đất đá được đập vỡ nhưng không bị văng đi, mặt đất chỉ bị lồi lên chứ không hình thành phễu nổ. Khối thuốc lúc này gọi là bao thuốc nổ om.

Trường hợp nổ mìn ngấm mặt đất không bị phá hoại, chỉ có đất đá trong một phạm vi nhất định xung quanh khối thuốc nổ được phá vỡ. Trường hợp này không nên đề cập đến nữa.

Trong xây dựng thủy lợi người ta dùng nổ mìn văng mạnh theo hướng nhất định (nổ mìn định hướng) để đắp đập, đào kênh... Nổ mìn om được dùng để xới tơi đất đá khi đào móng, khai thác đá... Nổ mìn ngấm đôi khi được dùng để mở rộng buồng chứa thuốc nổ khi cần nổ mìn lớn.

Khi nổ văng mạnh, theo kinh nghiệm, trị số của n thường lấy bằng $1,25 \div 1,75$ và không nên vượt quá 3 vì nếu n quá lớn lượng thuốc nổ sẽ tăng nhiều nhưng hiệu quả nổ không tăng được bao nhiêu.

Độ sâu nhìn thấy h của phễu nổ càng lớn khi n càng tăng. Có thể tính h theo công thức kinh nghiệm :

$$h = 0,33W (2n - 1) \quad (11-1)$$

III. Tính toán lượng thuốc nổ

1. Khái quát

a) Phân loại bao thuốc nổ

Ngoài cách phân loại bao thuốc theo trị số của n đã nói ở trên người ta còn phân loại bao thuốc như sau ;

Theo hình dạng người ta phân thành bao thuốc tập trung và bao thuốc hình dài. Bao thuốc tập trung thường là hình cầu, hình lập phương hoặc hình trụ, lăng trụ nếu như chiều dài của nó không vượt quá 5 lần chiều rộng nhỏ nhất của mặt cắt ngang. Nếu lớn hơn 6 lần thì được gọi là bao thuốc hình dài. Khi nổ mìn lớn, nổ mìn tuyến tính, nổ mìn lôm, người ta còn dùng bao thuốc có dạng không quy tắc : hình chữ I, T, +, hình khối chóp, hình nêm... để có thể nạp được lượng thuốc lớn mà mặt cắt ngang buồng thuốc vẫn nhỏ (để ổn định, thuận lợi cho chống đỡ). Lúc đó người ta dùng hệ số tập trung Φ để phân loại bao thuốc. Trị số của Φ xác định theo công thức :

$$\Phi = 0,62 \frac{\sqrt[3]{V}}{b} \quad (11-2)$$

Trong đó :

V - thể tích khối thuốc (m^3) ;

b - khoảng cách từ tâm đến điểm xa nhất của khối thuốc (m).

Nếu $\Phi > 0,41$ thì bao thuốc đó là bao thuốc tập trung.

Theo cách bố trí của bao thuốc trong môi trường người ta chia ra 2 loại : bao thuốc trong và bao thuốc ngoài. Bao thuốc trong được đặt ở trong môi trường được nổ phá, còn bao thuốc ngoài được đặt trên mặt môi trường.

b) Bằng lý luận để lập ra công thức tính lượng thuốc nổ là việc rất phức tạp và còn chưa thống nhất. Hiện nay cũng có nhiều công thức kinh nghiệm hoặc được lập ra từ kết quả thực nghiệm hiện trường. Các công thức gần đúng có các hệ số kinh nghiệm được dùng khá phổ biến vì rất đơn giản. Khi lập công thức người ta thường đi từ bao thuốc nổ tiêu chuẩn, sau đó suy ra cho các bao thuốc khác thông qua một sự tương quan.

2. Tính lượng thuốc nổ cho bao thuốc tập trung

Nếu quan niệm rằng khối lượng bao thuốc tỷ lệ thuận với khối lượng đất đá được phá ra thì lượng thuốc nổ cần thiết để tạo ra một phễu nổ tiêu chuẩn được xác định theo công thức :

$$Q = KV \quad (11-3)$$

Trong đó :

Q- khối lượng thuốc nổ (kg) ;

K- chỉ tiêu thuốc nổ (hay lượng hao thuốc đơn vị) là lượng thuốc cần thiết để nổ phá một đơn vị thể tích đất đá (kg/m^3). Trị số của K phụ thuộc vào loại thuốc nổ, loại đá, đặc điểm về cấu tạo địa chất của đá... Nó là chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật rất quan trọng, khi xác định có thể tham khảo bảng 11-1 hoặc các tài liệu về khoan nổ trong và ngoài nước.

Các trị số của K cho ở bảng 11-1 là ứng với thuốc nổ amônít N⁰9. Nếu thực tế phải dùng loại thuốc khác thì phải hiệu chỉnh bằng cách nhân trị số tìm được trong bảng với hệ số e_1 . Trị số của e_1 có thể lấy theo bảng 11-2 hoặc tính theo công thức :

$$e_1 = \frac{v_0}{v} \quad (11-4)$$

Với : v_0 - sức công phá của amônít N⁰9, $v_0 = 300 \div 320 \text{ cm}^3$;

v - sức công phá của thuốc nổ thực tế cần dùng (cm^3).

Để trị số của K được chính xác chúng ta không những cần phải nổ thí nghiệm tại hiện trường mà còn nên căn cứ vào kết quả nổ thực tế để hiệu chỉnh.

Bảng 11-1. Chỉ tiêu thuốc nổ (loại amônít N⁰9)

Loại đất đá	Phân cấp đất đá		Chỉ tiêu thuốc nổ (kg/m^3)	
	Cấp	Hệ số kiến cố f	Khi nổ om	Khi nổ văng
Sét pha cát nặng	YIII	0,6	0,40 ÷ 0,45	1,20 ÷ 1,35
Đất sét chặt	VII	1,2	0,40 ÷ 0,50	1,2 ÷ 1,50
Than mềm	VI	2	0,30 ÷ 0,35	0,90 ÷ 1,1
Than có xen lớp đá mỏng	VI	2	0,40 ÷ 0,50	1,20 ÷ 1,50
Đá mác nơ (vôi sét)	V ÷ VI	4 ÷ 2	0,40 ÷ 0,50	1,20 ÷ 1,50
Đá bọt nén chặt	VI	2	0,50 ÷ 0,60	1,50 ÷ 1,80
Đá vôi, đá vôi vỏ trai ốc	IV ÷ VI	6 ÷ 2	0,60 ÷ 0,70	1,80 ÷ 2,10
Ac rilit, cônglômê rít	V	4	0,45 ÷ 0,55	1,35 ÷ 1,65
Sa thạch pha sét, điệp thạch pha sét	IV	6	0,45 ÷ 0,55	1,35 ÷ 1,65
Đolômit, manhe sit, sa thạch, đá vôi	III _a	8	0,50 ÷ 0,65	1,50 ÷ 1,95
Đá vôi, sa thạch	III ÷ V	10 ÷ 4	0,50 ÷ 0,80	1,50 ÷ 2,40
Đá hoa cương, granodiôritur	III ÷ III _a	10 ÷ 8	0,60 ÷ 0,85	1,80 ÷ 2,25
Badan, andêrit	I ÷ II	20 ÷ 15	0,70 ÷ 0,90	2,10 ÷ 2,70
Quắc zit	II ÷ II _a	15	0,60 ÷ 0,70	1,80 ÷ 2,10
Poóc phía	I ÷ II	20 ÷ 15	0,80 ÷ 0,85	2,40 ÷ 2,55

Bảng 11-2. Trị số của e_1

Loại thuốc nổ	e_1
Amônít N ^o 10	1,00
Amônít N ^o 6	0,85
Amônít N ^o 7	0,90
Amônít B-3	0,90
Đi na ftalit	0,90
Trôtin	0,85
Đinamít 62%	0,75
Đinamôn	1,00
Nitrat amôn	1,45

V- Thể tích phễu nổ tiêu chuẩn (m^3):

$$V = \frac{1}{3} \pi r^2 W \approx W^3$$

Như vậy ta có công thức tính khối lượng của bao thuốc tiêu chuẩn:

$$Q = KW^3 \quad (11-5)$$

Với W là đường cản ngắn nhất (m).

Từ các kết quả nghiên cứu và kinh nghiệm thực tế người ta thấy có thể tính khối lượng bao thuốc văng mạnh và văng yếu theo công thức tổng quát sau :

$$Q = KW^3 f(n) \quad (11-6)$$

Trong đó f(n) là hàm số của chỉ số tác dụng nổ phá n.

Khi nổ mìn văng mạnh M.M Bopeckob đề nghị tính Q theo công thức :

$$Q = (0,4 + 0,6 n^3) KW^3 \quad (11-7)$$

Công thức (11-7) cho kết quả gần sát với thực tế. Khi $W > 25$ m nên dùng công thức của M.A. Cagotki và Paropski:

$$Q = \sqrt{\frac{W}{25}} (0,4 + 0,6 n^3) KW^3 \quad (11-8)$$

Khi nổ mìn văng yếu người ta thường dùng công thức của Letbpây :

$$Q = \left(\frac{4 + 3n}{7} \right)^3 KW^3 \quad (11-9)$$

Khi nổ om có thể tính Q theo công thức giản lược của Công ty Công nghiệp nổ phá Liên Xô :

$$Q = 0,33KW^3 \quad (11-10)$$

3. Tính lượng thuốc nổ cho bao thuốc hình dài

Bằng cách đơn giản hoá cũng có thể lập được công thức tính Q theo phương pháp tương tự như trên.

a) Trường hợp bao thuốc đặt thẳng góc với mặt thoáng (hình 11-5)

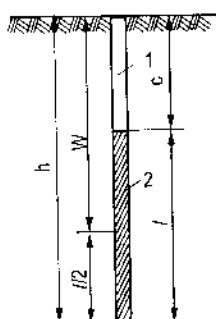
$$Q = Kf(n)W^3 = Kf(n)\left(h - \frac{1}{2}\right)^3 \quad (11-11)$$

Trong đó :

$f(n)$ - hàm số của chỉ số tác dụng nổ phá. Tùy từng trường hợp nổ phá mà có thể lấy tương tự như đối với bao thuốc tập trung.

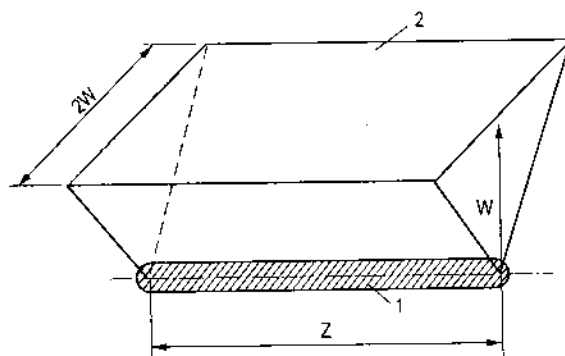
h - chiều sâu lỗ khoan (m) ;

l - chiều dài đoạn nạp thuốc (m). Trị số của l thường được chọn bằng $h/3$ và lớn nhất cũng không quá $2h/3$.



Hình 11-5. Bao thuốc hình dài đặt vuông góc với mặt thoáng

1. Đoạn lấp búa;
2. Đoạn nạp thuốc nổ.



Hình 11-6. Bao thuốc hình dài đặt song song với mặt thoáng

- l - chiều dài bao thuốc ; W - đường căn nhân nhất.
1. Thuốc nổ ; 2. Mặt thoáng.

b) Trường hợp bao thuốc đặt song song với mặt thoáng

Một cách đơn giản hoá chúng ta có thể coi vùng đất đá bị phá hoại là một lăng trụ tam giác (hình 11-6).

Trong trường hợp nổ văng, tiêu chuẩn thể tích của vùng phá hoại là :

$$V = 2W \frac{W}{2} l = W^2 l \quad (11-12)$$

Trong đó :

W - đường căn ngắn nhất (m);

l - chiều dài bao thuốc (m).

Từ đó ta có công thức tổng quát để tính lượng thuốc Q trong trường hợp này :

$$Q = Kf(n)W^2l \quad (11-13)$$

4. Kiểm tra điều kiện nạp thuốc

Lượng thuốc nổ cần để nổ phá phải được nạp hết trong hầm chứa thuốc (còn gọi là buồng thuốc) hoặc lỗ khoan mà chúng ta tạo ra.

Thể tích hầm chứa thuốc được tính như sau :

$$V_h = \frac{Q}{\Delta'} \quad (11-14)$$

Trong đó :

V_h - thể tích hầm chứa thuốc (m^3) ;

Q - khối lượng thuốc nổ (kg) ;

Δ' - mật độ nạp thuốc (kg/m^3). Trị số của Δ' tính theo công thức :

$$\Delta' = \frac{\Delta}{K'} \quad (11-15)$$

Trong đó :

Δ - mật độ thuốc nổ (kg/m^3) là khối lượng của một đơn vị thể tích thuốc nổ. Trị số của Δ cho trong bảng tính năng kỹ thuật của thuốc nổ.

K' - hệ số xét đến điều kiện nạp thuốc. Trị số của K' luôn luôn lớn hơn 1 và được cho ở bảng 11-3.

Trị số Δ' cũng có thể tính bằng tỷ số giữa khối lượng thuốc nổ và thể tích phần buồng thuốc (hoặc lỗ khoan) dùng để nạp lượng thuốc đó.

Nếu là bao thuốc hình dài và nạp trong lỗ khoan, để chọn và kiểm tra đường kính lỗ khoan, chiều dài nạp thuốc cho phù hợp ta có thể dùng cách tính tương tự như trên hoặc dùng trị số của lượng thuốc nổ nạp trên 1m dài lỗ khoan đã cho trong các tài liệu khoan nổ mìn trong và ngoài nước mà tính toán. Nhưng dù sao cũng cần lưu ý tới kích thước của gói hoặc thỏi thuốc được chế tạo sẵn để sử dụng cho phù hợp.

Bảng 11-3. Trị số của K'

Phương pháp nạp thuốc	Phương pháp chống đỡ buồng thuốc	K'
Nạp thuốc dạng bột	Không chống đỡ	1,1 ÷ 1,2
Nạp thuốc theo từng bao, gói	Không chống đỡ	1,3
Nạp thuốc dạng bột	Chống đỡ ít, không theo quy luật	1,3
Nạp thuốc dạng bột	Chống đỡ hoàn toàn	1,45
Nạp thuốc theo từng bao, gói	Chống đỡ ít, không theo quy luật	1,6
Nạp thuốc theo từng bao, gói	Chống đỡ hoàn toàn	1,8

§11.3. THUỐC NỔ VÀ CÁCH GÂY NỔ

I. Các tính năng kỹ thuật của thuốc nổ

Hiện nay người ta đã chế tạo được nhiều loại thuốc nổ khác nhau để dùng trong những điều kiện khác nhau. Để bảo quản, vận chuyển và sử dụng được tốt, chúng ta cần biết rõ tính năng kỹ thuật cơ bản sau đây.

1. Độ nhạy của thuốc nổ (tính dễ nổ)

Độ nhạy là sự phát sinh phản ứng nổ dưới tác dụng của các kích thích bên ngoài khác nhau (tia lửa, nhiệt độ, va chạm...) với mức độ khác nhau. Có loại thuốc nổ rất nhạy, va chạm mạnh là nổ như adốt, nhưng cũng có loại kém nhạy như nitrat amon phải nổ khối thuốc nổ khác để kích thích mới nổ được. Do thành phần hoá học khác nhau nên chúng dễ nổ dưới tác dụng của các loại kích thích khác nhau : có loại không nhạy với nhiệt độ hay tia lửa nhưng rất nhạy với va chạm và ngược lại...

2. Vận tốc nổ

Đó là vận tốc lan truyền của phản ứng nổ trong thuốc nổ. Vận tốc nổ của các loại thuốc thay đổi từ $2000 \div 7500$ m/s, thậm chí có loại đạt tới 9000m/s. Vận tốc nổ càng cao thì áp lực nổ ban đầu càng lớn và đất đá càng được đập vụn.

3. Tính ổn định

Thuốc nổ có tính ổn định cao là loại thuốc có vận tốc không thay đổi suốt trong quá trình nổ, thuốc nổ được nổ hết và phản ứng nổ xảy ra hoàn toàn. Thuốc nổ không ổn định có hiệu quả nổ phá thấp, thuốc không nổ hết, thậm chí gây ra mìn câm. Tính ổn định phụ thuộc vào nhiều yếu tố : sự biến đổi về tính chất lý hoá, đường kính thời thuốc, mật độ nạp thuốc, vận tốc nổ v.v...

4. Mật độ thuốc nổ Δ và mật độ nạp thuốc Δ'

Khái niệm về Δ và Δ' đã được giới thiệu ở phần trên. Các thông số này có ý nghĩa rất lớn trong công tác khoan nổ mìn. Với cùng một điều kiện thì khi dùng loại thuốc nổ có Δ lớn và nạp thuốc đạt Δ' cao sẽ giảm được kích thước lỗ khoan hoặc buồng thuốc tức là giảm được giá thành, mặt khác còn tăng được áp lực nổ ban đầu tức là tăng mức độ đập vỡ đất đá. Ngoài ra cũng cần lưu ý các vấn đề sau đây :

a) Một số loại thuốc nổ có mật độ Δ giới hạn. Nếu làm cho chúng có mật độ lớn hơn mật độ giới hạn này thì chúng không thể nổ được, ví dụ trôtin có Δ giới hạn là $1,63\text{g/cm}^3$.

b) Nổ mìn tạo viên đòi hỏi phải có trị số Δ và Δ' hợp lý. Điều này xuất phát từ đặc điểm riêng của phương pháp nổ này.

c) Hiện nay bằng lý luận và một số ít thực nghiệm, người ta đã chứng minh được rằng trong một số trường hợp, việc chừa lại khoảng trống có kích thước hợp lý ở xung

quanh khối thuốc nổ sẽ tăng được hiệu quả nổ mà lại giảm được tác hại của địa chất do nổ gây ra. Vấn đề này đang được nghiên cứu tiếp tục.

5. Khả năng truyền nổ

Khả năng của một khối thuốc sau khi nổ sẽ kích thích làm cho khối thuốc khác ở gần đó nổ theo gọi là khả năng truyền nổ. Cách xác định khả năng truyền nổ được hướng dẫn trong "Quy phạm an toàn về bảo quản, vận chuyển và sử dụng vật liệu nổ " của Liên bộ UBKHKTNN-Bộ Lao động- Bộ Công an 1968. Thuốc nổ truyền nổ tương đối tốt trong không khí nhưng rất kém trong đất cát và bột đá. Đây là điều cần lưu ý khi nạp thuốc.

6. Chỉ số cân bằng ôxi

Chỉ số cân bằng ôxi (ký hiệu là B) bằng tỷ số giữa khối lượng ôxi thừa hay thiếu để ôxi hoá hoàn toàn các chất trong thành phần thuốc nổ và khối lượng của bao thuốc cân nổ. Trị số của chỉ số này được viết dưới dạng % và có trị số dương hoặc âm tùy theo lượng ôxi là thừa hay thiếu (bảng 11-4). Các loại thuốc nổ có $B = 0$ tạo ra năng lượng có ích lớn nhất mà lại sinh ra lượng khí độc ít nhất. Các loại thuốc có B dương và không lớn cũng thích dụng nếu xét rằng một số vật liệu bao gói thuốc nổ sẽ tham gia vào phản ứng nổ và sẽ được trung hoà bằng lượng ôxi thừa dư không lớn này. Các loại thuốc có B là âm khi nổ tạo ra nhiều khí CO, còn B là dương và quá lớn sẽ tạo ra nhiều ô xít nitơ. Chúng đều là những loại khí rất độc. Vì vậy chỉ số cân bằng ôxi có ý nghĩa rất lớn trong việc chọn và sử dụng thuốc nổ được an toàn nhất là khi nổ ở các giếng sâu và các công trình ngầm.

Ngoài các tính năng đã nêu trên thuốc nổ còn có nhiều tính năng khác như sức công phá, đường kính giới hạn, nhiệt lượng sinh ra khi nổ, tính chịu nước... mà chúng ta cũng cần đến khi thiết kế công tác khoan nổ.

II. Các yêu cầu đối với thuốc nổ dùng trong xây dựng thủy lợi

Thuốc nổ dùng trong xây dựng thủy lợi cần thoả mãn các yêu cầu sau :

1. Phải đủ mạnh để phá đất đá.
2. Không được quá nhạy để bảo quản, vận chuyển được thuận lợi về an toàn.
3. Tính ổn định tốt, khó biến chất, có thể bảo quản lâu trong điều kiện tương đối khó khăn.
4. Kỹ thuật sử dụng đơn giản và đảm bảo an toàn khi nổ phá.
5. Giá thành rẻ và sẵn có.

Ngoài ra nhiều trường hợp còn yêu cầu thuốc nổ có thể nổ được trong nước. Trường hợp nổ mìn tạo viên, nổ mìn đào các công trình ngầm cơ khí và bụi nổ còn có những yêu cầu riêng.

Để so sánh, chọn loại thuốc nổ hợp lý về mặt kinh tế người ta dựa vào chi phí đơn vị của công tác khoan nổ. Sơ bộ người ta có thể tính theo công thức :

$$M = \frac{1000}{Q_0} \left(S_m + \frac{C_b}{K_n} \right) \quad (11-16)$$

Trong đó :

M - chi phí đơn vị của công tác khoan nổ (đồng);

Q_0 - nhiệt lượng sinh ra khi nổ một đơn vị thể tích thuốc nổ (Kcalo/dm³).

Có thể tính Q_0 theo công thức :

$$Q_0 = \Delta Q_1 \quad (11-17)$$

Trong đó :

Δ - mật độ thuốc nổ (kg/dm³) ;

Q_1 - nhiệt lượng sinh ra khi nổ 1 kg thuốc nổ (KCalo/kg) cho ở bảng 11-4.

S_m - giá thành 1dm³ thuốc nổ (đồng/dm³) bao gồm: giá thành thuốc, phí tổn vận chuyển và bảo quản, phí tổn nạp thuốc. Sơ bộ có thể lấy phí tổn nạp thuốc bằng 5 ÷ 10% giá thành thuốc nổ.

C_b - phí tổn để có được 1dm³ buồng thuốc (đồng /dm³) bao gồm : phí tổn đào hầm dẫn và phí tổn đào buồng thuốc.

K_n - hệ số. Trị số K_n bằng tỷ số giữa thể tích khối thuốc nổ cần nạp và thể tích buồng thuốc. Sơ bộ có thể tính $K_n = 1/K'$ với K' là hệ số cho ở bảng 11-3.

III. Một số loại thuốc nổ thường dùng

Thuốc nổ có nhiều loại và có nhiều cách phân loại khác nhau.

Căn cứ vào thành phần hoá học người ta phân thành loại hợp chất và loại hỗn hợp.

Căn cứ vào điều kiện sử dụng người ta chia ra 2 loại : an toàn và không an toàn.

Căn cứ vào tính năng tác dụng người ta phân thành 3 loại :

- Loại 1 : khả năng đập vụn đất đá yếu nhưng có thể làm cho văng đi xa hơn như thuốc nổ đen, một vài loại amônít.

- Loại 2: (trôlin, đinamit, nitrogly xêrin) có sức phá nát lớn nhưng làm đất đá văng không xa.

- Loại 3 : là các loại thuốc nổ mạnh, độ nhạy cao và thường dùng để chế tạo kíp nổ, dây nổ.

Sau đây giới thiệu một số loại thuốc nổ thường dùng trong xây dựng thủy lợi.

I. Amônít

Thành phần của amônít gồm nitrat amôn NH₄NO₃, một số loại thuốc nổ khác và các chất dễ cháy như bột than, mùn cưa v.v... Với tỷ lệ khác nhau của chất pha trộn người ta

có nhiều loại amônít mang số hiệu khác nhau và có tính năng, điều kiện sử dụng rất khác nhau (bảng 11-4).

Nói chung dùng amônít tương đối an toàn, thuận lợi trong việc bảo quản vận chuyển và sử dụng. Nhược điểm chủ yếu của amônít là dễ hút ẩm. Nếu độ ẩm lớn hơn mức cho phép tác dụng nổ sẽ giảm dần và thậm chí không nổ được trong một số trường hợp. Vì vậy cần phải lưu ý chống ẩm cho thuốc kể cả việc bao gói chống ẩm ướt trong trường hợp cần thiết khi nạp thuốc.

Các loại amônít dùng khi đào các công trình ngầm có khí và bụi nổ ở đây không giới thiệu. Khi cần có thể tra cứu ở các tài liệu khoan nổ mìn trong và ngoài nước.

2. Đinamít

Thành phần của đinamít gồm nitroglyxêrin $C_3H_5(ONO_2)_3$ và một số chất pha trộn khác.

Đinamít có các ưu điểm sau :

- Mật độ thuốc nổ lớn. Mật độ loại đinamít có 62% nitroglyxêrin đạt $1,4g/cm^3$.
- Không hút ẩm, có thể nổ trong nước được.
- Sức phá nát lớn, có thể dùng để nổ phá đá rắn.

Nhược điểm chính của đinamít :

- Có tính đổ mồ hôi tức là những giọt nitroglyxêrin tách ra và bám ngoài mặt khối thuốc. Khi nhiệt độ dưới $8^{\circ}C$ lại càng cần lưu ý. Khi này thuốc rất dễ nổ do sự va chạm hay cọ sát nhẹ, do đó dễ xảy ra tai nạn khi vận chuyển và sử dụng.

- Thuốc để lâu bảo quản không cẩn thận dễ bị hoá già nghĩa là thuốc trở nên quá chặt do các bọt không khí có trong thuốc mất đi. Thuốc bị hoá già tác dụng nổ sẽ kém đi.

3. Trôtin

Trôtin thực chất là trinitrô tôluyen $C_6H_2(NO_2)_3CH_3$, gọi tắt là TNT và còn gọi là tôlit. Trôtin dùng trong thực tế ở dạng bột rời hoặc nén thành thỏi. Nó có màu vàng, vị đắng, không hút ẩm, không tan trong nước. Dưới tác dụng của ánh sáng mặt trời nó trở nên sẫm màu và có thể tan trong nước. Trôtin có các tính năng chủ yếu sau :

- Tính ổn định về lý, hoá cao.
- Độ nhạy với tác dụng cơ học kém. Khi có lẫn tạp chất (bột đá, cát) độ nhạy lại tăng lên nhiều. Vì vậy lúc nạp thuốc vào lỗ khoan cần chú ý.
- Có thể nổ trong nước được.
- Khi nổ sinh ra nhiều khí CO rất độc. Vì vậy khi dùng để nổ phá trong hầm lò kín dễ gây nguy hiểm cho người.

Tính năng kỹ thuật của các loại thuốc nổ xem bảng 11-4.

Các loại thuốc nổ dùng cho tất cả các công tác nổ phá, trừ trường hợp nổ trong các hầm lò không an toàn về khí và bụi nổ.

Ngoài ra người ta còn chế tạo được những loại thuốc nổ mạnh, độ nhạy cao, tính ổn định tốt như fuynitrat thủy ngân $\text{Hg}(\text{CNO})_2$, Azit chì $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$, têtrin $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{NCH}_3\text{NO}_2$ v.v...

Các loại thuốc này gọi là thuốc mồi nổ và được dùng để chế tạo kíp nổ và dây nổ.

IV. Các thiết bị gây nổ

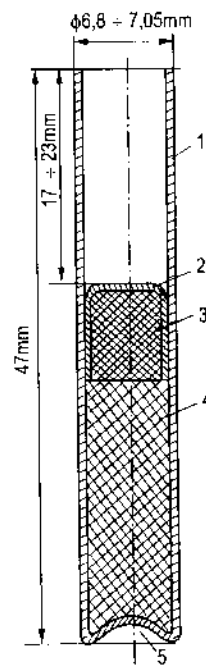
1. Dây cháy chậm

Dây cháy chậm có đường kính $5 \div 7\text{mm}$. Ruột dây là thuốc nổ đen đã được nén chặt, bao bọc bên ngoài là lớp giấy hoặc vải để bảo vệ. Ngoài cùng là lớp chống ẩm bằng matit, bitum hoặc chất dẻo và chính vì thế mà dây có màu khác nhau. Khi gặp tia lửa, thuốc nổ đen trong dây bốc cháy và sự cháy được truyền đi theo chiều dài của dây (vận tốc cháy bình thường là 1cm/s). Do đó dây được dùng để truyền tia lửa đến kíp lửa và gây nổ kíp.

2. Kíp lửa

Cấu tạo kíp xem hình 11-7. Vỏ kíp có thể bằng đồng, nhôm hoặc giấy (dùng để nổ nơi khô ráo).

Thuốc bắt lửa và thuốc nổ nhồi trong kíp là các loại thuốc mồi nổ đã nói trên và chiếm khoảng $2/3$ chiều dài kíp. Đoạn còn lại để cắm dây cháy chậm. Cuối kíp có phần lõm để tập trung năng lượng nổ của kíp nhằm tăng hiệu quả kích thích. Mũ kim loại có tác dụng để ép chặt thuốc, tránh rơi vãi ra ngoài, đảm bảo không nguy hiểm khi sử dụng và thuốc không bị ẩm. Kíp lửa dùng với dây cháy chậm để kích nổ các bao thuốc.



Hình 11-7. Kíp lửa số 8A
1. Vỏ kim loại; 2. Mũ kim loại;
3. Azit chì; 4. Têtrin;
5. Phần lõm

3. Kíp điện

Có nhiều loại kíp điện:

Theo thời gian nổ người ta chia ra 3 loại : kíp tức thời, kíp vi sai, kíp nổ chậm.

Theo độ mạnh của kíp người ta chia ra 2 loại : kíp nổ mạnh và kíp nổ thường.

Theo tính chất an toàn người ta chia ra 2 loại : kíp an toàn (dùng cho hầm mỏ nguy hiểm về khí và bụi nổ) và kíp không an toàn (dùng cho hầm mỏ không nguy hiểm về khí và bụi nổ).

Khi cần nổ ở những nơi có nhiệt độ cao phải dùng các loại kíp chịu nhiệt đặc biệt.

Kíp điện tức thời có cấu tạo như hình 11-8a. Về cơ bản nó khác kíp lửa là ở chỗ có dây tóc điện. Khi có dòng điện chạy qua, dây tóc nóng đỏ làm cháy thuốc bắt lửa và gây nổ kíp.

Kíp vi sai (hình 11-8b) và kíp nổ chậm (hình 11-8c) có cấu tạo tương tự kíp tức thời, chỉ khác là có thêm khối thuốc cháy chậm để khống chế thời gian nổ của kíp chậm lại một khoảng thời gian nhất định tính bằng ms (nếu là kíp vi sai) hay s (nếu là kíp nổ chậm).

Để sử dụng kíp điện được tốt trong việc gây nổ, nhất là thiết kế những vụ nổ lớn, mạng gây nổ phức tạp, cần phải có các thông số kỹ thuật cơ bản sau đây của kíp điện :

a) Cường độ dòng điện an toàn : Với cường độ này không bao giờ gây nổ được kíp. Trị số của nó thường là 0,18A.

b) Cường độ dòng điện bảo đảm gây nổ kíp: Với kíp thông thường, khi tính toán sơ bộ có thể lấy trị số của nó như sau :

- Dòng điện một chiều là 1A khi nổ đồng thời dưới 100 kíp và 1,3A khi dưới 300 kíp.

- Đối với dòng điện xoay chiều lấy bằng 2,5A. Tính toán chi tiết cần tham khảo các tài liệu và quy phạm về công tác khoan nổ mìn.

c) Cường độ dòng điện lớn nhất cho phép : Hiện nay người ta tạm thống nhất là 5A.

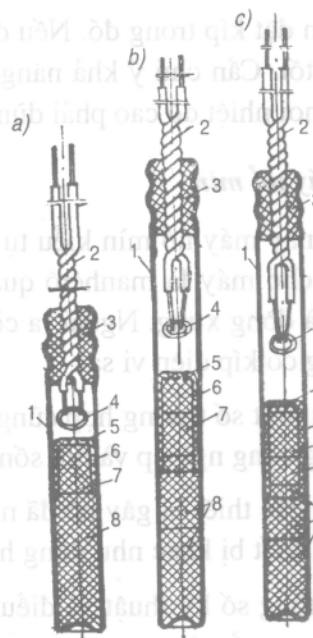
d) Điện trở kíp : bao gồm điện trở của dây tóc điện và dây dẫn ra.

e) Xung bốc lửa : là năng lượng cần thiết cho 1 đơn vị điện trở của dây tóc điện để đảm bảo gây nổ kíp, đơn vị là A^2ms . Xung bốc lửa phụ thuộc vào các tính chất về điện và nhiệt học của dây tóc điện và thuốc bắt lửa.

4. Dây nổ

Dây nổ có hình dạng gần giống dây cháy chậm, bên ngoài được quấn bằng 1 ÷ 2 sợi chỉ đỏ hoặc quét màu đỏ để phân biệt với dây cháy chậm. Lõi dây nổ là các loại thuốc nổ như fuynitrat thủy ngân, tetrin... Ngoài cùng là lớp chống ẩm.

Khi nổ kíp hay bao thuốc nổ sát ngay cạnh dây nổ thì trong lõi dây phát sinh phản ứng nổ và truyền đi theo chiều dài dây với vận tốc 7 ÷ 8 km/h. Do đó bằng mạng dây nổ ta có thể cùng một lúc truyền nổ từ 1 kíp đến nhiều bao thuốc để kích nổ chúng mà



Hình 11-8. Cấu tạo kíp điện

a) Kíp tức thời ЭД-8-56;

b) Kíp vi sai; c) Kíp nổ chậm.

1. Vỏ kíp; 2. Đầu dây ra; 3. Nút bằng chất dẻo; 4. Dây tóc điện; 5. Lưới bằng tơ;

6. Mũ kim loại; 7. Thuốc bắt lửa;

8. Thuốc môi nổ; 9. Thuốc cháy chậm

không cần đặt kíp trong đó. Nếu đặt dây nổ dọc suốt bao thuốc hình dài thì cả bao thuốc sẽ nổ rất tốt. Cần chú ý khả năng chịu nước của từng loại để sử dụng cho phù hợp. Khi cần nổ ở nơi nhiệt độ cao phải dùng loại dây nổ chịu nhiệt.

5. Máy nổ mìn

Hiện nay máy nổ mìn kiểu tụ điện được dùng phổ biến nhất trong xây dựng. Nguồn cung cấp cho máy là manhêrô quay tay hoặc pin. Dòng điện do máy cung cấp cho các kíp điện là dòng xung. Ngoài ra còn có các loại máy nổ mìn vi sai để dùng trong trường hợp không có kíp điện vi sai.

Trong một số trường hợp cũng có thể gây nổ bằng ắc quy hoặc dòng điện xoay chiều dùng trong công nghiệp và đời sống.

Ngoài các thiết bị gây nổ đã nói trên, khi tiến hành nổ phá bằng dòng điện, cần phải có một số thiết bị khác như đồng hồ đo điện, cầu dao...

Các thông số kỹ thuật và điều kiện sử dụng các thiết bị gây nổ có thể tra cứu ở các tài liệu khoan nổ mìn.

V. Các phương pháp gây nổ

1. Gây nổ bằng kíp lửa và dây cháy chậm

Đặt kíp lửa đã được gắn chặt với dây cháy chậm vào bao thuốc nổ. Khi cần gây nổ chỉ việc đốt ở đầu tự do của dây cháy chậm. Sự cháy sẽ được truyền dọc theo dây đến kíp lửa và gây nổ kíp. Kíp nổ sẽ kích thích gây nổ bao thuốc. Chiều dài cần thiết của dây cháy chậm tùy thuộc vào độ sâu đặt mìn, thời gian để người đốt mìn ẩn nấp an toàn, thứ tự nổ các quả mìn khi cần thiết và loại dây cháy chậm, nhưng không nên nhỏ hơn 1m.

Phương pháp này có các nhược điểm :

a) Không thể gây nổ đồng thời hoặc vi sai các quả mìn do tốc độ cháy của dây cháy chậm không đồng đều. Điều đó chẳng những hiệu quả nổ phá không cao mà còn dễ sinh ra mìn câm do quả mìn nổ trước làm hư hỏng dây cháy chậm của quả sau:

b) Khó kiểm tra chất lượng gây nổ.

c) Khả năng an toàn không cao.

Vì vậy phương pháp này thường dùng khi khối lượng nổ phá ít và thiếu các phương tiện khác.

2. Gây nổ bằng dây nổ

Khi cần gây nổ nhiều quả mìn có thể mắc dây nổ theo 3 hình thức :

a) Mắc nối tiếp (hình 11-9a)

Cách mắc này dùng khi bao thuốc nổ có tiết diện rộng, số lượng nổ mỗi lần tương đối ít.

b) Mắc song song (hình 11-9b)

Cách mắc này được dùng phổ biến. Nó đảm bảo gây nổ chắc chắn tuy rằng trong một vài trường hợp có tốn dây hơn.

c) Mắc kiểu chùm (hình 11-9c)

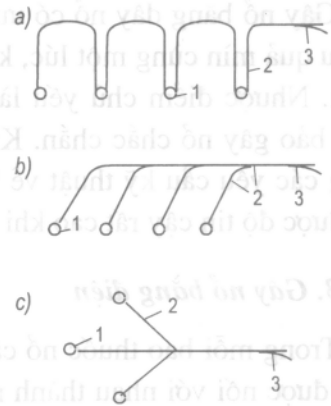
Cách mắc này dùng khi dây nổ đồng thời và các bao thuốc tương đối gần nhau.

Ngoài ra còn có thể dùng phối hợp 3 cách mắc trên. Một số cấu tạo chi tiết mạng dây nổ xem hình 11-10. Khi mắc mạng cần chú ý những điểm sau:

- Để đảm bảo truyền nổ tốt, phải chú ý buộc chặt chỗ liên kết giữa dây chính và dây nhánh, giữa dây nổ với kíp nổ. Mặt khác phải đặt dây nhánh theo phương truyền nổ và tuyệt đối không làm dây nổ bị gãy gập, dập nát.

- Để tăng khả năng kích nổ của dây nổ, đầu dây trong bao thuốc nên thắt nút lại một hay nhiều vòng.

- Các yêu cầu kỹ thuật khác có thể xem trong quy phạm.



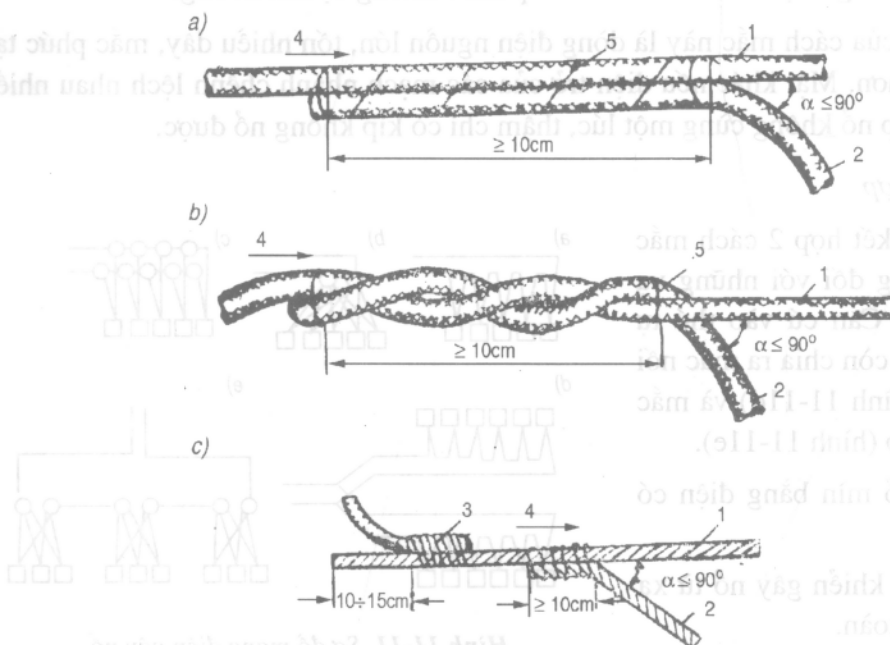
Hình 11-9. Sơ đồ mắc dây nổ

a) Mắc nối tiếp; b) Mắc song song;

c) Mắc kiểu chùm

1. Bao thuốc nổ; 2. Dây nổ;

3. Kíp điện hoặc kíp lửa.



Hình 11-10. Một số liên kết của mạng dây nổ

a,b) Liên kết giữa dây chính và dây nhánh; c) Liên kết giữa dây nổ và kíp;

1. Dây chính; 2. Dây nhánh; 3. Kíp; 4. Mũi tên chỉ hướng truyền nổ. 5. Dây để buộc.

Gây nổ bằng dây nổ có ưu điểm là gây nổ an toàn, kỹ thuật đơn giản, có thể gây nổ nhiều quả mìn cùng một lúc, kích nổ tốt nhất là khi dùng bao thuốc hình dài và nạp phân đoạn. Nhược điểm chủ yếu là dây nổ đắt và khó kiểm tra chất lượng mạng dây nổ để đảm bảo gây nổ chắc chắn. Kinh nghiệm thực tế đã chứng tỏ rằng bằng cách tuân theo đúng các yêu cầu kỹ thuật về bảo quản, vận chuyển và sử dụng dây nổ, chúng ta có thể đạt được độ tin cậy rất cao khi gây nổ bằng dây nổ.

3. Gây nổ bằng điện

Trong mỗi bao thuốc nổ cần đặt 1 hay 2 kíp điện và đôi khi còn nhiều hơn. Các kíp điện được nối với nhau thành mạng điện gây nổ. Mạng điện gây nổ có thể mắc theo các hình thức sau :

a) Mắc nối tiếp (hình 11-11a)

Cách mắc này có ưu điểm là tương đối đơn giản, tốn ít dây dẫn, cường độ dòng điện cần thiết của nguồn nhỏ và kiểm tra mạng dễ dàng. Khuyết điểm của nó là nổ phá thiếu an toàn vì nếu một kíp nào đó nổ trước thì mạch điện bị đứt và các kíp khác có thể bị cấm. Do đó cách mắc này chỉ dùng để nổ một số ít quả mìn trong cùng một lúc.

b) Mắc song song

Có thể chia thành 2 hình thức : song song kiểu chùm (hình 11-11b) và song song kiểu bậc thang (hình 11-11c). Cách mắc này có ưu điểm là nổ phá an toàn vì nếu có một kíp nào đó bị hư hỏng hoặc nổ trước thì các kíp khác không bị ảnh hưởng.

Nhược điểm của cách mắc này là dòng điện nguồn lớn, tốn nhiều dây, mắc phức tạp và khó kiểm tra hơn. Mặt khác nếu điện trở của các mạch nhánh chênh lệch nhau nhiều sẽ làm cho các kíp nổ không cùng một lúc, thậm chí có kíp không nổ được.

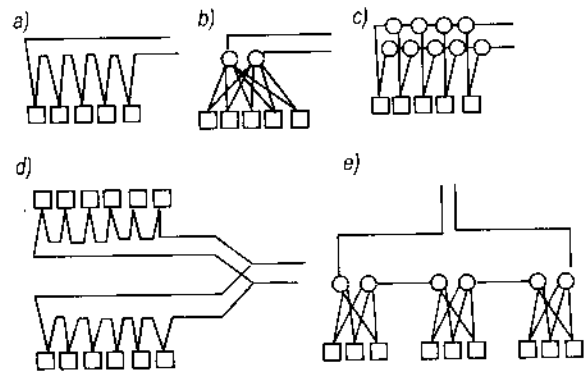
c) Mắc hỗn hợp

Thực chất là kết hợp 2 cách mắc trên và được dùng đối với những vụ nổ lớn phức tạp. Căn cứ vào thứ tự mắc dây người ta còn chia ra mắc nối tiếp song song (hình 11-11d) và mắc song song nối tiếp (hình 11-11e).

Nói chung nổ mìn bằng điện có nhiều ưu điểm :

- Có thể điều khiển gây nổ từ xa nên tương đối an toàn.

- Cho phép áp dụng phương pháp nổ vi sai, nổ định hướng để nâng cao hiệu quả nổ phá.



Hình 11-11. Sơ đồ mạng điện gây nổ

a) Mắc nối tiếp ; b) Mắc song song kiểu chùm ;
c) Mắc song song kiểu bậc thang ; d) Mắc nối tiếp song song ; e) Mắc song song nối tiếp.

- Có thể kiểm tra chất lượng mạng gây nổ bằng cách đo điện trở.

Vì vậy đây là một trong những phương pháp dùng phổ biến hiện nay tuy rằng việc xử lý mìn cảm trong trường hợp này có phức tạp hơn một chút.

Khi thiết kế và mắc mạng điện gây nổ cần lưu ý một số điểm như sau :

- Để đảm bảo gây nổ tốt, cường độ dòng điện qua mỗi kíp I_k cần thỏa mãn điều kiện :

$$I_{bd} \leq I_k \leq [I]_{\max} \quad (11-18)$$

Trong đó :

I_{bd} - cường độ dòng điện bảo đảm gây nổ kíp ;

$[I]_{\max}$ - cường độ dòng điện cho phép lớn nhất.

- Cần lưu ý để dòng điện qua mỗi kíp trong toàn mạng là bằng nhau và trước khi dùng nên phân loại kíp theo điện trở của nó. Như vậy các kíp nổ đồng đều hơn, hạn chế được hiện tượng kíp cá biệt nổ trước hoặc không nổ được, dẫn tới mìn cảm. Theo kinh nghiệm, trong một mạng gây nổ chỉ dùng một nhóm kíp và các kíp trong cùng một nhóm có điện trở chênh lệch nhau không quá $0,25 \Omega$.

- Nối tiếp dây chắc chắn, truyền điện tốt và có phải dùng băng dính cách điện bọc kín.

- Khi dùng các máy nổ mìn kiểu tụ điện để kích nổ thì việc tính toán kiểm tra điều kiện gây nổ có khác đi. Trong thực tế để đỡ phiền phức mà cũng đạt được kết quả tương đối chính xác, có thể kiểm tra theo điều kiện :

$$R_c \leq \frac{R_m}{n^2} \quad (11-19)$$

Trong đó :

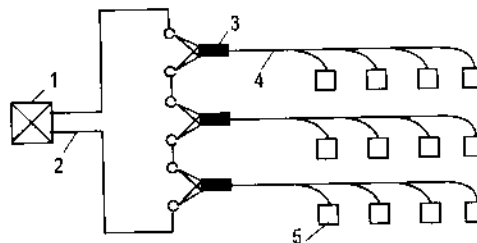
R_c - điện trở của mạng điện gây nổ (Ω);

R_m - điện trở cho phép của mạng ứng với loại máy nổ mìn được dùng và mạng mắc theo hình thức nối tiếp (Ω). Trị số R_m lấy theo bảng 11-5 hoặc tra catolô của máy;

n - số mạch mắc song song trong mạng gây nổ thực tế.

4. Gây nổ bằng mạng hỗn hợp điện - dây nổ

Hình 11-12 giới thiệu sơ đồ mạng gây nổ hỗn hợp điện - dây nổ để nổ 3 hàng mìn. Khi nổ mìn quy mô lớn, số lỗ mìn cần nổ nhiều người ta thường dùng hình thức mạng gây nổ này



Hình 11-12. Mạng gây nổ hỗn hợp điện - dây nổ

1. Nguồn điện ; 2. Dây dẫn chính ;
3. Kíp điện ; 4. Dây nổ ; 5. Bao thuốc nổ.

Bảng 11-5. Trị số của R_m

Loại máy nổ mìn	KBП-1/100M (Liên Xô)	ПНВ-100M (Liên Xô)	КПМ-1А (Liên Xô)	BM-1 (Việt Nam)	IZDF-300-B (Trung Quốc)
$R_m(\Omega)$	320	320	300	300	300

§11.4. CÔNG TÁC KHOAN

Hiện nay có 2 phương pháp khoan : phương pháp cơ học và phương pháp vật lý. Trong xây dựng thuỷ lợi, phương pháp khoan cơ học được sử dụng phổ biến nhất để khoan lỗ mìn và trong trường hợp các máy khoan làm việc theo nguyên lý xung kích, mài mòn hoặc cắt đất đá. Căn cứ vào nguyên lý công tác có thể chia máy khoan thành 3 loại : máy khoan xung kích, máy khoan xoay đập và máy khoan xoay.

Để chọn máy khoan được phù hợp cần phải căn cứ vào các yếu tố :

- Loại đất đá và đặc điểm của chúng về mặt địa chất. Bảng 11-6 giới thiệu kinh nghiệm chọn máy khoan theo yếu tố này.

- Đường kính và độ sâu cần khoan.

- Điều kiện hiện trường (khoan nổ lộ thiên hay ngầm), điều kiện cung cấp thiết bị...

Sau đây sẽ giới thiệu tóm tắt một số loại máy khoan.

Bảng 11-6

Hệ số kiên cố của đá f	Loại đá					
	Đá phấn Mác nơ	Đá vôi Đolômit	Sa thạch	Điabat bazan	Granit	Quắc zit
< 5	XR	XR				
6 ÷ 8		XP	XP	XP	XP	XP
8 ÷ 12		XP	XP	XP	XP	XP
12 ÷ 16		XP	XĐ	XĐ	XĐ	XĐ
16 ÷ 20			XĐ	XĐ	XĐ	XĐ

Chú thích : XR - Máy khoan xoay kiểu xoắn ruột gà.

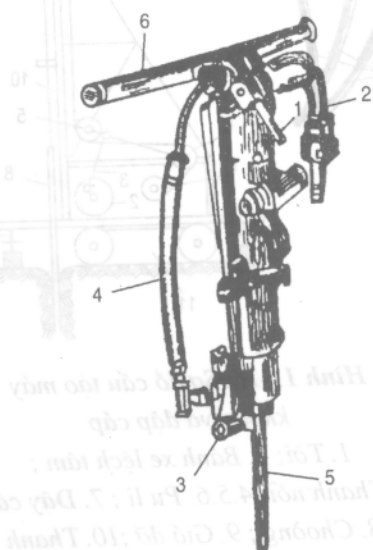
XP - Máy khoan xoay kiểu phay.

XĐ - Máy khoan xoay đập.

I. Máy khoan xung kích**1. Máy khoan hơi ép cầm tay (hình 11-13)**

Nguồn động lực của máy là hơi ép có áp suất $5 \div 6$ at được cung cấp từ máy ép nén khí di động hoặc cố định. Khi khoan ta mở chốt đóng mở 1, hơi ép qua ống 2 đi vào

trong xi lanh làm cho pit tông ở trong đó chuyển động, choòng 5 gắn với pit tông cũng được chuyển động đồng thời và gây ra tác dụng xung kích phá vỡ đất đá ở đáy lỗ khoan. Khi máy không hoạt động, làm quay choòng một góc nhất định. Kéo kẹp 3 ta có thể tháo choòng ra thay choòng khác.



Hình 11-13. Máy khoan hơi ép cầm tay

1. Chốt đóng mở; 2. Ống dẫn hơi ép; 3. Kẹp;
4. Ống dẫn nước; 5. Choòng; 6. Tay cầm.



Hình 11-14. Các dạng mũi choòng

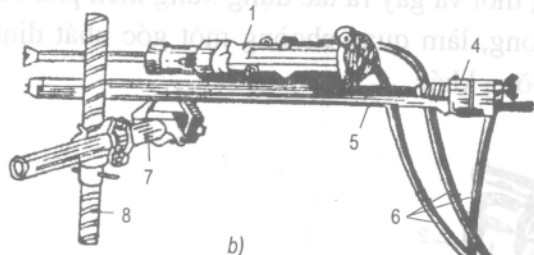
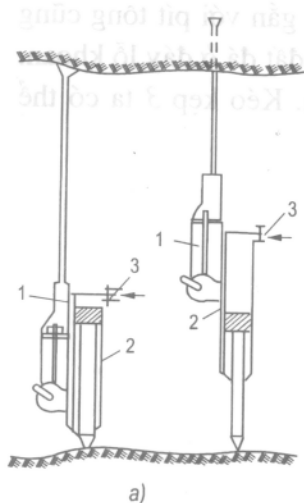
Choòng có loại mặt cắt ngang là hình tròn, có loại hình lục giác hay bát giác. Mũi choòng thường có dạng như ở hình 11-14. Khi khoan đá ít nứt nẻ người ta thường dùng dạng khía đơn.

Mỗi lần thay mũi choòng, đường kính mũi nên giảm đi $1 \div 3\text{mm}$ để tránh bị kẹt.

Máy khoan hơi ép cầm tay dùng có hiệu quả đối với loại đá cứng hoặc rất cứng. Người ta thường dùng nó để khoan các lỗ khoan đường kính $36 \div 65\text{mm}$, độ sâu nhỏ hơn $4 \div 5\text{m}$. Năng suất trung bình của máy từ $1,5 \div 3,5\text{m/h}$ tùy theo độ cứng của đá, độ sâu và đường kính khoan, loại máy có áp lực khí nén.

Máy có thể dùng để khoan lỗ thẳng đứng, hơi nghiêng hoặc lỗ ngang ở vị trí không cao.

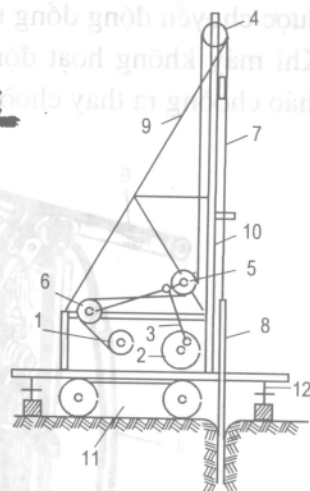
Để khoan các lỗ ở trên cao, phải dùng loại máy khoan có giá đỡ. Giá đỡ có loại dùng hơi ép (hình 11-15a), có loại dùng hệ thanh xoắn ốc (hình 11-15b). Máy có công suất lớn, khối lượng máy từ $35 \div 100\text{kg}$. Máy có thể khoan các lỗ đường kính 85mm và sâu tới $10 \div 20\text{m}$. Hiện nay người ta còn lắp cùng một lúc nhiều máy khoan trên xe bánh xích, bánh lốp hoặc chạy trên đường ray tạo thành các giàn khoan tự hành có khả năng khoan rất linh hoạt và thường được dùng khi khoan nổ đào các công trình ngầm.



Hình 11-15. Sơ đồ máy khoan hơi ép có giá đỡ

a) Máy khoan trên đỉnh ; b) Máy khoan ngang;

1. Khoan hơi ép ; 2. Bộ phận đẩy bằng hơi ép ;
3. Cửa hơi vào ; 4. Động cơ chạy bằng hơi ép ;
5. Bộ phận đẩy kiểu trục ren vít ; 6. Ống dẫn hơi ép ;
7. Thanh đỡ ngang ; 8. Cột chống đứng



Hình 11-16. Sơ đồ cấu tạo máy khoan và đập cáp

1. Tời ; 2. Bánh xe lệch tâm ;
3. Thanh nối ; 4.5.6. Pu li ; 7. Dây cáp ;
8. Choòng ; 9. Giá đỡ ; 10. Thanh chống ; 11. Bánh xích ; 12. Kích.

Trong quá trình khoan cần cho nước vào lỗ khoan để làm nguội mũi khoan và sau một khoảng thời gian nhất định lại phải dùng ống lấy bột đá để mức nước có lẫn bột đá từ trong lỗ khoan ra.

2. Máy khoan và đập cáp có nhiều loại: Khối lượng của chúng từ 550 đến 1300 kg. Máy có thể khoan các lỗ đường kính $100 \div 500\text{mm}$ và sâu tới 300m. Năng suất trung bình của máy là $3 \div 10 \text{ m/ca}$ khi đã có hệ thống kiên cố $f = 10 \div 15$. Trong loại đá cứng hơn năng suất chỉ còn $0,5 \div 1 \text{ m/ca}$. Máy chỉ khoan được các lỗ thẳng đứng và thường dùng với đá cứng từ cấp IV trở lên. Không những khi khoan nổ mìn mà cả khi khoan phụt xử lý nền cũng có thể dùng loại máy khoan này.

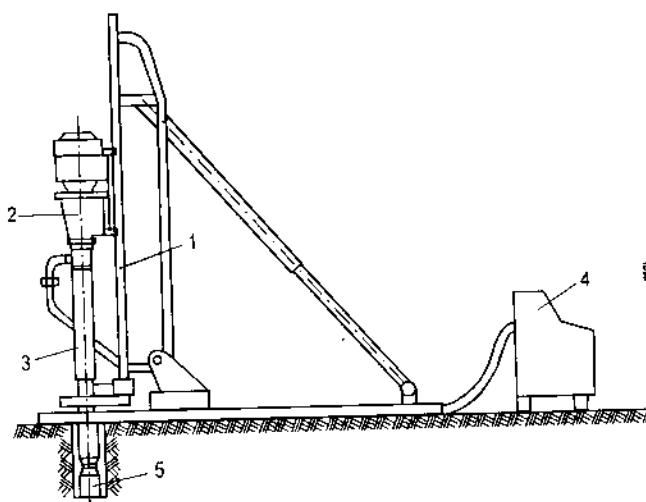
3. Khoan thủ công

Lợi dụng khối lượng bản thân của choòng và sức người lao choòng đục lỗ nhưng chỉ dùng khi đá mềm. Ngoài ra có thể dùng búa kết hợp với choòng. Khi quai búa một tay thường dùng búa 2,5kg, khi dùng 2 tay thì cần búa $4 \div 5 \text{ kg}$. Mũi choòng cũng có dạng khía đơn hoặc chữ thập. Khi choòng bị cùn có thể tôi và sửa chữa để dùng lại. Bột đá trong lỗ khoan được lấy ra bằng nạo nhỏ.

Phương pháp khoan thủ công vừa chậm, vừa tốn sức. Vì vậy chỉ dùng khi khối lượng cần nổ phá nhỏ và thiếu máy móc thiết bị.

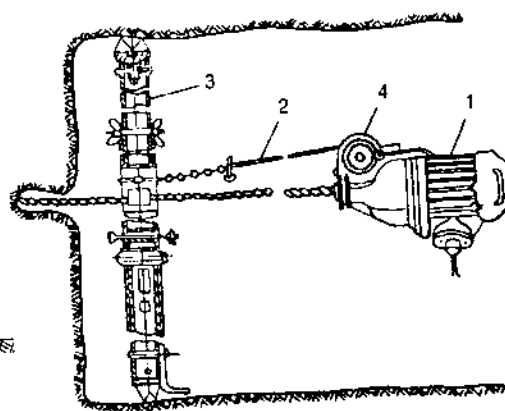
II. Máy khoan xoay đập

Hình 11-17 giới thiệu sơ đồ cấu tạo của một loại máy khoan xoay đập của Liên Xô. Phần lớn các loại máy này là những máy có thể tự di chuyển được để phù hợp với điều kiện công trường. Máy có thể dùng để khoan các lỗ khoan thẳng đứng, nghiêng hoặc nằm ngang và thường dùng với loại đá cứng. Khi đá nứt nẻ nhiều, không nên khoan nghiêng hoặc khoan ngang vì dễ bị kẹt mũi khoan. Độ sâu khoan nhỏ hơn 50m và đường kính lỗ khoan mà máy có thể khoan được nhỏ hơn 150mm.



Hình 11-17. Sơ đồ cấu tạo máy
khoan xoay đập LMK-4M ;

1. Khung ; 2. Cơ cấu làm xoay cán khoan ;
3. Cán khoan; 4. Tủ điều khiển; 5. Quả đập.



Hình 11-18. Máy khoan xoắn ruột gà
chạy bằng điện và có giá đỡ ;

1. Động cơ điện; 2. Dây cáp nèo để tăng
áp lực vào mũi khoan ;3. Giá đỡ ; 4. Tời.

III. Máy khoan xoay

Máy khoan xoay có thể chia thành 3 loại : loại khoan xoắn ruột gà, loại khoan phay và khoan kiểu giá.

1. Máy khoan xoắn ruột gà

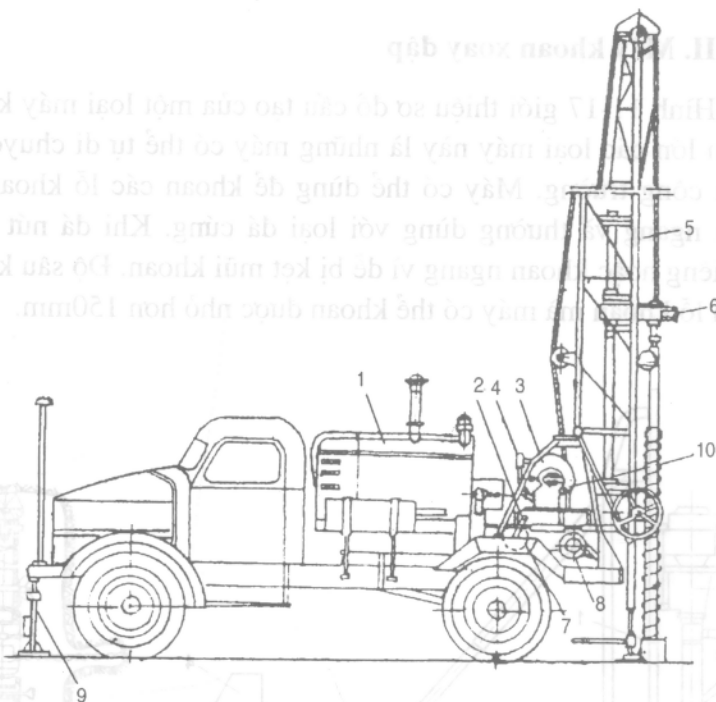
Cán khoan của máy thường dùng dạng xoắn ruột gà. Máy có nhiều cỡ : từ loại điều khiển bằng sức người đến loại chạy bằng điện có giá đỡ (hình 11-18) và cuối cùng là các loại máy lớn kiểu tự hành (hình 11-19). Các loại máy khoan này chỉ khoan sâu được dưới 25m và thường dùng với đất, hoặc đá mềm bờ. Tốc độ khoan thay đổi tùy loại đất đá và thường thấp hơn máy khoan xoay đập.

2. Máy khoan phay

Loại máy này dùng được với nhiều loại đá, khoan được sâu, lỗ có đường kính lớn và thường dùng khi khoan nổ khai thác lộ thiên với quy mô lớn.

Hình 11-19. Máy khoan xoắn ruột gà kiểu tự hành

1. Động cơ ; 2. Hộp số ;
3. Tời ; 4. Hệ thống tời hãm ; 5. Tháp khoan ;
6. Bộ phận xoay ; 7. Con lăn ; 8. Tời nâng hạ tháp khoan ; 9. Kịch ;
10. Bảng điều khiển.



3. Máy khoan phay kiểu giá

Loại máy này phá hoại đất đá chủ yếu bằng hình thức cắt. Tốc độ khoan thường thấp. Mặt khác mũi khoan thường dùng là hợp kim quý và đắt. Vì vậy rất ít khi dùng vào công tác khoan nổ mà chủ yếu dùng cho việc khoan thăm dò địa chất.

Ngoài các loại máy khoan làm việc theo nguyên lý cơ học đã trình bày ở trên, gần đây người ta đã chế tạo được các máy khoan làm việc theo nguyên lý vật lý học, cụ thể là máy khoan nhiệt, máy khoan thể lực, máy khoan xung điện, máy khoan bằng siêu âm... Đây là các loại máy khoan hiện đại và chưa được dùng trong ngành thủy lợi ở nước ta.

§11.5. CÁC PHƯƠNG PHÁP NỔ Mìn CƠ BẢN

Để tận dụng có hiệu quả năng lượng của thuốc nổ, tùy theo mục đích và điều kiện khác nhau, có các phương pháp nổ khác nhau.

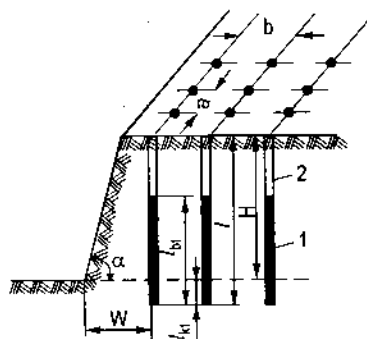
I. Phương pháp nổ mìn lỗ nông

Bao thuốc hình dài thường được nạp trong lỗ khoan đường kính nhỏ hơn 85mm, độ sâu nhỏ hơn 5m.

Phương pháp nổ mìn lỗ nông được dùng rộng rãi khi đào lộ thiên và đào ngầm như : khai thác vật liệu, đào móng trong nền đá, đào đường hầm, đào lớp bảo vệ, phá đá quá cỡ... Nhờ phương pháp này chúng ta có thể đào những hố đào với độ chính xác cao, khối đá ở ngoài phạm vi thiết kế rất ít bị hư hại. Nhược điểm cơ bản của nó là giá thành cao

do tổn nhân công, tổn thiết bị gây nổ, năng suất của xe máy bốc xúc đá thấp, tốc độ khoan nổ và bốc xúc chậm. Vì vậy người ta thường dùng trong trường hợp cần thiết về mặt kỹ thuật và khối lượng không lớn.

Sơ đồ bố trí nổ khi đào theo bậc thang như hình vẽ 11-20.



Hình 11-20. Sơ đồ bố trí nổ mìn lỗ nông khi đào theo bậc thang
1. Đoạn nạp thuốc nổ ; 2. Đoạn lấp búa

1. Tính toán các thông số

Đường căn ngắn nhất :

$$W = 47 K_T d \sqrt{\frac{\Delta \cdot e}{\gamma}} \quad (11-20)$$

Trong đó :

K_T - hệ số xét đến điều kiện địa chất. Đối với đá liền khối $K_T = 0,9$; với đá nứt nẻ, các tầng nằm ngang $K_T = 1,1$;

d - đường kính bao thuốc (m) ;

Δ - mật độ thuốc nổ trong bao thuốc (kg/dm^3) ;

e - hệ số tính theo công thức :

$$e = \frac{V}{360} \quad (11-21)$$

với V - sức công phá của loại thuốc nổ được dùng;

γ - khối lượng riêng của đất đá cần nổ phá (kg/dm^3).

Khoảng cách giữa hai lỗ trong cùng một hàng :

$$a = (0,8 \div 1,5) W \quad (11-22)$$

Khi gây nổ bằng dây cháy chậm và kíp lửa thì dùng trị số a lớn, còn khi nổ bằng điện có thể dùng trị số bé hơn.

Khoảng cách giữa hai hàng gần nhau lấy $b = 0,85 W$, khi nổ vì sai thì lấy $b = W$.

Để tránh tạo thành mô đá chân tầng, tạo mặt bằng tốt cho xe máy đi lại, cần có chiều sâu khoan thêm $l_{kt} = 10d$. Khi các lớp đá nằm ngang và trong một số trường hợp đặc biệt thì không cần độ sâu khoan thêm này.

Khối lượng thuốc nổ cần nạp Q được tính theo công thức :

$$Q = qWaH \quad (11-23)$$

Trong đó : q - lượng hao thuốc đơn vị (kg/m^3);

H - độ cao tầng nổ (m) ;

W, a - đã nói ở trên (m).

Sau khi có Q, cần kiểm tra điều kiện nạp thuốc để đảm bảo chiều dài đoạn lấp búa $l_{lb} \geq 0,31l$, với l là độ sâu lỗ khoan.

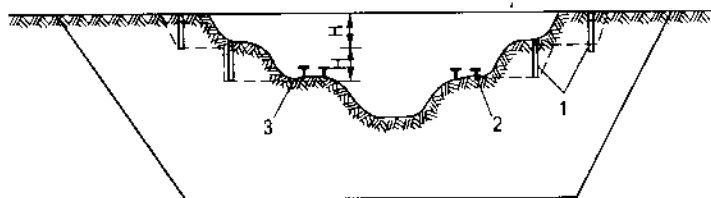
2. Bố trí lỗ khoan và trình tự thi công

Khi bố trí lỗ khoan cần lưu ý :

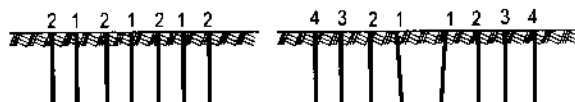
- Đảm bảo cho $W < (0,7 \div 1)H$ và phương lỗ khoan không nên trùng với phương đường cản gần nhất.

- Lỗ khoan nên thẳng góc hoặc chéo với các lớp đá và không nên xuyên qua các khe nứt quá rộng để tránh mìn bị phụt qua đó.

- Khi đào các hố đào, ngoài cách bố trí khoan nổ theo hình thức bậc thang (hình 11-21) chúng ta có thể bố trí nổ đồng thời nhiều lỗ mìn theo hình thức lưới ô vuông hoặc hoa mai với $a = b = 0,9 W$. Ở những nơi rộng và bằng phẳng, có thể bố trí nổ theo hình thức vi sai (hình 11-22). Hàng lỗ khoan nổ trước sẽ tạo mặt thoáng thứ 2 cho các hàng sau để tăng hiệu quả nổ phá.



Hình 11-21. Bố trí khoan nổ theo hình thức bậc thang
1. Lỗ khoan ; 2. Đường vùi chuyển đá ; 3. Mặt bậc thang.



Hình 11-22. Một số sơ đồ bố trí nổ vi sai
1,2,3,4 thứ tự nổ các hàng mìn.

Trình tự thi công nổ mìn gồm có : định vị lỗ khoan, khoan lỗ, nạp thuốc, lấp búa, gây nổ và xử lý mìn câm nếu có. Vật liệu lấp búa có thể là cát ẩm, hỗn hợp cát và đất sét. Ngoài ra cũng có thể lấp búa bằng nước. Bằng cách này chúng ta có thể giảm lượng khí độc và bụi sinh ra khi nổ, đá được đập vỡ đều hơn và xử lý mìn câm cũng dễ dàng. Khi này cần có biện pháp chống ẩm cho thuốc nổ hoặc dùng loại thuốc chịu nước.

II. Phương pháp nổ mìn lỗ sâu

Phương pháp này sử dụng bao thuốc hình dài nạp trong lỗ khoan có đường kính lớn hơn 85mm và độ sâu lớn hơn 5m. Người ta thường dùng các lỗ khoan sâu $15 \div 25m$, đường kính $106 \div 250mm$ và có phương thẳng đứng. Trường hợp cần thiết có thể dùng lỗ khoan nghiêng hoặc nằm ngang.

Phương pháp này có ưu điểm :

- Giá thành khoan nổ rẻ hơn nhiều so với nổ mìn lỗ nông do các chi phí về khoan, thuốc nổ, thiết bị gây nổ, nhân công thấp hơn.

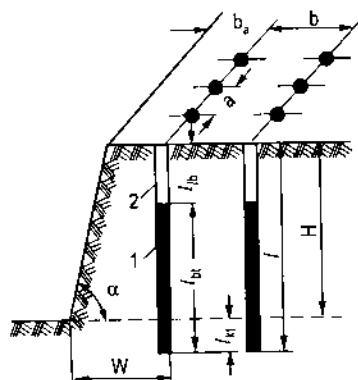
- Thích hợp hơn với việc cơ giới hoá khâu bốc xúc và vận chuyển đá nhất là các loại xe máy lớn ; đảm bảo xe máy có năng suất cao. Do đó có thể thi công với tốc độ lớn.

Bên cạnh đó nó cũng có một số nhược điểm :

- Cần có thiết bị khoan lớn.
- Cỡ đá trung bình lớn hơn và dễ sinh ra nhiều đá quá cỡ. Do đó cần có xe máy phù hợp.

- Khả năng gây chấn động, nứt nẻ lớn, khó nổ đúng phạm vi thiết kế của hố đào. Trong trường hợp cần thiết phải chừa lại lớp bảo vệ có chiều dày lớn mà việc bóc bỏ lớp đó sau này tương đối chậm và tốn kém.

Trong xây dựng thuỷ lợi hiện nay, phương pháp này đã được dùng rất phổ biến để đào kênh hố móng, khai thác vật liệu, làm đường và đào các công trình ngầm có kích thước lớn.



1. Tính toán các thông số nổ phá khi dùng lỗ khoan thẳng đứng (hình 11-23)

Hình 11-23. Bố trí nổ mìn lỗ sâu khi dùng lỗ khoan thẳng đứng
1. Đoạn nạp thuốc nổ ; 2. Đoạn lấp búa

Đường căn ngắn nhất ở chân tầng :

$$W = 53 K_T d \sqrt{\frac{\Delta \cdot e}{\gamma}} \quad (11-24)$$

Trong đó : K_T - hệ số xét đến điều kiện địa chất;

d - đường kính bao thuốc (m);

Δ - mật độ thuốc nổ trong bao thuốc (kg/dm^3);

e, γ - đã chú thích ở công thức (11-20).

Bảng 11-7. Sơ bộ có thể lấy trị số K_T theo bảng 11-7

Đặc điểm địa chất	K_T
- Đá rắn chắc, khối lớn, kích thước các khối lớn hơn khoảng cách giữa 2 lỗ khoan.	0,9
- Đá bị phân chia thành những khối riêng biệt, các khe nứt đã được xi măng hoá hay lấp kín.	0,95
- Đá nứt nẻ, các khe nứt chứa đầy chất nhét mềm.	1,00
- Đá nứt nẻ mạnh, phân thành khối nhỏ, các khe nứt có phương bất kỳ và được nhét đầy bằng các chất nhét dính hoặc rời.	1,05
- Như trên, các khe nứt nằm ngang, có tầng kẹp yếu ở chân tầng, đá lẫn đất nát vụn	1,10

Khoảng cách giữa 2 lỗ trong cùng một hàng :

$$a = (0,9 \div 1,4)W$$

Khoảng cách giữa 2 hàng liền nhau :

$$b = (0,85 \div 1) W$$

Chiều sâu khoan thêm dưới chân tầng l_{kt} lấy bằng $(10 \div 15)d$ để sau khi nổ không còn tồn tại mô đá chân tầng. Trị số của l_{kt} phụ thuộc vào đặc điểm địa chất, độ cao tầng H. Với đất đá mềm, dễ nổ phá, độ cao tầng bé, lớp đá nằm ngang lấy trị số nhỏ, còn khi đá cứng khó nổ phá, các lớp dựng đứng, tầng cao thì lấy trị số lớn hơn. Trong khi đào móng các công trình thủy công, có trường hợp không được khoan thêm (sẽ nói tỉ mỉ ở chương sau).

Chiều dài đoạn lấp búa $l_{lb} \geq (20 \div 25)d$. Để hạn chế không cho đất đá văng xa, có thể lấy trị số $l_{lb} = (30 \div 35) d$.

Khối lượng bao thuốc nạp trong lỗ khoan Q được tính theo công thức (11-23).

Để đảm bảo an toàn, khoảng cách từ mép tầng đến hàng lỗ khoan đầu tiên b_a cần lớn hơn $2 \div 3m$.

Khi cần nổ vi sai, có thể xác định thời gian vi sai giữa các hàng Δt theo công thức :

$$\Delta t = A.W \quad (11-25)$$

Trong đó :

Δt - tính theo ms. Dựa vào trị số Δt tính được để chọn thiết bị gây nổ vi sai cho phù hợp;

A- hệ số phụ thuộc vào loại đá cần nổ phá và có thể lấy theo bảng 11-8;

W- đường căn ngắn nhất (m).

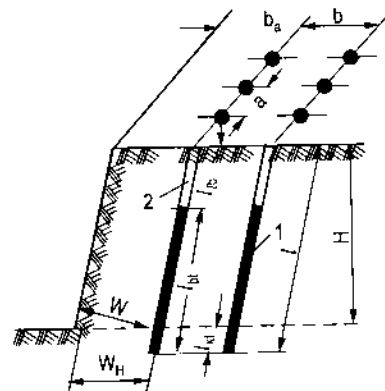
Bảng 11-8. Trị số của hệ số A

Loại đá	Độ cứng	A
- Granit, përidôlit, poócphia thạch anh, poócphia rít, xiênít, quáczit	Rất cứng	3
- Phiến thạch biến chất bền vững, quáczit có chứa sắt, sa thạch	Cứng	4
- Đá vôi, cẩm thạch, manhêzit, phiến thạch philít, xécpen-tênít	Cứng vừa	5
- Mácno, đá phấn, phiến thạch sét, than đá, ácrilit, alovrôlit	Mềm	6

Khi nổ nhiều hàng mìn, các lỗ mìn cũng được bố trí theo mạng lưới hình hoa mai hay ô vuông.

2. Trường hợp dùng lỗ khoan nghiêng

Trong trường hợp bố trí nổ phá bằng các lỗ khoan thẳng đứng tương ứng với trị số W đã xác định mà khoảng cách từ mép tầng đến hàng lỗ khoan đầu tiên b_a nhỏ hơn trị số an toàn cho phép thì phải dùng lỗ khoan nghiêng (hình 11-24). Nếu điều kiện cho phép thì nên khoan theo phương song song với mái tầng. Góc nghiêng của lỗ khoan phụ thuộc vào nhiều yếu tố : góc ổn định của mái tầng, độ cao tầng, khả năng khoan...



Hình 11-24. Bố trí nổ mìn lỗ sâu bằng các lỗ khoan nghiêng
1. Đoạn nạp thuốc nổ; 2. Đoạn lắp búa

Tính toán các thông số nổ phá nói chung giống như trường hợp lỗ khoan thẳng đứng. Trong trường hợp đó người ta xác định đường cản ở chân tầng W_H theo công thức sau :

$$W_H = \frac{W}{\sin \alpha} \quad (11-26)$$

Trong đó : α - góc nghiêng của lỗ khoan so với phương nằm ngang.

Để có được những mái xoải khi làm đường xá, đào móng... người ta cũng hay dùng biện pháp khoan nghiêng, đảm bảo cho đất đá trong phạm vi đường viền thiết kế đều được nổ phá.

3. Biện pháp nổ phân đoạn không khí

Bình thường thuốc nổ được nạp liên tục kể từ đáy lỗ khoan trở lên cho đến một độ sâu nào đó. Phần lỗ khoan còn lại là đoạn lấp búa. Cách nạp như vậy làm cho đá sau khi nổ không đồng đều và có nhiều đá quá cỡ. Từ lâu người ta đã áp dụng cách nạp thuốc phân đoạn.

Trường hợp giữa các đoạn nạp thuốc là những đoạn lấp bằng vật liệu lấp búa gọi là phân đoạn thường, nếu để trống thì gọi là phân đoạn không khí. Nổ mìn phân đoạn không khí mang lại hiệu quả tốt hơn, đá nổ ra đều đặn hơn và rất ít đá quá cỡ. Đó là do năng lượng nổ được phân bố đều hơn. Mặt khác cột không khí đã làm tăng thời gian của áp suất nổ, giảm trị số áp suất nổ cực đại trong lỗ khoan và tập trung năng lượng nổ về phía dưới mặt thoáng. Nhờ vậy vừa giảm được phần năng lượng dùng để phá quá nát vụn phần đá ở lân cận khối thuốc lại vừa tập trung thêm được năng lượng cho việc đập vỡ đất đá.

Hình thức phân đoạn không khí như hình 11-25 đã được dùng nhiều và có hiệu quả tốt.

Tỷ số giữa khối lượng của thuốc nổ trên và khối thuốc nổ dưới phụ thuộc vào đặc điểm của cấu trúc của đá và nên lấy bằng $\left(\frac{1}{5} \div \frac{1}{3}\right)$. Nếu các lớp đá bên trên cứng rắn thì lấy tỷ số lớn, ngược lại thì lấy tỷ số nhỏ. Chiều dài khoảng trống h_k có thể lấy như sau :

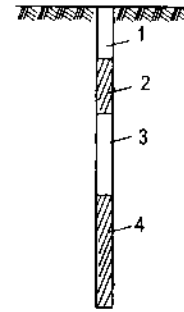
$$h_k = (0,2 \div 0,35) l_{bt} \text{ khi đá cứng } (f \geq 14);$$

$$h_k = (0,25 \div 0,45) l_{bt} \text{ khi đá cứng vừa } (f = 8 \div 14);$$

$$h_k = (0,3 \div 0,055) l_{bt} \text{ khi đá mềm } (f < 8).$$

Trong đó: l_{bt} là chiều dài bao thuốc.

Chiều dài lấp búa $l_{lb} \geq 20d$.



Hình 11-25. Sơ đồ nạp thuốc phân đoạn không khí
1. Đoạn lấp búa; 2. Khối thuốc trên;
3. Khoảng trống; 4. Khối thuốc.

4. Trình tự thi công

Khi dùng phương pháp nổ mìn lỗ sâu, trình tự thi công cũng tương tự như nổ mìn lỗ nông. Trường hợp đường kính lỗ khoan nhỏ hơn 150mm vật liệu lấp búa không cần lèn chặt lắm, khi đường kính lớn thì không cần thiết lèn chặt vật liệu lấp búa.

III. Phương pháp nổ mìn bầu

Thực chất của phương pháp này là nổ bao thuốc tập trung nạp trong bầu được tạo ra ở đáy lỗ khoan.

Ưu điểm của phương pháp này là có thể nạp được một khối lượng lớn thuốc nổ, đảm bảo phá được nhiều đất đá. Vì vậy nó đã giảm được công tác khoan, tăng nhanh tốc độ thi công. Phương pháp này cũng có một số nhược điểm : đá nổ ra không đều, có nhiều đá quá cỡ, kỹ thuật tạo bầu rất phức tạp, bán kính vùng nứt nẻ tạo ra khi nổ phá lớn hơn.

Phương pháp này được dùng trong trường hợp đường cần chân tầng lớn, đá nổ ra không cần đều. Khi nổ phá làm đường trên sườn núi, dọn dẹp mặt bằng, người ta thường dùng phương pháp này.

Việc tạo bầu hiện nay chủ yếu dùng biện pháp nổ một lượng nhỏ thuốc nổ đặt ở đáy lỗ khoan. Trong trường hợp dùng các thiết bị khoan vật lý để khoan lỗ, ta có thể dùng kết hợp để tạo bầu mà không cần dùng biện pháp nổ.

1. Tính toán các thông số nổ phá (hình 11-26)

Đường cần W lấy bằng $(0,5 \div 0,9)H$. Khoảng cách giữa 2 lỗ mìn trong cùng một hàng $a = (0,8 \div 1,4)W$.

Khoảng cách giữa 2 hàng liên nhau $b = W$.

Để có thể phá hết chân tầng, lỗ khoan cần khoan sâu hơn mức chân tầng $5 \div 10\%$.

Chiều dài đoạn lấp bua lấy bằng $0,5 \div 0,9$ lần chiều sâu lỗ khoan.

Khối lượng thuốc nổ tính toán như bao thuốc tập trung.

Khối lượng thuốc cần dùng để nổ tạo bầu Q_{tb} được xác định theo công thức :

$$Q_{tb} = \frac{Q}{P \cdot \Delta} \quad (11-27)$$

Trong đó :

Q - khối lượng thuốc nổ cần nạp khi nổ mìn bầu (kg);

P - chỉ số nổ tạo bầu (dm^3/kg);

Trị số của P phụ thuộc vào loại đất đá. Sơ bộ có thể lấy bằng $1100 \div 110 \text{ dm}^3/\text{kg}$ đối với đất và $45 \div 2 \text{ dm}^3/\text{kg}$ đối với đá. Chi tiết có thể tham khảo các sổ tay khoan nổ mìn.

Δ - mật độ nạp thuốc (kg/dm^3).

Việc nổ tạo bầu có thể phải tiến hành nhiều lần với khối lượng thuốc nổ càng về sau càng tăng dần. Khối lượng thuốc nổ tạo bầu lần đầu tiên đối với lỗ khoan đường kính nhỏ bằng $0,3 \div 0,7 \text{ kg}$, đối với lỗ khoan đường kính lớn là $5 \div 10 \text{ kg}$.

2. Các điểm cần lưu ý khi tiến hành nổ tạo bầu

Sau khi nổ, phải đợi một thời gian cho bầu nguội mới được nạp lượng thuốc khác vào. Thời gian cách quãng này ít nhất bằng 15 phút đối với thuốc amônít và 30 phút đối với dinamit. Có thể rút ngắn thời gian này bằng cách đổ nước vào lỗ khoan cho chóng nguội. Nếu dùng loại thuốc nổ chịu nước hoặc có biện pháp chống ẩm thì có thể đổ nước đầy vào lỗ khoan trước khi nổ. Lúc này nước có tác dụng vừa là lấp bua, vừa cuốn theo đất đá vụn ra ngoài khi nổ, lại vừa giảm thời gian chờ nguội bầu.

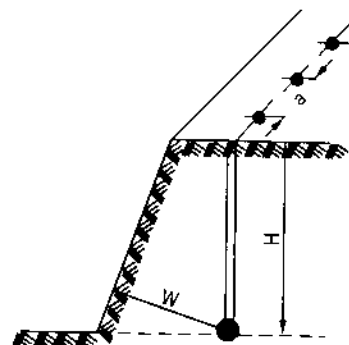
Để xác định kích thước của bầu sau khi nổ, có thể dùng biện pháp đổ nước vào túi cao su đặt trong bầu hoặc bằng công cụ đo đơn giản khác.

Ngoài ra, để nâng cao hiệu quả đập vỡ đất đá, người ta còn dùng bao thuốc phụ nạp ở phía trên trong lỗ khoan và chừa lại khoảng trống giữa bao thuốc chính nạp ở bầu và bao thuốc phụ đó.

IV. Phương pháp nổ mìn hầm

Bao thuốc sử dụng trong trường hợp này là bao thuốc tập trung và thường có khối lượng lớn từ vài tấn đến hàng nghìn tấn.

Phương pháp này có thể nổ phá một khối lượng đá lớn, giảm nhẹ công tác khoan và có thể làm đất đá văng đi một cự ly nhất định khi cần thiết. Nhược điểm chủ yếu của nó



Hình 11-26. Sơ đồ bố trí nổ mìn bầu

là sinh ra nhiều đá quá cỡ (có thể chiếm tới 50%). Mặt khác bán kính vùng nứt nẻ rất lớn và gây ra chấn động mạnh.

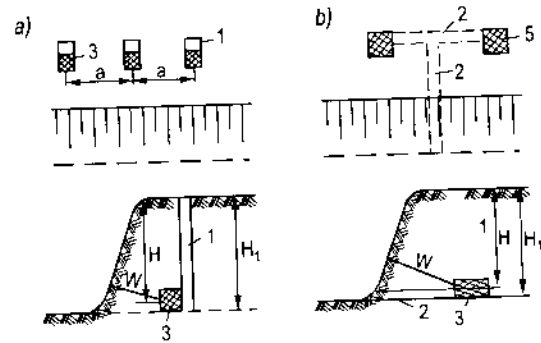
Hiện nay phương pháp này được dùng nhiều trong việc phá vỡ đất đá khi làm đường san mặt bằng và được áp dụng vào việc nổ mìn định hướng đắp đập, đào kênh...

Sơ đồ bố trí nổ mìn hầm như hình vẽ 11-27.

Để đào được buồng thuốc và tiến hành nạp thuốc, trước hết phải đào các giếng đứng hoặc ngang. Nên cố gắng dùng hầm ngang để thuận tiện cho thi công, an toàn khi vận chuyển thuốc và thoát nước dễ dàng.

Để thông gió và thi công được thuận lợi, chiều dài hầm ngang không nên quá 30m và giếng đứng không sâu quá 20m. Kích thước và hình dạng mặt cắt ngang của chúng phải tùy theo chiều dài hoặc độ sâu, điều kiện địa chất và thi công mà quyết định (tham khảo bảng 11-9).

Khi đất đá tương đối ổn định, không phải chống đỡ thì mặt cắt giếng đứng có thể là hình tròn.



Hình 11-27. Sơ đồ bố trí nổ mìn hầm

a) Khi nạp thuốc bằng giếng đứng ;

b) Khi nạp thuốc bằng hầm ngang

1. Giếng đứng ; 2. Hầm ngang 3. Buồng thuốc.

Bảng 11-9. Kích thước mặt cắt hầm ngang và giếng đứng

Hầm ngang		Giếng đứng	
Chiều dài (m)	Mặt cắt (m ²)	Độ sâu (m)	Mặt cắt (m ²)
< 6	1,0 × 1,4	< 6	1,0 × 1,2
6 ÷ 10	1,2 × 1,6	6 ÷ 10	1,2 × 1,5
10 ÷ 20	1,2 × 1,7	10 ÷ 16	1,5 × 1,5
> 20	1,2 × 1,8	> 16	1,5 × 1,8

Buồng thuốc tốt nhất là có dạng hình lập phương để tăng hệ số tập trung. Khi khối lượng thuốc cần nạp lớn, đòi hỏi mặt cắt buồng thuốc tăng lên, do đó gây ra khó khăn cho việc đào đất đá và chống đỡ. Mặt khác khi thuốc nổ chất xếp quá cao, lớp dưới dễ bị quá chặt dẫn tới nổ không hoàn toàn. Vì vậy buồng thuốc không nên rộng quá 5 ÷ 10m, cao không quá 2m. Trường hợp đòi hỏi thể tích lớn thì có thể dùng dạng mặt cắt chữ thập hoặc chữ T.

1. Xác định các thông số nổ phá

Đường cản ngắn nhất W lấy bằng $0,5 \div 0,95$ lần độ sâu chôn thuốc H tùy theo thể tích khối đá cần nổ phá, mức độ đập vỡ và chiều rộng của đồng đá sau khi nổ.

Khoảng cách giữa hai bao thuốc trong cùng một hàng $a = (0,8 \div 1,4)W$ tùy theo mức độ đập vỡ. Trường hợp hai bao thuốc liền nhau có đường cản khác nhau thì khi tính a dùng trị số đường cản trung bình của 2 bao thuốc đó.

Khoảng cách giữa 2 hàng liền nhau b có thể lấy như a .

Khối lượng bao thuốc và thể tích buồng thuốc có thể tích như đã trình bày ở §11.2.

2. Một số vấn đề về kỹ thuật thi công

Để kích thích làm cho bao thuốc nổ được hoàn toàn cần phải có bao thuốc môi. Bao thuốc môi được đặt ở trung tâm khối thuốc cần nổ. Nó bao gồm loại thuốc nổ tốt hơn hoặc có thể dùng ngay loại thuốc dùng nổ phá nhưng phải chọn lựa để có phẩm chất tốt. Khối lượng bao thuốc môi khoảng $10 \div 15\text{kg}$, được xếp vào hòm gỗ và giữa là kíp nổ hoặc các vòng dây nổ. Thông thường người ta còn đặt thêm một số kíp nổ khác để tăng khả năng kích nổ. Nếu khối lượng thuốc cần nổ rất lớn có thể dùng nhiều bao thuốc môi và đặt ở những vị trí khác nhau trong khối thuốc.

Khi xếp thuốc trong buồng thuốc phải chú ý xếp từ trong ra ngoài, từ dưới lên trên đảm bảo thật an toàn và đặt bao thuốc môi sau này được thuận lợi (hình 11-28). Nếu phải dùng nhiều loại thuốc khác nhau thì phải đặt các loại thuốc có chất lượng tốt xung quanh bao thuốc môi. Khi đã nạp được 90% tổng lượng thuốc hãy cho đặt bao thuốc môi và sau đó nạp nốt phần còn lại.

Hình 11-28. Sơ đồ bố trí nạp

thuốc trong buồng thuốc

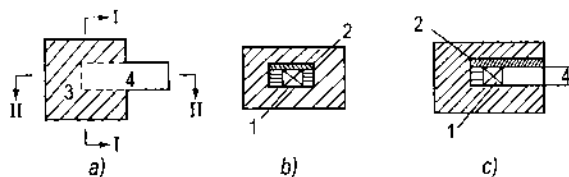
a) Mặt bằng ; b) Mặt cắt I-I ;

c) Mặt cắt II-II

1. Bao thuốc môi ; 2. Gỗ

chống đỡ ; 3. Thuốc nổ ;

4. Lối vào đặt bao thuốc môi



Mạng gây nổ thường dùng là mạng điện, dây nổ, hỗn hợp điện - dây nổ và rất ít khi dùng dây cháy chậm với kíp lửa. Để đảm bảo gây nổ một cách tin cậy thường người ta dùng mạng kép hoặc hỗn hợp.

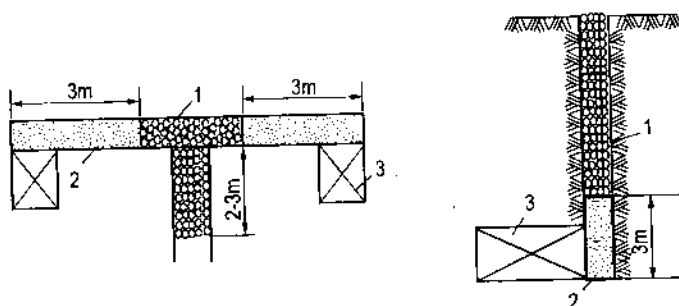
Chiếu sáng trong điều kiện bình thường có thể dùng mạng điện $12 \div 36\text{V}$, cùng lắm mới dùng 110V . Khi đặt bao thuốc môi phải tháo gỡ hết và sau đó dùng đèn pin để chiếu sáng.

Lắp búa là công tác nặng nhọc cuối cùng. Đầu tiên có thể lấy ván gỗ chặn khối thuốc và sau đó dùng đất sét lấp lại. Mỗi lần lấp chừng $0,5\text{m}$ và cho đầm chặt. Chiều dài đoạn lấp đất khoảng 3m . Ngoài 3m đó có thể dùng đất đá trào ra để lấp (hình 11-29).

Đối với hầm chữ "T" có thể lấp búa như hình 11-29a.

Khi lấp búa phải chú ý thật an toàn, nhất là không được làm hư hỏng các đường dây của mạng gây nổ. Thông thường người ta dùng tre nứa ốp ngoài để bảo vệ các đường dây này.

Có trường hợp không cần phải lấp búa, nhưng phải qua tính toán về kinh tế kỹ thuật mà khẳng định.



Hình 11-29. Bố trí lấp búa khi nổ mìn hầm
a) Khi dùng hầm ngang ; b) Khi dùng giếng đứng
1. Đất đá vụn ; 2. Đất sét ; 3. Buồng thuốc.

V. Phương pháp nổ vi sai

Thực chất của phương pháp này là các bao thuốc không gây nổ đồng thời mà lại được gây nổ lần lượt sau một khoảng thời gian nhất định tính bằng ms. Nhờ vậy mà hiệu quả nổ phá tăng lên do bao thuốc nổ trước tạo thêm mặt thoáng cho bao thuốc nổ sau và ngược lại bao thuốc nổ sau làm tăng thêm dao động đàn hồi của bao thuốc nổ trước. Mặt khác còn gây ra sự lệch pha sóng chấn động do nổ tạo ra, làm giảm biên độ, tức là giảm tác hại của chúng.

Nổ mìn vi sai so với nổ mìn đồng thời có nhiều ưu điểm :

- Đất đá được đập vỡ đều hơn, lượng đá quá cỡ giảm đi rất nhiều.
- Có thể dùng lưới lỗ khoan thưa hơn, do đó giảm được số mét dài khoan và tổng lượng thuốc nổ cần dùng.
- Có thể văng tập trung đất đá thành từng luống hoặc từng đồng bằng cách dùng các sơ đồ nổ vi sai có hình thức khác nhau. Do đó làm tăng hiệu quả của máy bốc xúc, giảm công tác dọn dẹp hiện trường.
- Giảm tác dụng của địa chấn. Cũng vì vậy mà cho phép ta dùng vụ nổ có quy mô lớn hơn để tăng nhanh tốc độ thi công.
- Thời gian vi sai Δt giữa các bao thuốc phải đảm bảo sao cho bao thuốc nổ trước tạo thêm được mặt thoáng cho bao thuốc sau : tăng được dao động đàn hồi của đất đá và đảm bảo không làm cản bao thuốc sau.

Theo kinh nghiệm, thời gian vi sai Δt có thể lấy bằng $10 \div 20\text{ms}$ đối với nổ mìn lộ nông, $15 \div 35\text{ms}$ hay tính theo công thức (11-25) đối với lỗ nổ sâu và $25 \div 100\text{ms}$ đối với nổ mìn hầm.

Thiết bị gây nổ vi sai gồm có: kíp điện vi sai, máy nổ mìn vi sai và riêng đối với mạng dây nổ còn có các rẽ rẽ vi sai. Nhờ có chúng mà hiện nay không những ta có thể

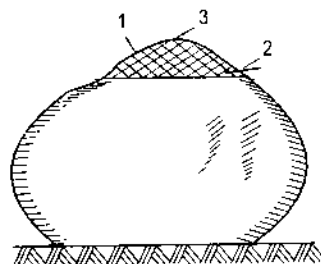
gây nổ vì sai giữa các lỗ mìn, giữa các hàng mìn mà ngay cả giữa các bộ phận khác nhau của bao thuốc khi dùng bao thuốc hình dài nạp phân đoạn.

VI. Phương pháp nổ mìn ốp

Nổ mìn ốp thường dùng bao thuốc tập trung đặt ở ngoài khối đá cần phá vỡ. Chủ yếu được dùng để phá đá mỏ cỏi, đá quá cỡ. Nên chọn chỗ lõm của khối đá để đặt thuốc và khối thuốc không nên làm quá dẹt để hiệu quả nổ được tốt (hình 11-30).

Nổ mìn ốp có thể giảm được công việc khoan lỗ, nhưng lượng hao thuốc đơn vị lại lớn (thường bằng $1 \div 2 \text{ kg/m}^3$).

Khi số lượng nổ mỗi lần ít thường dùng dây cháy chậm và kíp lửa để gây nổ, nếu quá nhiều thì nên dùng mạng điện hoặc dây nổ.



Hình 11-30. Sơ đồ bố trí nổ mìn ốp phá đá mỏ cỏi

1. Thuốc nổ ; 2. Dây cháy chậm ;
3. Lớp đất phủ

VII. Phương pháp nổ mìn tạo viên

Dọc theo biên mái của hố đào người ta khoan các lỗ khoan song song với nhau. Đường kính lỗ khoan thường dùng $60 \div 85\text{mm}$. Khoảng cách giữa hai lỗ khoan liền nhau thường lấy bằng $0,5 \div 0,9\text{m}$. Trong lỗ khoan thuốc nổ được nạp theo hình thức phân đoạn không khí, bao gồm các thoi thuốc thông thường có đường kính $28 \div 32\text{mm}$ nạp cách nhau $10 \div 30\text{cm}$. Sau khi nổ sẽ tạo thành một rãnh hẹp đi qua tất cả các lỗ khoan. Đá ở trong phạm vi rãnh đã bị vụn nát. Sau khi bốc xúc đất đá đã được đập vỡ bằng các phương pháp nổ mìn khác trong phạm vi cần đào, ta sẽ có một hố đào có mái khá phẳng nhẵn theo đúng đường viền thiết kế. Chính vì vậy nên người ta gọi là nổ mìn tạo viên.

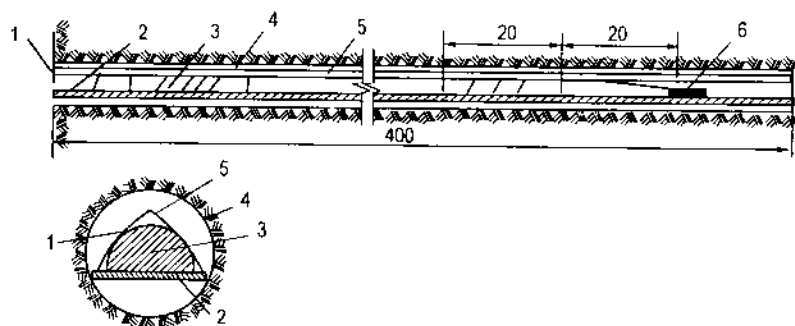
Phương pháp này có ưu điểm:

- Giúp chúng ta khoan lỗ đào đúng phạm vi thiết kế yêu cầu, hố đào có biên mái phẳng nhẵn. Mặt khác đất đá ở biên mái rất ít bị phá hoại, đảm bảo ổn định hơn nhiều. Đó là do rãnh hẹp được tạo ra bằng nổ tạo viên đã phản xạ sóng địa chấn do nổ mìn phá đá khối đá cần đào ở trong biên mái gây ra, làm giảm một phần đáng kể năng lượng của chúng trước khi truyền ra khỏi biên mái. Nói một cách khác, rãnh hẹp này là một màng ngăn sóng địa chấn rất có hiệu quả.

- Khi dùng phương pháp này kết hợp với các phương pháp nổ khác để đào các hố đào, ta không cần chừa lại lớp bảo vệ, tránh được các khó khăn, chậm trễ do sau này phải đào bỏ lớp này bằng nổ mìn lỗ nông hoặc thủ công.

- Cũng vì vậy nên mặc dù kỹ thuật khoan nổ có phức tạp hơn đôi chút nhưng phương pháp nổ tạo viên được dùng khá phổ biến trong việc đào móng, kênh, đường hầm và các công trình ngầm khác.

Hình 11-31 giới thiệu một kiểu cấu tạo của lỗ mìn tạo viền. Khi thiết kế và thi công nổ mìn tạo viền cần tham khảo thêm các tài liệu khoan nổ khác.



Hình 11-31. Sơ đồ cấu tạo lỗ mìn tạo viền dùng khi đào các đường hầm của công trình thủy lợi Atxuan (Ai Cập)

1. Đầu dây ra của kíp điện ; 2. Thanh gỗ ;
3. Thỏi thuốc nổ ; 4. Lỗ khoan ; 5. Dây nổ ; 6. Kíp điện

Chương 12

ỨNG DỤNG NỔ Mìn TRONG XÂY DỰNG THỦY LỢI

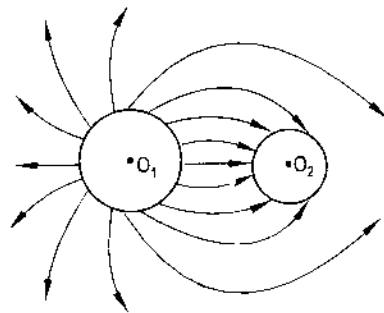
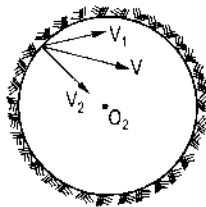
§12.1. CƠ SỞ LÝ LUẬN CỦA NỔ Mìn ĐỊNH HƯỚNG

Giả thiết trong một môi trường nào đó ta đặt một bao thuốc hình cầu có tâm O_1 và có một lỗ rỗng hình cầu tâm O_2 (hình 12-1). Khi nổ phá bao thuốc, các phần tử đất đá ở xung quanh sẽ dịch chuyển ra xa bao thuốc. Phương vận tốc chuyển động của chúng trùng với phương của đường kính. Nếu xét một phần tử ở biên của lỗ rỗng thì ngoài vận tốc hướng đường kính v_1 nó còn chuyển động với vận tốc v_2 hướng vào tâm lỗ rỗng. Chuyển động này là do sóng phản xạ (sóng kéo) từ biên của lỗ rỗng gây ra. Hợp vận tốc của nó là v .

Một cách khái quát ta có thể nói rằng lỗ rỗng thông qua tác dụng của sóng phản xạ cũng gây ra một trường vận tốc. Dem trường vận tốc này tổng hợp vec tơ với trường vận tốc do bao thuốc gây ra ta sẽ thu được sơ đồ quỹ đạo chuyển động của môi trường như hình vẽ 12-2. Giữa bao thuốc nổ và lỗ rỗng hình thành một luồng môi trường rất mạnh, có tính định hướng rõ rệt.



Hình 12-1. Sơ đồ chuyển động của các phần tử đất đá



Hình 12-2. Sơ đồ quỹ đạo chuyển động của các phần tử đất đá dưới tác dụng của lỗ rỗng

Mặt khác, các công trình nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm của A rozimanốp, Viện hàn lâm khoa học quân sự mang tên Quibusép, Viện nghiên cứu nổ Udobêch... đã chứng tỏ rằng các hố đào ở trên mặt đất (hình 12-3) không những có tác dụng trong việc văng định hướng đất đá mà còn làm cho vận tốc văng của chúng lớn lên rất nhiều. Điều này có ý nghĩa là hố đào có khả năng tập trung được nhiều hơn năng lượng nổ về phía mình.

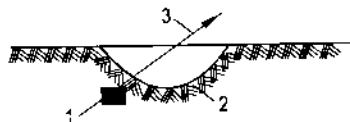
Từ những điều đã nói trên ta có thể rút ra các nhận xét sau đây :

1. Đất đá được văng đi mạnh nhất và tập trung nhất theo phương của đường cản ngắn nhất.

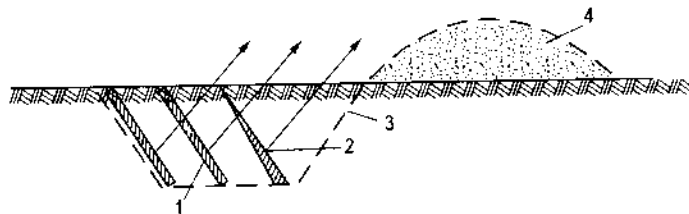
2. Mặt thoát dạng lõm không những có tác dụng tăng cường khả năng đập vỡ đất đá, tập trung nhiều năng lượng nổ hơn để văng đất đá đi xa mà còn hướng cho chúng văng tập trung vào một phạm vi hẹp.

Như vậy trong thực tế việc lợi dụng địa hình khu vực nổ và bố trí các bao thuốc một cách hợp lý để có được mặt thoát dạng lõm là rất quan trọng. Trong điều kiện khó khăn, người ta còn tạo ra mặt thoát cần thiết bằng cách nổ các bao thuốc phụ (còn gọi là bao thuốc dẫn hướng) hoặc bằng các phương pháp đào đất đá thông thường trước khi nổ các bao thuốc chính.

Ngoài ra việc dùng các bao thuốc phẳng (hình 12-4) hoặc dùng bao thuốc nổ sau một thời gian nhất định để hất khối đất đá đã được tung lên bởi bao thuốc nổ trước theo hướng đã định cũng là những biện pháp quan trọng khi nổ mìn định hướng.



Hình 12-3. Hướng văng của đất đá khi hố đào trên mặt đất
1. Bao thuốc nổ; 2. Hố đào;
3. Hướng văng chủ yếu của đất đá.



Hình 12-4. Dùng bao thuốc phẳng để nổ văng định hướng
1. Bao thuốc phẳng; 2. Bao thuốc dạng nệm;
3. Đường viền hố đào; 4. Đất đá văng.

§12.2. NỔ MÌN ĐỊNH HƯỚNG ĐỂ ĐÁP ĐẬP

Đáp đập bằng nổ mìn định hướng làm cho công tác dẫn dòng thi công trở nên đơn giản rất nhiều, máy móc thiết bị thi công cần rất ít và có thể tiến hành trong điều kiện hiện trường co hẹp, giao thông khó khăn. Mặt khác nó lại không chịu ảnh hưởng của thời tiết và thời gian thi công rất ngắn. Do đó cho phép thực hiện phương hướng đáp đập bằng vật liệu tại chỗ với giá thành hạ.

I. Chọn vị trí xây dựng đập nổ mìn định hướng

Ngoài những yêu cầu về thiết kế thủy công nói chung, khi đập đập bằng nổ mìn định hướng vị trí xây dựng đập còn phải chú ý các yêu cầu sau :

1. Sông có lòng hẹp, bờ dốc, tốt nhất là lòng sông có dạng chữ V hoặc chữ U.
2. Nếu nổ mìn 2 bờ thì độ cao của bờ ít nhất phải lớn hơn 1,5 lần chiều cao thiết kế của đập. Nếu nổ mìn 1 bờ thì tỷ số đó phải lớn hơn 2.

3. Nếu bờ sông là đá thì nên chọn chỗ 2 bờ có đá lộ thiên, tầng phủ mỏng, đồng nhất và đảm bảo đủ cường độ. Nếu là đất thì nên chọn vị trí mà tính chất đất 2 bờ giống nhau.

4. Lòng sông không có tầng phủ hoặc tầng phủ mỏng. Đập càng cao, sông càng lớn nên chọn vùng đá có kết cấu hoàn chỉnh, chặt chẽ, ít phong hoá, nứt nẻ để có thể xử lý nền một cách dễ dàng bằng các phương pháp thông thường như đối với các đập đắp bằng phương pháp khác.

II. Bố trí các bao thuốc

Bố trí bao thuốc là một vấn đề chủ yếu trong thiết kế nổ mìn định hướng do vậy phải đảm bảo các nguyên tắc sau :

- Vị trí các bao thuốc phải đảm bảo đủ khối lượng đất đắp với hiệu suất văng tập trung cao. Hiệu suất văng tập trung E là tỷ số giữa khối lượng văng vào phạm vi đập thiết kế và khối lượng nổ phá ra.

- Không ảnh hưởng xấu đến các công trình lân cận.

- Thuận lợi cho việc thi công, đặc biệt là khâu đào hầm ngang, giếng đứng và buồng thuốc. Nên cố gắng bố trí các bao thuốc có cao trình như nhau và một hầm ngang dẫn tới được nhiều buồng thuốc để đào hầm ngang được thuận lợi và giảm khối lượng đào đất.

Sau đây là các vấn đề cụ thể :

1. Nổ ở một bờ sông hay cả 2 bờ

Nếu điều kiện địa hình, địa chất... cho phép thì nên nổ ở cả 2 bờ. Như vậy bố trí nổ dễ hơn, giảm cự ly văng, hiệu quả văng tập trung lớn.

2. Số hàng mìn

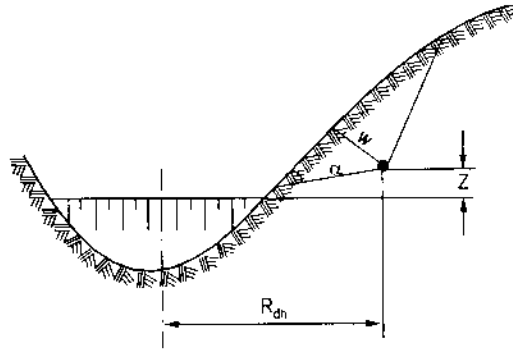
Số hàng mìn tùy theo điều kiện địa hình và lượng đá cần thiết cần đắp đập mà quyết định. Khi địa hình có lợi, khối lượng cần ít có thể bố trí một hàng bố trí đối xứng qua tuyến đập. Nếu bố trí 2 hàng trước phải tạo được mặt thoáng để định hướng tốt cho hàng sau. Với đập lớn, có thể bố trí nhiều hàng, nhưng thi công sẽ khó khăn mà hiệu quả văng tập trung sẽ kém hơn. Thường chỉ dùng $2 \div 3$ hàng.

3. Số lỗ mìn một hàng

Để cho đất đá văng tập trung và thi công được thuận tiện, số lỗ mìn trong một hàng không nên quá nhiều. Ngược lại nếu quá ít sẽ làm cho khối lượng bao thuốc quá lớn, khi nổ phá sẽ ảnh hưởng lớn đến nền móng và công trình xung quanh. Nói chung mỗi hàng nên bố trí $2 \div 3$ lỗ.

4. Để cho đất đá văng tập trung cao tại tâm định hướng, theo kinh nghiệm các lỗ mìn trong cùng một hàng nên bố trí trên một cung tròn bán kính R_{th} và tâm là tâm định hướng (hình 12-5).

Hình 12-5. Sơ đồ xác định bán kính định hướng R_{dh}



Có thể tính R_{dh} theo công thức sau đây :

$$R_{dh} = C \left(5nW + \frac{W}{\sin \alpha} + \frac{Z}{\operatorname{tg} \alpha} \right) \quad (12-1)$$

Trong đó :

C - hệ số phụ thuộc vào điều kiện địa hình và hình dạng của đập. Nói chung

$$C = \frac{1}{2} \div \frac{1}{3}$$

n - chỉ số tác dụng nổ phá ;

W - đường cản ngắn nhất (m);

Z - chênh lệch cao độ giữa tâm bao thuốc và đỉnh đập (m) ;

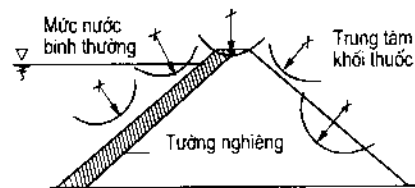
α - góc hợp bởi mép dưới của phễu nổ và mái dốc của bờ ($^{\circ}$)

Trong thực tế thường chọn tâm định hướng là nơi sâu nhất trên trục đập.

5. Nếu bố trí nhiều hàng thì tỷ số giữa đường cản ngắn nhất của hàng nổ trước và hàng nổ sau W_1/W_2 nên lấy bằng $0,6 \div 0,8$. Tâm bao thuốc của hàng nổ sau cũng nên cao hơn hàng nổ trước một chút. Chênh lệch độ cao này có thể lấy bằng $(1/3 \div 1/2)n_2W_2$, với n_2 và W_2 là chỉ số tác dụng nổ phá và đường cản ngắn nhất của hàng sau.

6. Vị trí các bao thuốc

Khi xác định vị trí cụ thể của từng bao thuốc cần xét tới phạm vi phá hoại và nứt nẻ do chúng gây ra đối với nền và vai đập. Nếu điều kiện địa hình cho phép, thân núi dày, sườn cao và dốc, đảm bảo đủ khối lượng đá đắp đập thì bao thuốc nên bố trí cao hơn mực nước dâng bình thường một khoảng ít nhất bằng bán kính phá hoại R . Ngược lại nếu không thoả mãn khối lượng đắp đập thì có thể hạ thấp vị trí của các bao thuốc, miễn là không ảnh hưởng xấu đến tính chống thấm của vai và nền đập. Trường hợp đập có tường nghiêng để chống thấm (hình 12-6), phạm vi



Hình 12-6. Vị trí các bao thuốc trong trường hợp đập có tường nghiêng

nút nẻ do bao thuốc nổ gây ra phải ở ngoài mái thượng lưu đập, còn phía hạ lưu nếu cần thiết có thể ở trong mái đập.

Trong bất cứ trường hợp nào cũng cần đặc biệt lưu ý tránh hiện tượng thấm vòng quanh bờ do các bao thuốc tạo ra vùng nứt nẻ liên tục từ thượng đến hạ lưu và nằm sâu trong thân núi.

7. Nổ mìn một đợt hay nhiều đợt

Nổ mìn một đợt hoặc phân ra nhiều đợt để nổ thì hiệu quả nổ phá cơ bản không khác nhau lắm. Nổ một đợt có lợi cho thi công, mặt khác việc bảo vệ hiện trường, di chuyển máy móc, thiết bị và người v.v... cũng thuận tiện. Nếu kinh nghiệm còn ít, khả năng cung cấp thiết bị vật tư khó khăn, điều kiện địa hình, địa chất hạn chế thì có thể nổ làm nhiều đợt để qua đợt đầu rút kinh nghiệm cho các đợt sau.

III. Xác định các thông số nổ phá

Để bố trí các bao thuốc được hợp lý và nổ phá đạt hiệu quả cao, cần phải xác định các thông số chủ yếu sau đây :

1. Lượng bao thuốc đơn vị (K)

K là một thông số có ý nghĩa kinh tế - kỹ thuật lớn. Có thể xác định nó bằng các cách sau đây :

a) Căn cứ vào loại đất đá và sự phân cấp của nó để tra bảng (ví dụ bảng 11-1) hoặc tham khảo tài liệu ở những nơi có điều kiện địa chất tương tự.

b) Tính K theo công thức :

$$K = 0,4 + \left(\frac{\gamma}{2100} \right)^2 \quad (12-2)$$

Trong đó : K - tính bằng kg/m^3 ;

γ - khối lượng riêng của đất đá (kg/m^3).

c) Tiến hành thực nghiệm nổ văng tiêu chuẩn tại hiện trường để xác định K. Khi xác định cần lưu ý việc nổ thực nghiệm thường chỉ ở tầng đất đá nằm trên (bị nứt nẻ, phong hoá), nên kết quả có thể bị sai lệch.

Thông thường người ta kết hợp cả 3 phương pháp và khi có điều kiện còn căn cứ vào kết quả nổ thực tế để điều chỉnh cho phù hợp.

2. Xác định chỉ số tác dụng nổ phá (n)

Chỉ số n có liên quan tới khoảng cách đá văng đi, lượng hao thuốc đơn vị và hiệu suất văng. Nếu n quá nhỏ, đá văng không đạt cự ly yêu cầu, ngược lại nếu n quá lớn thì lượng hao thuốc đơn vị lớn mà hiệu suất tăng giảm.

Khi sườn núi càng thoải thì dùng n lớn, ngược lại sườn núi càng dốc thì dùng n nhỏ. Theo kinh nghiệm, để đảm bảo hiệu suất văng đạt 60%, trị số của n phải phù hợp với góc của sườn núi như bảng 12-1 đã giới thiệu.

Bảng 12-1. Quan hệ giữa n và góc dốc sườn núi

Góc dốc sườn núi	20° ÷ 30 °	30° ÷ 45°	45° ÷ 70°	70°
n	1,5 ÷ 1,75	1,25 ÷ 1,5	1,0 ÷ 1,25	0,75 ÷ 1,0

Để đảm bảo hiệu quả văng cao trị số n không nên quá nhỏ nhưng cũng không nên lớn hơn 3. Người ta thường tính n từ quan hệ giữa hiệu suất văng đi E_l và n, được biểu thị bằng công thức kinh nghiệm :

$$E_l = 0,55 (n - 0,5) \times 100\% \tag{12-3}$$

Hoặc: $E_l = 0,22 (n + 0,85) \times 100\% \tag{12-4}$

Tương ứng với E_l = 55%, giá trị n vào khoảng 1,5 ÷ 1,9.

Khi nổ nhiều hàng, theo kinh nghiệm, trị số n của hàng cơ bản (nổ sau) phải lớn hơn hàng nổ trước từ 0,2 đến 0,25.

3. Xác định đường cản ngắn nhất (W)

Trị số của W chủ yếu phụ thuộc vào khối lượng cần để đập đập, cự ly văng cần thiết và điều kiện khống chế chất lượng công trình.

Trong phạm vi nào đó, nói chung khi khối lượng đập đập lớn, cự ly văng cần thiết càng xa thì W càng phải lớn. Quan hệ đó biểu diễn bằng công thức :

$$L = 5nW \tag{12-5}$$

Hoặc: $L = 2,4n^2W(1 + \sin 2\theta) \tag{12-6}$

Trong đó :

- L - cự ly văng xa (m);
- n - chỉ số tác dụng nổ phá ;
- W - đường cản ngắn nhất (m) ;
- θ- góc giữa đường cản ngắn nhất và phương nằm ngang (°).

Giữa W và độ sâu chôn bao thuốc H (khoảng cách từ tâm bao thuốc đến mặt đất theo phương thẳng đứng) cũng cần có một quan hệ nhất định. Nếu W/H quá nhỏ thì lượng đất đá văng đi sẽ giảm do phần đất đá ở phía trên bị đập vỡ và văng đi yếu hơn. Ngược lại W/H quá lớn đá văng đi lại phân tán và hao phí nhiều thuốc nổ hơn. Theo kinh nghiệm tỷ số W/H = 0,6 ÷ 0,8 là phù hợp.

Cũng lưu ý rằng W tăng thì khối lượng bao thuốc sẽ tăng. Như vậy phạm vi nứt nẻ do nổ phá gây ra sẽ tăng và việc bố trí các bao thuốc sẽ khó khăn hơn.

4. Khoảng cách giữa hai lỗ mìn trong cùng một hàng a

Theo kinh nghiệm có thể chọn a như sau :

$$0,5W(n+1) \leq a \leq nW \quad (12-7)$$

$$\text{hoặc} \quad a = (1,25 \sim 1,4)W \quad (12-8)$$

5. Khoảng cách giữa 2 hàng (hoặc 2 tầng) bao thuốc liên nhau b có thể tính theo điều kiện

$$nW \leq b \leq W \sqrt{1+n^2} \quad (12-9)$$

6. Xác định khối lượng bao thuốc (Q)

Trong trường hợp nổ phá ở mặt bằng có thể tính Q theo các công thức 11-7 và 11-8. Khi nổ trên sườn dốc, đất đá dễ bị phá vỡ và văng đi hơn. Vì vậy ta có thể giảm khối lượng bao thuốc xuống và lúc này Q được tính theo công thức :

$$Q = (0,4 + 0,6 n^3)KW^3 \sqrt{\cos \theta} \quad (12-10)$$

$$\text{Hoặc} \quad Q = (0,4 + 0,6 n^3)KW^3 \sqrt{\frac{W}{25} \cos \theta} \quad (12-11)$$

Trong đó : - θ góc dốc của sườn núi ($^\circ$).

Công thức 13-10 dùng khi $W \leq 25m$, còn công thức 13-11 dùng khi $W > 25m$.

7. Xác định chênh lệch thời gian nổ Δt giữa hai hàng liên nhau

Việc xác định Δt chưa thật hoàn chỉnh về mặt lý luận và có nhiều dạng công thức khác nhau. Theo Г.И.Покроькци và И.С.Фелорон, sơ bộ có thể lấy bằng hoặc lớn hơn không nhiều so với trị số được tính theo công thức sau đây :

$$\Delta t = (1,5 \div 2)0,855 \frac{\sqrt[6]{\rho_d}}{\sqrt{\rho_{tn}}} \sqrt[3]{\frac{Q}{H}} \quad (12-12)$$

Trong đó :

Δt tính bằng s :

ρ_d - khối lượng riêng của đất đá (kg/m^3) ;

ρ_{tn} - khối lượng riêng của thuốc nổ được dùng (kg/m^3);

Q - khối lượng bao thuốc nổ trước (kg) ;

H - độ sâu đặt bao thuốc nổ trước (m).

Trong thực tế người ta thường căn cứ vào phương tiện gây nổ vì sai hiện có và thường lấy Δt trong khoảng $0,025 \div 4$ (s).

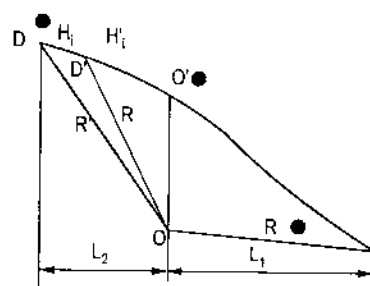
IV. Xác định phạm vi nổ phá

Phạm vi nổ phá của một bao thuốc được giới hạn chủ yếu bằng phạm vi phểu nổ của nó.

Trong trường hợp nhiều bao thuốc thì phễu nổ tổng hợp của chúng là hình bao của tất cả các phễu nổ cá biệt của từng bao thuốc. Phạm vi phá hoại của chúng cũng chính là phạm vi của phễu nổ tổng hợp này.

1. Phễu nổ của một bao thuốc

Nổ mìn định hướng đập đập thường nổ trên sườn dốc. Độ dốc sườn núi càng lớn thì phễu nổ hình thành sẽ càng lớn. Sơ đồ mặt cắt lớn nhất của phễu nổ như hình 12-7. Kinh nghiệm cho thấy rằng khi ổn định hướng trên sườn dốc, bán kính phá hoại R cũng giống như khi nổ ở mặt bằng:



Hình 12-7. Sơ đồ mặt cắt lớn nhất của phễu nổ của 1 bao thuốc, tập trung

$$R = W \sqrt{1 + n^2} \quad (12-13)$$

Bán kính phá hoại trên R' phụ thuộc vào điều kiện địa hình và địa chất. Nó được tính theo công thức :

$$R' = W \sqrt{1 + \beta n^2} \quad (12-14)$$

Trong đó : β - hệ số phụ thuộc vào điều kiện địa hình, địa chất và có thể chọn theo bảng 12-2.

Các điểm phụ thuộc chủ yếu vào miệng phễu nổ nhưng có cao trình thấp hơn điểm E (giao điểm của đường cản ngắn nhất W và mặt thoáng) đều ứng với bán kính phá hoại R (còn gọi là bán kính phá hoại dưới). Các điểm nằm cao hơn điểm E ứng với bán kính phá hoại thay đổi từ R đến R'.

Bảng 12-2. Trị số của β

Độ dốc của sườn	β	
	Đất, đá mềm, đá cứng vừa	Đá cứng, đá liền khối, chỉnh thể
20° ÷ 30°	2 ÷ 3	1,5 ÷ 2
30° ÷ 50°	4 ÷ 6	2 ÷ 3
50° ÷ 60°	6 ÷ 7	3 ÷ 4

Bán kính vùng nát vụn (hoặc co ép) tính theo công thức sau :

$$R_c = 0,62 \sqrt[3]{\frac{\mu Q}{\Delta'}} \quad (12-15)$$

Trong đó :

R_c - bán kính vùng nát vụn hoặc nén ép (m) ;

μ - hệ số nén ép, bằng tỷ số giữa thể tích vùng nén ép (hoặc nát vụn) và thể tích bao thuốc. Đối với đá rắn $\mu = 10$, đá cứng vừa $\mu = 150$, đất sét $\mu = 250$.

Q - khối lượng bao thuốc (tấn);

Δ' - mật độ nạp thuốc trong bao thuốc nổ ($\text{tấn}/\text{m}^3$).

Để vẽ phễu nổ trên bình đồ mà chủ yếu là vẽ hình chiếu bằng của đường viền mép phễu nổ, ta có thể tiến hành theo các bước sau đây :

a) Vẽ mặt cắt lớn nhất của phễu nổ. Nhờ đó ta xác định được điểm cao nhất B và điểm thấp nhất A của đường viền phễu. Cũng từ đây ta xác định được điểm E.

b) Theo phương bất kỳ ta dựng một mặt phẳng cắt i-i có chứa đường thẳng đứng OO' đi qua trung tâm O của bao thuốc (hình 12-8a) và từ đó vẽ được mặt cắt địa hình tương ứng (hình 12-8b).

c) Trên mặt cắt địa hình lấy O làm tâm vẽ cung tròn bán kính R. Cung này cắt đường mặt đất tại C và D'. Từ cao trình H'_1 của điểm D' ta có thể tính được bán kính phễu ở hướng i-i bất kỳ R'' theo công thức :

$$R'' = R + R - R' \frac{H'_1 - H_E}{H_B - H_E} \quad (12-16)$$

Trong đó :

R, R' - bán kính phá hoại dưới và trên (m) ;

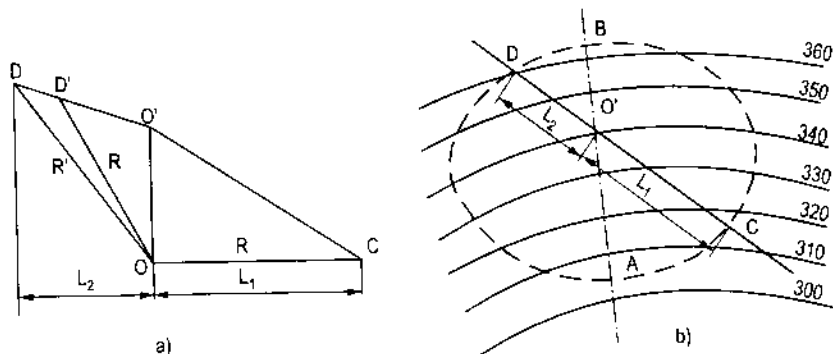
H_E, H'_1, H_B lần lượt là cao độ của các điểm E, D', B.

Lấy O làm tâm, quay một cung bán kính R'' ta xác định được điểm D.

d) Trên hình 13-8a từ O' lấy sang phải một đoạn L_1 và lấy sang trái một đoạn bằng L_2 ta xác định được C và D. Đây là 2 điểm trên hình chiếu bằng của đường viền phễu nổ.

e) Tiếp tục vẽ các mặt phẳng cắt theo các phương khác và bằng cách tương tự như trên ta sẽ xác định được các điểm khác thuộc hình chiếu bằng của đường viền phễu.

Cuối cùng vẽ vòng nén ép ta sẽ có được mặt bằng phễu nổ.



Hình 12-8. Sơ đồ vẽ phễu nổ trên bình đồ

a) Mặt bằng phễu nổ ; b) Mặt cắt phễu theo phương i-i

2. Trong trường hợp nổ nhiều bao thuốc, ta cũng tiến hành vẽ riêng biệt phễu của từng bao thuốc một. Hình bao của tất cả các phễu nổ đó chính là phễu nổ tổng hợp cần tìm.

Phương pháp vẽ phễu nổ đã trình bày ở trên cần phải vẽ một số mặt cắt địa hình. Thực tế cũng có thể dùng phương pháp đồ giải đã được giới thiệu trong cuốn "Thiết kế và thi công nổ mìn lớn", của Nhà xuất bản Đường Sắt Nhân dân, Bắc Kinh, 1965.

Thể tích phễu nổ tổng hợp V_1 (tức là thể tích khối đất đá được nổ phá) theo kinh nghiệm cần phải thoả mãn điều kiện sau để có thể đảm bảo đáp đủ khối lượng cần thiết của đập :

$$V_1 = \frac{(1,5 \div 2)V_2}{K_p} \quad (12-17)$$

Trong đó :

V_2 - khối lượng đập đập cần thiết ;

K_p - hệ số tơi xốp của đất đá sau khi nổ. Sơ bộ có thể lấy $K_p = 1,3 \div 1,4$.

Theo kết quả thực tế, thể tích đất đá được văng vào phạm vi đập đập thay đổi từ 30 đến 90% tổng thể tích đất đá nổ phá ra, thông thường chỉ là 50 ÷ 60%. Điều đó chứng tỏ hiệu quả văng tập trung phụ thuộc rất nhiều vào điều kiện địa hình và kỹ thuật bố trí nổ phá.

V. Xác định đồng đá được đập bằng nổ định hướng

Đồng đá đập bằng nổ mìn định hướng cần được xác định khối lượng, hình dạng và kích thước, qua đó ta mới có thể dự tính được hiệu quả kinh tế - kỹ thuật và các biện pháp thi công bổ sung khác để tiếp tục hoàn thành cho đến kích thước yêu cầu của thiết kế thủy công. Sau đây sẽ trình bày 2 phương pháp xác định hình dạng, kích thước của đồng đá.

1. Phương pháp giải tích

a) Các công thức cơ bản

Giả sử bố trí nổ một bao thuốc trên sườn núi như hình vẽ 12-9. Khi nổ bao thuốc, vận tốc ban đầu của đất đá v được tính theo công thức :

$$v = \frac{A}{R^3} \quad (12-18)$$

Trong đó :

v - tính bằng (m/s) ;

A - hằng số đặc trưng cho từng bao thuốc;

R - khoảng cách từ tâm bao thuốc tới mặt đất (m).

Để xác định hằng số A, ta lập phương trình cân bằng giữa năng lượng nổ truyền cho môi trường và động năng của các khối đất đá khi chuyển động.

$$\varphi QU_1 = \frac{1}{2} \int v^2 dm \quad (12-19)$$

Trong đó :

φ - hệ số sử dụng năng lượng nổ, thường lấy bằng 0,03 ÷ 0,07 ;

Q - khối lượng bao thuốc (kg) ;

U_1 - năng lượng của 1 kg thuốc nổ được dùng (kGm/kg) ;

dm - khối lượng của một vi phân đất đá được nổ phá (kGs²/m).

Từ công thức 12-18 và 12-19 ta rút ra :

$$A = \sqrt{\frac{2\varphi QU_1}{\int \frac{dm}{R^6}}} \quad (12-20)$$

Sau khi đã có vận tốc văng ban đầu của các phân tử đất đá thuộc phểu nổ, ta có thể tính khoảng cách văng xa của chúng bằng các công thức tính đường đạn bay thông thường. Nếu lấy cao trình bố trí bao thuốc làm chuẩn ta phân khoảng cách văng L như sau :

$$L = L_1 + L_2$$

$$L_1 = \frac{2v^2}{g} \sin \theta \cos \theta \quad (12-21)$$

$$L_2 = v \cos \theta \frac{\sqrt{(v \sin \theta)^2 + 2gS} - v \sin \theta}{g} \quad (12-22)$$

Trong đó :

v - vận tốc văng ban đầu (m/s) ;

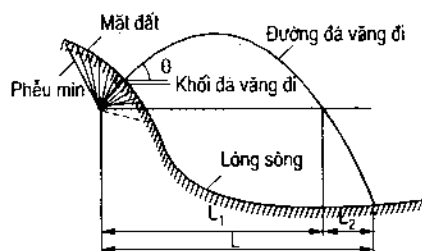
g - gia tốc trọng trường (m/s²) ;

θ - góc văng (°). Nó là góc giữa hướng văng ban đầu và phương nằm ngang;

S - chênh lệch cao độ giữa điểm đất đá bắt đầu văng và điểm rời (m) .

b) Các bước tiến hành

- Trước tiên chia mặt đất thuộc phạm vi đường viên phểu thành nhiều ô vuông nhỏ. Nối các cạnh của chúng với tâm bao thuốc (hình 12-9). Tìm trị số của dm và R ứng với từng khối chóp nhỏ. Trong trường hợp này khối chóp nhỏ được coi là một vi phân đất đá.



Hình 12-9. Sơ đồ tính toán khoảng cách văng đi của đất đá

- Từ các trị số d_m và R tìm được hằng số A và vận tốc văng ban đầu của các vi phân đó.

- Tính khoảng cách văng đi của chúng và vẽ đường lũy tích đá văng theo khoảng cách (trục tung biểu thị lượng đá, trục hoành biểu thị khoảng cách văng).

- Bằng cách tương tự như trên ta vẽ được đường lũy tích đá văng cho các bao thuốc khác. Từ đó chúng ta lại vẽ được đường lũy tích đá văng tổng hợp của tất cả các bao thuốc.

- Tính chiều cao đồng đá văng tại các vị trí khác nhau H_n theo công thức :

$$H_n = \sqrt{\frac{K_p \sum \Delta_v}{m}} \quad (12-23)$$

Trong đó :

K_p - hệ số tơi xộp của đất đá ở trong đồng ;

$\sum \Delta_v$ - khối lượng đá văng trên 1m dài. Trị số của $\sum \Delta_v$ tìm được từ đường lũy tích tổng hợp

m - mái dốc của đồng đá văng. Thường $m = 1,25 \div 5$.

Trong trường hợp này, người ta coi một cách gần đúng là đồng đá có mặt cắt ngang hình tam giác cân.

- Từ các trị số H_n tính được ta vẽ được mặt dọc đồng đá được đắp bằng nổ mìn tại tuyến nổ và cuối cùng vẽ được phạm vi đồng đá trên bình đồ.

Phương pháp xác định kích thước và hình dạng đồng đá văng bằng giải tích đã trình bày ở trên chỉ gần đúng. Khi tiến hành, để đơn giản hoá, người ta đã nêu ra nhiều giả thiết và bỏ qua sức cản của không khí đối với hòn đá văng. Thực tế đây là một bài toán rất phức tạp mà nhiều vấn đề trong đó đang được nghiên cứu tiếp tục như tính vận tốc văng ban đầu của hòn đất đá, tính cự ly văng khi có xét đến sức cản không khí và nhất là sự tác dụng tương hỗ giữa các bao thuốc khi nổ đồng thời hay cách quãng.

Khối lượng tính toán của phương pháp giải tích khá nhiều và phức tạp. Trong thực tế nổ phá người ta còn dùng phương pháp đồ giải mà sự ra đời của nó là kinh nghiệm của rất nhiều vụ nổ thực tế.

2. Phương pháp đồ giải

Trước hết ta cũng xét trường hợp nổ một bao thuốc tập trung. Theo phương đường cản ngắn nhất cắt một mặt cắt đi qua tâm bao thuốc. Người ta coi diện văng là bằng phẳng và đồng đá văng có dạng hình tam giác (hình 12-10a). Trên cơ sở đó ta có thể tính được diện tích mặt cắt dọc của đồng đá theo công thức :

$$S_d = kS_0 \quad (12-24)$$

Trong đó :

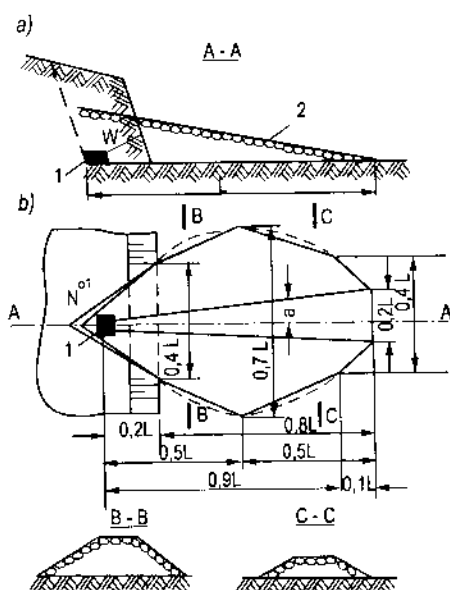
S_d - diện tích mặt cắt dọc của đồng đá (m^2) ;

S_0 - diện tích mặt cắt khối đá bị phá hoại bởi bao thuốc (m^2) ;

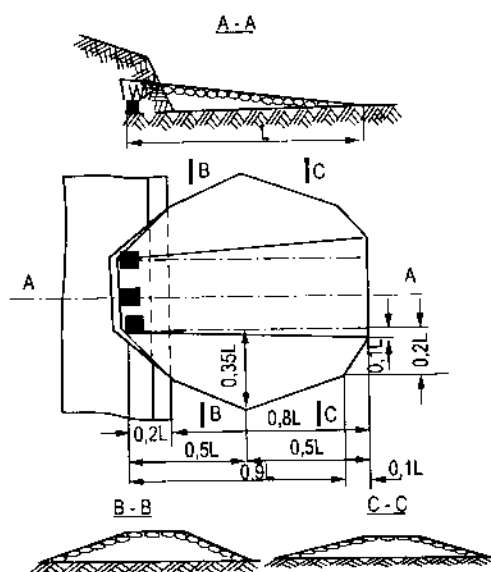
k - hệ số phụ thuộc vào điều kiện nổ phá. Có thể lấy k theo bảng 12-3.

Bảng 12-3. Giá trị của hệ số k

Loại đất đá	Giá trị của k		
	Bao thuốc trung tâm	Bao thuốc ở bên	Bao thuốc đơn lẻ
Đá	1,25	1,1	0,9
Nửa đá, đất	1,15	1,0	0,85



Hình 12-10. Sơ đồ xác định đồng đá văng khi nổ 1 bao thuốc bằng đồ giải
1. Bao thuốc ; 2. Đồng đá văng ;
a) Mặt cắt a-a ; b) Mặt bằng đồng đá văng.



Hình 12-11. Sơ đồ xác định đồng đá văng khi nổ 3 bao thuốc có đường căn ngăn nhất song song với nhau

- Chiều dài đồng đá L tính theo công thức :

$$L = 4nW \quad (12-25)$$

Trong đó : L, W - tính theo m.

n - chỉ số tác dụng nổ phá.

- Độ cao lớn nhất của đồng đá h được tính theo công thức

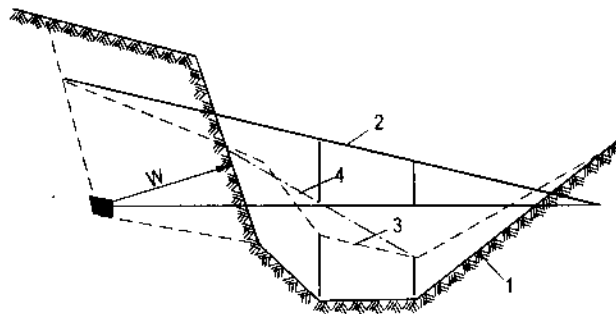
$$h = \frac{2S_d}{L} \quad (12-26)$$

Kích thước đường viền đồng đá trên mặt bằng như hình 12-10b.

Khi nổ nhiều bao thuốc, các đường cản ngắn nhất của chúng gần song song với nhau (hình 12-11) ta tiến hành dựng sơ bộ hình dạng đồng đá trên mặt cắt qua tâm bao thuốc và theo hướng đường cản ngắn nhất. Chiều dài và độ cao của đồng phụ thuộc vào diện tích vùng đất đá bị phá hoại và vị trí của mặt cắt. Sau đó đưa các số liệu có được lên bình đồ và vẽ được đường viền đồng đá. Đường viền đồng đá vắng khi nổ 3 bao thuốc được mô tả ở hình 12-11.

Khi nổ nhiều bao thuốc và phương đường cản ngắn nhất của chúng lại không song song với nhau thì trước hết xác định đồng đá vắng riêng biệt của từng bao thuốc một theo cách đã trình bày ở hình 12-10. Sau đó tổng hợp các đồng đá riêng biệt ta xác định được đồng đá vắng do nhiều quả mìn tạo ra.

Cuối cùng phải thể hiện đồng đá vắng đã xác định được trên diện vắng bằng phẳng lên mặt cắt và mặt bằng thực tế tại tuyến đập (hình 12-12). Nếu có những chỗ dốc mà góc dốc vượt quá góc dốc tự nhiên của đất đá ở trạng thái toi thì cần tiến hành điều chỉnh cho phù hợp. Trị số của góc dốc tự nhiên đó có thể lấy bằng 40° đối với đất á sét khô, 35° đối với đất á sét ẩm, $40^\circ - 45^\circ$ đối với đá.



Hình 12-12. Vẽ mặt cắt đồng đá vắng trên mặt cắt thực tế của sông
1. Lòng sông; 2. Hình dạng đồng đá vắng trên diện bằng phẳng; 3. Đồng đá vẽ gần đúng; 4. Đồng đá sau khi đã hiệu chỉnh.

Phần đất thừa ra do điều chỉnh được bù cho chỗ lân cận có mái thoải hơn trên nguyên tắc là diện tích mặt cắt dọc và khối lượng đồng đá là không đổi.

Kinh nghiệm cho thấy rằng các kết quả vẽ bằng phương pháp đồ giải ở trên không khác nhiều so với thực tế và ngoài ra cũng có thể áp dụng các phương pháp đồ giải khác.

VI. Công tác hoàn thiện sau khi nổ

Việc tính toán độ chặt của đồng đá vắng là một bài toán phức tạp. Sơ bộ có thể tính gần đúng hệ số toi xếp K_p của nó theo công thức sau :

$$K_p = 1 + \epsilon_m - \sqrt{\frac{2\gamma_d H_r}{\sigma_p}} \quad (12-27)$$

Trong đó :

ϵ_m - độ rỗng lớn nhất của đồng đá vắng, có thể lấy $\epsilon_m = 0,5$;

γ_d - trọng lượng riêng của đất đá (kG/m^3);

H_r - chuyển dịch của trọng tâm khối đất đá được văng xuống phía dưới tính theo phương thẳng đứng (m) ;

σ_p - cường độ ép vỡ cực hạn của đất đá (kG/m^2).

Kinh nghiệm thực tế cho thấy rằng các lớp dưới của đồng đá văng có độ chặt rất lớn do đất đá rơi từ trên cao xuống, còn lớp trên cùng thường tơi rời. Do đó phải tiến hành các công tác hoàn thiện sau đây :

1. Xử lý phểu nổ tạo ra ở đầu đập, đảm bảo cho thành vách ổn định, đáy bằng phẳng, thoát nước dễ dàng.
2. Sửa sang lại cho đạt cao trình và mặt cắt thiết kế.
3. Làm các bộ phận chống thấm và thoát nước.
4. Dọn dẹp đá văng và giải quyết các hậu quả khác do nổ phá gây ra.

Ngoài biện pháp nổ định hướng các bao thuốc tập trung đã trình bày ở trên, hiện nay người ta đang nghiên cứu và áp dụng nổ định hướng các bao thuốc dài nạp trong các lưới khoan, bao thuốc dạng mặt phẳng, bao thuốc dài có đường kính lớn, đặt nằm ngang (kể cả trường hợp dùng phối hợp với nổ mìn tạo viên) để xây dựng đập hoặc đê quay. Điều đó cho phép kỹ thuật nổ định hướng để xây dựng đập càng ngày càng hoàn thiện và có hiệu quả cao hơn.

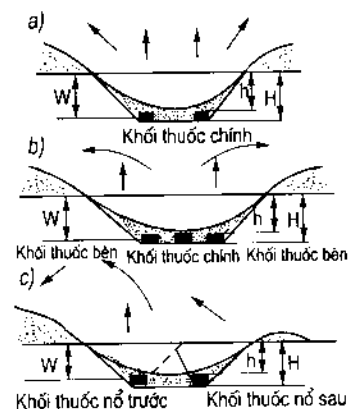
§12.3. NỔ MÌN ĐỂ ĐÀO KÊNH

I. Trường hợp bao thuốc tập trung

Trong trường hợp này có thể hướng cho đất đá văng về hai phía hoặc một phía.

Khi văng hai phía và kênh không rộng thì có thể bố trí một hàng hoặc hai hàng mìn nổ đồng thời (hình 12-13a). Nếu kênh tương đối rộng thì có thể bố trí ba hàng mìn (hình 12-13b) hoặc nhiều hơn. Hai hàng bên đều là hàng dẫn hướng và được nổ trước để tạo ra mặt thoáng mới. Mặt thoáng mới này có tác dụng văng tập trung đất đá sang hai bên. Khi đất đá do hàng mìn dẫn hướng tung lên vừa dừng lại thì cho nổ hàng mìn cơ bản ở giữa. Do đó đại bộ phận đất đá được cuốn bay lên hai bờ kênh.

Trường hợp kênh tương đối hẹp và do yêu cầu cần thiết có thể bố trí văng về một



Hình 12-13. Nổ văng định hướng các bao thuốc tập trung để đào kênh
a) Nổ đồng thời cho văng sang hai bên;
b) Hai hàng bên nổ trước, hàng giữa nổ sau để văng sang hai bên; c) Nổ văng về một phía; h) Độ sâu nhìn thấy sau khi nổ.
H- độ sâu thiết kế của kênh.

phía. Lúc đó cần bố trí ít nhất hai hàng mìn (hình 12-13c). Hàng mìn phụ nổ trước tạo ra mặt thoáng hướng đất đá văng theo hướng đã định.

Mái dốc của kênh tạo ra sau khi nổ thường từ $1:1,5 \div 1:2,5$. Khi đất ẩm, mái dốc còn thoải hơn. Đặc biệt đối với cát và pha cát bão hoà mái có thể xoải tới $1:5 \div 1:8$, độ sâu nhìn thấy rất nhỏ. Vì vậy nổ văng định hướng đào kênh trong trường hợp này hiệu quả rất kém.

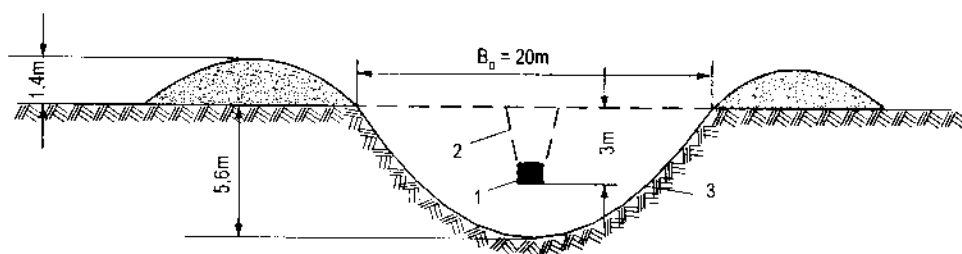
Khi nổ đào kênh trong đất thịt, đất sét, tính thấm nước của đáy kênh giảm đi rất nhiều. Đối với đất pha cát và cát, tác dụng nén ép của nổ phá không có hiệu quả, tính thấm nước của đáy kênh hầu như không đổi. Trong trường hợp nổ trong nền đá, tuy có tạo ra một vùng nứt nẻ hẹp nhưng nếu phần đá bên ngoài tốt thì vẫn không ảnh hưởng đến tính thấm nước của đáy kênh. Điều đó cũng lưu ý chúng ta khi xác định cao trình và vị trí của các bao thuốc, đảm bảo không gây hư hại lòng kênh, nhất là gây trượt lở phần trên của mái.

II. Bao thuốc hình dài, có đường kính lớn và đặt nằm ngang

Đào kênh bằng cách nổ mìn văng định hướng các bao thuốc tập trung có một số nhược điểm sau :

- Tốn nhiều thời gian và lao động thủ công để đào buồng nạp thuốc, vận chuyển thuốc, xếp đặt thuốc trong buồng thuốc và lấp búa. Mặt khác mạng gây nổ cũng phức tạp hơn.
- Kênh tạo ra sau khi nổ có lòng không bằng phẳng, mặt cắt không đều. Tại vị trí bao thuốc thì mặt cắt mở rộng, còn giữa 2 bao thuốc lại bị hẹp lại.
- Tác dụng nén chặt của nổ phá đối với đáy kênh là không đồng đều.

Phương pháp nổ bao thuốc hình dài, có đường kính lớn và đặt nằm ngang (hình 12-14) cho phép ta khắc phục được các nhược điểm trên, đặc biệt cho phép ta có thể cơ giới hoá toàn bộ công tác nổ phá. Mạng gây nổ đơn giản, kênh có mặt cắt parabol, bằng phẳng, đáy kênh được nén chặt đều và tốt. Phương pháp này đã được A.B. Таверньев và nhiều nhà khoa học khác giải quyết về lý luận. Nó cũng đang được áp dụng bước đầu ở Liên Xô.



Hình 12-14. Mặt cắt ngang của kênh được tạo ra khi thực nghiệm nổ bao thuốc hình dài, đặt nằm ngang với lượng thuốc nổ nạp trên 1m dài là 96kg amônít $N = 6 \cdot B$
 1. Thuốc nổ ; 2. Hào nạp thuốc ; 3. Mặt cắt kênh sau khi nổ ; 4. Đống đất văng.

Sơ bộ có thể tính toán gần đúng các thông số nổ phá như sau :

Đường căn ngắn nhất W tính theo công thức :

$$W = \frac{B_0}{2n} \quad (12-28)$$

Trong đó : W tính theo m ;

B_0 - chiều rộng miệng kênh (m) ;

n - chỉ số tác dụng nổ phá, thường lấy $n \geq 1,5$.

Độ sâu của hào nạp thuốc h tính theo công thức :

$$h = W + 0,5b \quad (12-29)$$

Trong đó : h , W tính theo m ;

b - độ rộng của đáy hào nạp thuốc (m).

Khối lượng thuốc nổ nạp trên 1m dài hào nạp thuốc Q_1 (kg/m) tính theo công thức :

$$Q_1 = KW^2 (n^2 + 0,4n - 0,4) \quad (12-30)$$

Trong đó : K - lượng hao thuốc đơn vị (kg/m³).

Độ sâu nhìn thấy sau khi nổ P tính theo công thức :

$$P = W (0,45W + 0,25) \quad (12-31)$$

Hoặc

$$P = 0,5nW \quad (12-32)$$

Trong đó : P , W tính theo m.

Độ sâu kênh (nếu kể cả bộ phận đất rơi trở lại) có thể lấy lớn nhất bằng $2h$.

Khi cần nổ để đào kênh lớn trong nền đá thường dùng đường hầm ngang để nạp thuốc. Đặc biệt nếu cần đào kênh khá rộng, có thể dùng 2 hoặc 3 bao thuốc và sử dụng nguyên lý định hướng.

III. Ứng dụng các phương pháp nổ khác để đào kênh

Khi đào kênh trong nền đá, có thể dùng phương pháp nổ mìn lỗ nông, lỗ sâu, nổ mìn buông để xới tơi đá. Nhiều công trình quan trọng còn kết hợp với phương pháp nổ tạo viên.

Ngoài ra việc dùng bao thuốc dạng mặt phẳng và dạng hình nêm (hình 12-4) cũng đang được nghiên cứu và áp dụng.

§12.4. NỔ MÌN ĐÀO MÓNG CÔNG TRÌNH THUỶ LỢI

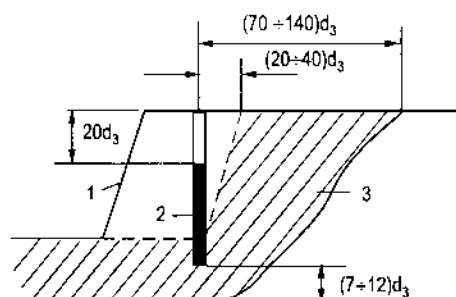
Hố móng các công trình thủy lợi không những có diện tích tương đối hẹp, hình dáng phức tạp mà còn có yêu cầu rất cao trong việc đảm bảo trạng thái tự nhiên của đất đá xung quanh không bị phá hoại, đảm bảo ổn định về chịu lực và về thấm cho công trình

lâu dài. Mặt khác chúng thường đồng thời thi công với một số hạng mục công trình khác. Vì vậy việc dùng biện pháp khoan nổ mìn để đào móng cũng có những yêu cầu đặc biệt khác với nổ mìn khai thác, làm đường, san mặt bằng...

Để đào móng, người ta thường dùng phương pháp nổ mìn lỗ nông hoặc kết hợp cả hai phương pháp nổ mìn lỗ sâu và lỗ nông. Tất nhiên là để nâng cao hơn nữa hiệu quả kinh tế - kỹ thuật, người ta còn dùng cả biện pháp nổ vi sai, nổ tạo viền hoặc nổ phân đoạn không khí như đã giới thiệu ở chương 12. Phương pháp nổ mìn hầm cũng rất hạn chế và chỉ đối với những công trình không quan trọng.

I. Xác định kích thước tầng bảo vệ cần chừa lại khi khoan nổ đào móng

Kích thước của tầng bảo vệ cần chừa lại ở đáy và mái móng phải hợp lý, đảm bảo cho đất đá ngoài phạm vi đường viền thiết kế không bị năng lượng nổ làm tổn hại, đồng thời đất đá cần đào trong phạm vi đường viền thiết kế phải được phá tới. Xác định kích thước tầng chừa lại cần căn cứ vào quy phạm thi công và nghiệm thu khoan nổ mìn các công trình đất đá QP.TL. D-3.74 của Bộ Thủy lợi (tức là СНИПШ-Б. 4-62, Liên Xô). Khi tính toán tầng bảo vệ phải chú ý kích vùng nứt nẻ do nổ phá gây ra theo phương ngang của lỗ khoan là rất lớn. Hình 12-15 giới thiệu kết quả đo đạc vùng nứt nẻ khi nổ phá bằng lỗ khoan.



Hình 12-15. Sơ đồ vùng phá hoại và nứt nẻ khi nổ mìn lỗ sâu

1. Vùng đá bị phá hoại ; 2. Thuốc nổ nạp trong lỗ khoan ; 3. Vùng nứt nẻ do nổ phá tạo ra.

Để có thể không phải chừa lại tầng bảo vệ ở mái hố móng, giảm nhẹ khó khăn cho thi công, người ta thường dùng phương pháp nổ tạo viền. Khi giải quyết cụ thể vấn đề nói trên cần phải tham khảo thêm các tài liệu khác.

II. Phân đợt khoan nổ mìn và bốc xúc đá

1. Phân tầng theo chiều cao

Khi khoan nổ đào móng có thể chia thành một hoặc nhiều tầng trong đó không kể tầng bảo vệ. Xác định chiều cao tầng phải xuất phát từ mặt có lợi về kinh tế và khả năng làm việc của máy xúc. Nếu đảm bảo ổn định thì chiều cao tầng nên lớn hơn 6m, nhưng không quá 1,5 lần chiều cao xúc của máy xúc.

Ở các tầng không tiếp giáp trực tiếp với tầng bảo vệ thì có thể bố trí độ sâu khoan thêm. Độ sâu khoan thêm có thể xác định theo quy phạm hiện hành.

2. Phân đợt khoan nổ, bốc xúc trên mặt bằng

Việc xác định phạm vi khoan nổ, bốc xúc của một đợt trên mặt bằng và trình tự tiến hành chúng là một việc rất phức tạp và có liên quan đến nhiều yếu tố. Sau đây chỉ nêu lên một số yếu tố chính.

a) Quy mô vụ nổ của từng đợt không được vượt quá mức cho phép để không ảnh hưởng đến nền móng và công trình xung quanh. Để giải quyết vấn đề này phải thông qua tính toán an toàn, nhất là an toàn về địa chấn do nổ phá gây ra.

b) Đảm bảo diện hoạt động cho máy xúc và việc vận chuyển đá ra khỏi hố móng được thuận lợi.

c) Số đợt nổ là ít nhất để không những giảm thời gian ngừng trệ thi công trên hiện trường mà còn giảm phí tổn cho việc di chuyển xe máy, thiết bị thi công ra khỏi khu vực nổ phá và các công tác phụ khác.

d) Đảm bảo sự ăn khớp nhịp nhàng giữa 3 khâu : khoan, nổ và bốc xúc - vận chuyển đá, không gây ảnh hưởng lẫn nhau trên hiện trường.

e) Phải chú ý phối hợp giữa công tác khoan nổ đào móng với công tác bê tông và các công tác khác như ưu tiên khoan nổ bốc xúc chỗ cần đổ bê tông trước, chú ý hạn chế ảnh hưởng của nổ phá đối với thi công bê tông, nhất là các công trình lớn phải thi công cài răng lược.

Nói chung sự phân đợt khoan nổ, bốc xúc - vận chuyển phải được thể hiện trên bản vẽ mặt bằng và tiến độ thi công hố móng.

Do yêu cầu xây dựng thủy lợi ngày càng lớn và kỹ thuật nổ không ngừng phát triển, hiện nay người ta không những dùng nổ phá để đắp đập, đào kênh, đào hố móng mà còn dùng rộng rãi để khai thác vật liệu xây dựng, làm đường xá, xử lý nền mềm yếu, phá bỏ kết cấu cũ...

§12.5. KỸ THUẬT AN TOÀN TRONG CÔNG TÁC NỔ PHÁ

I. Bảo quản vật liệu nổ

Bảo quản vật liệu nổ phải đảm bảo được các yêu cầu sau :

1. Bảo đảm được phẩm chất vật liệu nổ, để khi đem ra sử dụng được an toàn và có hiệu suất cao.

2. Đảm bảo an toàn tuyệt đối, không gây ra hiện tượng tự nổ của các vật liệu nổ hoặc nổ do các nguyên nhân khác như điện, sấm sét hoặc địch phá hoại...

3. Giá thành bảo quản là rẻ nhất.

Kho đựng vật liệu nổ nên đặt ở xa nơi người ở và các công trình quan trọng nhưng tiện lợi về giao thông. Kho phải đảm bảo phòng hỏa tốt. Phải bố trí lỗ thông hơi, cửa sổ để đảm bảo nhiệt độ trong kho không quá 30°C.

Trong kho phải có sàn để phòng ẩm. Sàn cao ít nhất là 30cm. Sàn làm bằng gạch, bê tông hoặc gỗ và yêu cầu bằng phẳng và kín. Không dùng vôi để hút ẩm trong kho, nhất là vôi cục.

Kho có thể gồm nhiều nhà kho riêng biệt cách nhau một khoảng nhất định. Trong một kho chỉ chứa một hoặc một số loại vật liệu nổ mà quy phạm an toàn đã quy định. Phải thường xuyên kiểm tra chất lượng của thuốc nổ để kịp thời xử lý.

Về mùa mưa kho cần có thiết bị chống sét.

II. Vận chuyển vật liệu nổ

Công tác vận chuyển vật liệu nổ cũng có các yêu cầu tương tự như việc bảo quản chúng.

Khi vận chuyển vật liệu nổ phải để nguyên hòm hoặc bao và bằng các phương tiện vận chuyển riêng, không được chở thuốc nổ lẫn với kíp nổ. Các hòm vật liệu nổ phải sắp xếp chắc chắn, tránh va chạm khi vận chuyển. Vật liệu nổ phải được che mưa nắng cẩn thận.

Khi mang thuốc ở công trường không được cho thuốc nổ và kíp vào trong túi áo. Nếu cần mang cả thuốc lẫn kíp phải để vào từng túi riêng và không được mang nhiều, nhất là những nơi đi lại khó khăn. Nhận xong vật liệu nổ phải đi thẳng đến nơi nổ phá, không dừng lại dọc đường, không bàn giao cho người không có trách nhiệm.

III. Lập thiết kế hoặc hộ chiếu khoan nổ mìn

Tùy theo khối lượng nổ lớn hay nhỏ, mức độ phức tạp về kỹ thuật và tầm quan trọng của công trình cần tiến hành nổ mà phải lập thiết kế hoặc đơn giản hơn là hộ chiếu khoan nổ mìn. Ngoài các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật cần thiết, bản thiết kế hoặc hộ chiếu cần phải có :

- Sơ đồ bố trí các lỗ mìn.
- Đường kính, độ sâu, số lượng các lỗ mìn.
- Chiều dài đoạn nạp thuốc, lớp búa loại thuốc nổ, kíp nổ, dây nổ hoặc dây cháy chậm; số lượng, chiều dài của chúng. Cần ghi rõ tổng số các loại vật liệu nổ cần dùng, phương pháp gây nổ và sơ đồ mạng gây nổ.
- Quy định phạm vi an toàn về đá văng, sóng xung kích trong không khí, truyền nổ và về địa chấn, từ đó đề ra biện pháp di chuyển người, máy móc thiết bị, bảo vệ và hạn chế thiệt hại đối với các công trình lân cận, bảo vệ hiện trường nổ mìn được tốt.
- Hướng và vị trí ẩn nấp của công nhân và cán bộ kỹ thuật chỉ huy vụ nổ.
- Đối với nổ đào đường hầm cần có biện pháp thông gió, chống bụi, chống đỡ... trước và sau khi nổ.

Thiết kế hoặc hộ chiếu này phải tùy từng mức độ liên quan mà phổ biến cho công nhân nổ mìn, canh gác bảo vệ và các đơn vị có liên quan trên hiện trường. Sau khi nổ cần ghi kết quả và nhận xét.

IV. Kỹ thuật an toàn khi tiến hành nổ mìn

Mìn mồi phải làm ở nơi riêng biệt và chỉ được làm trước khi nổ mìn. Việc đặt mìn mồi phải đúng thiết kế, không được xách mìn mồi bằng dây cháy chậm, dây nổ hoặc dây kíp dùng để gây nổ mà phải dùng dây riêng khi cần thiết. Riêng trường hợp nổ bằng dây cháy chậm thì phải dùng dao sắc cắt dây. Phải loại bỏ chỗ dây bị đập hoặc phình to, đầu cuộn dây nên cắt bỏ đi 5 cm. Đầu dây đưa vào kíp phải cắt thẳng góc với trục dây. Đầu dây châm lửa nên cắt vát để dễ đốt. Đưa dây cháy chậm vào kíp phải nhẹ nhàng, không được xoay và dùng kim bấm riêng để bấm kíp gắn chặt với dây cháy chậm. Tuyệt đối không đập, bóp hay dùng răng cắn để bấm kíp.

Nạp thuốc vào lỗ mìn không được dùng gậy hoặc que bằng sắt mà phải dùng bằng gỗ, tre, đồng hoặc nhôm. Phải nhẹ nhàng, cẩn thận, không gây va chạm và tuyệt đối không được dùng một nguồn lửa nào.

Khi lắp búa, đấu mạng gây nổ và kiểm tra không được gây tổn hại đến khả năng gây nổ của mạng đó. Phải chú ý các biện pháp như đánh dấu vị trí, theo dõi tiếng nổ và quan sát kỹ hiện trường sau khi nổ để phát hiện mìn cảm.

Hiệu lệnh nổ mìn thường dùng tiếng nổ nhỏ và chia làm 4 lần:

- Lần nổ thứ nhất báo hiệu bắt đầu nạp thuốc. Lúc này người không có trách nhiệm và máy móc phải ra khỏi phạm vi an toàn quy định, các trạm gác hiện trường bắt đầu hoạt động.

- Lần nổ thứ hai báo hiệu chuẩn bị nổ. Lúc này người không có trách nhiệm và máy móc không còn ở trong phạm vi không an toàn. Lúc này cán bộ kỹ thuật phải đi kiểm tra lại toàn bộ công việc nhất là mạng gây nổ, di chuyển người và máy, nơi ẩn nấp... Chỉ huy vụ nổ ra lệnh đấu mạng gây nổ.

- Lần nổ thứ ba báo hiệu nổ mìn. Thường sau hiệu lệnh thứ ba khoảng 1 ÷ 2 phút thì gây nổ.

- Lần nổ thứ tư là báo yên. Chỉ sau khi đã kiểm tra kết quả nổ phá bảo đảm thật an toàn mới cho nổ phát tín hiệu này.

Hiệu lệnh phải được ghi rõ trong hộ chiếu và phải được thông báo kỹ càng cho mọi người làm việc trên hiện trường biết.

V. Biện pháp xử lý mìn cảm

Sau khi kiểm tra phát hiện thấy mìn cảm hoặc chỉ nghi ngờ cũng cần đánh dấu, không cho người vào và tìm cách xử lý. Trong mọi trường hợp không nên rút dây để

lấy kíp từ trong lỗ mìn ra, cấm đục hay khoan tiếp vào lỗ mìn bị phụt mặc dù chưa biết lỗ còn thuốc hay không. Phải đợi sau 30 phút cho lỗ mìn hết nóng mới nạp thuốc để nổ lại.

Đối với nổ mìn lỗ nông, lỗ khoan sâu dưới 1m, chiều dài lấp búa dưới 0,4m thì cho phép lợi dụng khe hở sẵn có hoặc áp thuốc ngay trên mặt để nổ kích thích bao thuốc bị cấm. Trường hợp không thể được thì phải khoan một lỗ khác song song và độ sâu gần bằng lỗ mìn cấm. Khoảng cách giữa 2 lỗ tùy theo độ sâu và lượng thuốc của lỗ mìn cấm nhưng không nhỏ hơn 0,3m. Trường hợp nổ mìn lỗ sâu thì khoan lỗ song song có chiều sâu bằng hoặc gần bằng lỗ mìn cấm và cách nó ít nhất 3m để nổ kích thích nếu như lỗ cấm này chỉ là cá biệt và ở xung quanh bãi mìn.

Khi nổ không dùng kíp và thuốc nổ là loại amônít thì có thể bới đất đá xung quanh để lấy thuốc ra.

Các trường hợp cụ thể khác cần theo hướng dẫn của quy phạm an toàn.

VI. Xác định khoảng cách an toàn

Để lập thiết kế khoan mìn phải tính toán xác định các khoảng cách an toàn về đá văng, về truyền nổ, về sóng xung kích trong không khí và cuối cùng là khoảng cách an toàn về địa chấn. Khi tính toán xác định chúng cần theo sự hướng dẫn của quy phạm an toàn. Riêng việc tính khoảng cách an toàn về địa chấn ở đó chỉ áp dụng đối với các công trình thông thường. Đối với các công trình quan trọng, kỹ thuật đặc biệt phức tạp như cầu treo, công trình thủy lợi, cột truyền thanh, nhà cao tầng... phải do cơ quan quản lý quy định.

Theo các tài liệu của Liên Xô, trong trường hợp trên người ta thường căn cứ vào vận tốc dao động tới hạn cho phép của đất đá để xác định quy mô vụ nổ cho phép tức là xác định số lượng lỗ nổ mìn mỗi lần và khối lượng của chúng. Khối lượng cho phép khi nổ một bao thuốc tập trung Q_{ct} được tính theo công thức :

$$Q_{ct} = \left(\frac{\varepsilon v_{th}}{K_d} \right)^3 r^3 \quad (12-33)$$

Trong đó :

Q_{ct} tính bằng kg ;

ε - hệ số phụ thuộc vào điều kiện nổ phá và vị trí của công trình cần bảo vệ và có thể lấy theo bảng 12-4.

v_{th} - vận tốc dao động tới hạn cho phép (cm/s).

Trị số của v_{th} phụ thuộc vào loại và trạng thái của công trình cần bảo vệ. Sơ bộ có thể lấy theo bảng 12-5.

K_d - hệ số phụ thuộc vào điều kiện địa chất và có thể lấy theo bảng 12-6.

β - hệ số phụ thuộc vào khoảng cách đến công trình cần bảo vệ. Ở vùng gần, đối với các công trình bố trí trên bề mặt của khối với khoảng cách nhỏ hơn $100d_z$ (d_z là đường kính bao thuốc) và đối với công trình bố trí ở trong khối với khoảng cách nhỏ hơn $50d_z$ thì có thể lấy $\beta = 1,0 \div 1,5$. Ở vùng xa (đối với các công trình bố trí trên những khoảng cách lớn) có thể lấy $\beta = 1,5 \div 2,0$.

r - khoảng cách đến công trình cần bảo vệ (m).

Bảng 12-4. Trị số của ε

Điều kiện nổ phá và vị trí công trình cần bảo vệ	ε
Xối toi trong điều kiện ở mở, công trình trên mặt trên	1,0
Nổ trong điều kiện ngầm	$1,5 \div 3,0$
Nổ văng	$1,5 \div 2,0$
Nổ xối toi với một mặt thoáng	$0,7 \div 0,8$

Chú thích :

1. Đối với những công trình bố trí ở trong khối thì trị số của ε phải được nhân đôi lên.
2. Khi công trình được bao quanh bằng khe do sự nứt nẻ sẵn có của đất đá tạo ra thì không cần xét đến hệ số ε .

Bảng 12-5. Trị số của v_{th}

Loại công trình	v_{th} (cm/s)	
	Nổ nhiều lần	Nổ một lần
- Các toà nhà công nghiệp, các cầu vượt đường giao thông, các cầu lớn và vừa...	5	10
- Các nhà công nghiệp kiểu khung một tầng, đất đá ít dính trong nền công trình.	10	20
- Khối đá nứt nẻ, lớp vỏ bê tông cốt thép của đường hầm có áp.	20	50
- Khối đá nứt nẻ ít mà các khe nứt có hướng dễ xác định bê tông khối lớn của công trình thuỷ lợi đã đạt được hơn 70% cường độ thiết kế (mác 200#, 300#), vỏ bê tông cốt thép của đường hầm.	50	100
- Khối đá bền vững.	100	150
- Bê tông công trình thuỷ lợi đạt nhỏ hơn 70% cường độ thiết kế.	$v_{th} = \sigma_{nén}/15$	

Chú thích :

1. Do sự đa dạng của điều kiện địa chất nên các giá trị của v_{th} nên hiệu chỉnh cho chính xác hơn trong quá trình thăm dò và xây dựng.
2. $\sigma_{nén}$ được xác định theo các biểu đồ tiêu chuẩn về sự cứng hoá của bê tông.

Bảng 12-6. Trị số của K_d

Phân cấp đất đá theo mức độ nứt nẻ	I	II	III	IV	V
Tình hình nứt nẻ	Nứt nẻ rất mạnh (đá nát vụn)	Nứt nẻ mạnh (đá khối vừa)	Nứt nẻ trung bình (đá khối lớn)	Ít nứt nẻ (đá khối rất lớn)	Đá liền khối
K_d	500	300	200	100	50

Khi nổ đồng thời một nhóm lỗ khoan, nếu khoảng cách từ các lỗ khoan riêng biệt đến công trình cần bảo vệ chênh lệch nhau hơn 10% thì khối lượng cho phép của các bao thuốc Q_{cn} được tính theo công thức :

$$Q_{cn} = \left(\frac{\varepsilon v_{th}}{K_d} \right) \left(\frac{r_1 + r_2 + \dots + r_n}{n} \right)^3 \quad (12-34)$$

Trong đó :

Q_{cn} tính theo kg.

$r_1, r_2 \dots r_n$ - khoảng cách từ mỗi lỗ khoan đến công trình cần bảo vệ (m);

n - số lỗ khoan cần nổ.

Trường hợp nổ vi sai, ta có thể tính tổng khối lượng nổ cho phép Q của vụ nổ theo công thức :

$$Q = 0,65 n_1 Q_{cn} \quad (12-35)$$

Trong đó :

n_1 - số nhóm vi sai ;

Q, Q_{cn} - tính theo kg.

Mặc dù còn có những hạn chế, nhưng trong thực tế sơ bộ vẫn có thể dùng các công thức 12-33, 12-34, 12-35 để tính ra khoảng cách an toàn hoặc vận tốc dao động của đất đá ứng với một vụ nổ có quy mô cho trước.

Khi thiết kế nổ phá, tính toán an toàn về mặt địa chấn do nổ phá gây ra là một bài toán phức tạp đang được tiếp tục nghiên cứu để khắc phục các tồn tại.

Chương 13

THI CÔNG ĐƯỜNG HẦM

Trong xây dựng thuỷ lợi người ta phân đường hầm thành : đường hầm tạm thời và đường hầm lâu dài. Đường hầm tạm thời thường dùng để dẫn dòng thi công, còn đường hầm lâu dài thường dùng để tưới, dẫn nước hoặc cấp nước cho nhà máy thuỷ điện.

§13.1. ĐẶC ĐIỂM CỦA THI CÔNG ĐƯỜNG HẦM

1. Chịu ảnh hưởng nhiều của các điều kiện địa chất, địa chất thuỷ văn (nhất là dọc theo tuyến đường hầm). Các yếu tố này có tác dụng quyết định cách đào, chống và xây... Do vậy công việc thăm dò địa chất và địa chất thuỷ văn phải kỹ lưỡng ; trong quá trình thi công cần thường xuyên quan sát tình hình thực tế để kịp thời có biện pháp xử lý thích đáng.

2. Bị hạn chế bởi bề mặt công tác. Đường hầm chỉ có hai mặt công tác là cửa vào và cửa ra, mọi công việc phải tiến hành trong đường hầm nên tốc độ thi công bị hạn chế.

Để khắc phục hạn chế trên, khi đào các đường hầm tương đối dài thường tìm biện pháp tăng mặt công tác bằng cách đào thêm hầm nhánh hoặc giếng, khối lượng lớn mà điều kiện địa chất và địa hình cho phép.

3. Do hiện trường chật chội lại phải đồng thời tiến hành nhiều công việc nên phải bảo đảm dây chuyền công tác nhịp nhàng, chặt chẽ, đồng bộ là biện pháp tích cực để tăng tốc độ thi công.

4. Cần đặc biệt chú ý công tác an toàn, khi đường hầm đào sâu trong đất đá dễ lở, dễ sinh bụi khi khoan lỗ mìn, hoặc có thể gặp khí độc có sẵn trong lòng đất hay hơi độc sau khi nổ..., nên phải chú ý giải quyết vấn đề an toàn cho người và thiết bị làm việc trong đường hầm.

§13.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐÀO ĐƯỜNG HẦM

I. Đào toàn mặt cắt

Toàn mặt cắt ngang của đường hầm cùng tiến hành đào một lần. Phương pháp này có thể tăng nhanh tốc độ thi công, thích hợp với những điều kiện sau :

1. Đường hầm có kích thước mặt cắt không lớn (nhỏ hơn $16m^2$).
2. Đối với đường hầm có kích thước tương đối lớn điều kiện địa chất phải tốt để giảm khối lượng chống đỡ.
3. Mức độ cơ giới hoá cao.

II. Đào có hầm dẫn

Trên mặt ngang của đường hầm chọn một khoảng diện tích nhỏ thích hợp nhất (dựa vào điều kiện địa chất, địa chất thủy văn và công cụ thi công để chọn) để đào trước. Sau đó từ hầm dẫn, đào mở rộng ra toàn mặt cắt thiết kế. Đoạn đào trước đó gọi là hầm dẫn. Hình dạng và kích thước của hầm dẫn nên căn cứ vào vị trí, áp lực đất đá và sự cần thiết của công tác đào, đặc biệt là điều kiện moi xúc và vận chuyển đất đá mà quyết định.

Trong phương pháp hầm dẫn lại chia thành: hầm dẫn suốt, hầm dẫn cùng tiến, hầm dẫn trên, hầm dẫn dưới, hầm dẫn giữa và hai hầm dẫn.

Hầm dẫn suốt là hầm dẫn đào xong từ đầu đến cuối, rồi mới tiến hành đào mở rộng theo mặt cắt thiết kế yêu cầu. Loại này cần có điều kiện thông gió và điều kiện địa chất tốt.

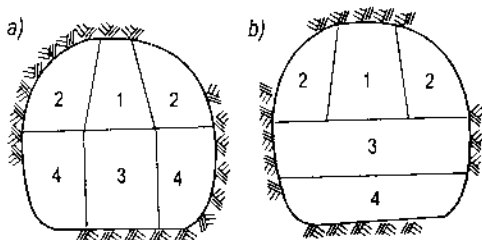
Hầm dẫn cùng tiến, sau khi hầm dẫn đào được một quãng nhất định, liền tiến hành đào mở rộng ra theo mặt cắt thiết kế yêu cầu. Từ đây việc đào hầm dẫn và đào mở rộng cũng có thể cùng tiến hành song song nhưng yêu cầu khoảng cách của hai mặt công tác này phải lớn hơn $(10 \div 15)$ m.

Ngoài ra còn căn cứ vào vị trí của hầm dẫn mà chia ra các loại hầm dẫn sau:

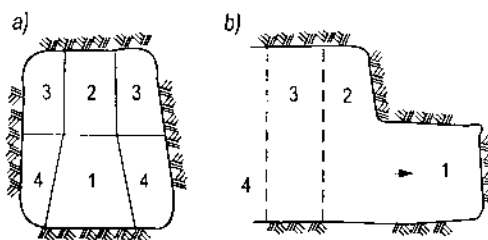
1. Hầm dẫn trên: bố trí ở phía trên của mặt cắt ngang hầm (hình 13-1).

Kiểu này thích hợp với điều kiện địa chất xấu ($f < 2$). Nước ngầm không nghiêm trọng, việc chống đỡ tương đối đơn giản thi công an toàn, đỉnh hầm dễ đảm bảo đúng quy cách. Nhược điểm là thoát nước không tiện và đường vận chuyển đất đá phải dịch chuyển nhiều lần.

2. Hầm dẫn dưới : Bố trí ở phần dưới của mặt cắt ngang (hình 13-2). Kiểu này thích hợp với các tầng đá tương đối cứng ($f > 4 \div 6$) và nơi nước ngầm nghiêm trọng. Ưu điểm là thoát nước tốt, lúc mở rộng lợi dụng được trọng lượng bản thân, đường vận chuyển không cần dịch chuyển. Nhược điểm là mặt cắt vận chuyển đất đá hẹp, đỉnh hầm mở rộng tương đối khó.



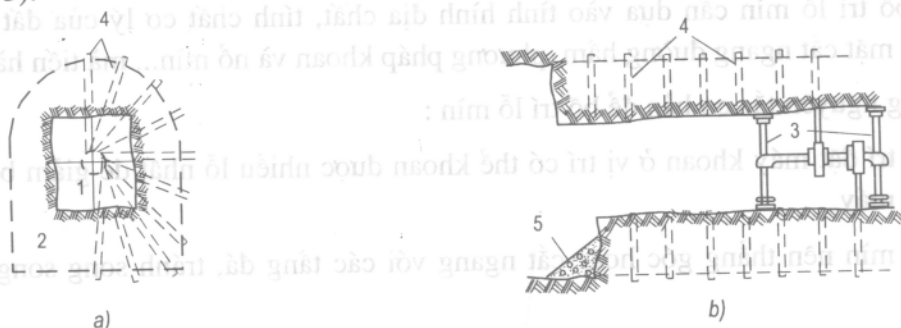
Hình 13-1. Hầm dẫn trên
a, b) Hai phương pháp đào mở rộng phần phía dưới của đường hầm ;
1, 2, 3. Thứ tự đào trước sau.



Hình 13-2. Hầm dẫn dưới
a) Mặt cắt ngang ; b) Mặt cắt dọc ;
1, 2, 3. Trình tự đào.

3. Hầm dẫn giữa

Bố trí ở phần giữa của mặt cắt ngang, hầm dẫn đào xong sẽ mở rộng ra xung quanh (hình 13-3).



Hình 13-3. Hầm dẫn giữa

a) Mặt cắt ngang; b) Mặt cắt dọc;

1. Hầm dẫn; 2. Mở rộng xung quanh; 3. Trụ đỡ; 4. Lò khoan; 5. Đá đào.

Kiểu này thích hợp với điều kiện : độ cứng của đá cao ($f > 15$) không cần chống đỡ đường kính hầm lớn hơn 5m. Phương pháp này ưu điểm là : lợi dụng máy khoan có giá trực để khoan hết các lỗ xung quanh trong một lần, khoan các lỗ mở rộng có thể tiến hành song song với việc vận chuyển đất đá.

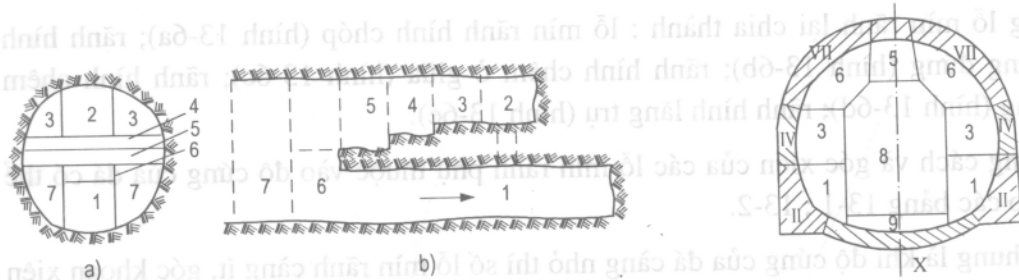
4. Hai hầm dẫn

Phương pháp này chia hai loại : hai hầm dẫn song song trên dưới và hai hầm dẫn song song hai bên.

a) Hai hầm dẫn song song trên dưới : kiểu này thích hợp với địa chất tầng đá tương đối tốt, hầm có mặt cắt lớn (hình 13-4).

Giữa hai hầm dẫn trên, dưới thường dùng giếng thẳng đứng hoặc xiên nối với nhau để thoát nước và vận chuyển đất đá.

b) Hai hầm dẫn hai bên : kiểu này thích hợp với tầng đá tương đối mềm, vỡ vụn, cần vừa đào vừa xây, nước ngầm tương đối nghiêm trọng, mặt cắt ngang tương đối lớn (hình 13-5).



Hình 13-4. Hai hầm dẫn trên và dưới

a) Mặt cắt ngang; b) Mặt cắt dọc.

1, 2, 3. Trình tự đào

Hình 13-5. Hai hầm dẫn hai bên

1, 3, 5, 6, 8, 9. Trình tự đào;

II, IV, VII, X. Trình tự xây.

§13.3. BỐ TRÍ LỖ KHOAN VÀ CHỌN MÁY KHOAN

I. Bố trí lỗ mìn

Khi bố trí lỗ mìn cần dựa vào tình hình địa chất, tính chất cơ lý của đất đá, kích thước của mặt cắt ngang đường hầm, phương pháp khoan và nổ mìn... mà tiến hành.

Những nguyên tắc cơ bản để bố trí lỗ mìn :

1. Bố trí đặt máy khoan ở vị trí có thể khoan được nhiều lỗ nhất để giảm bớt số lần di chuyển máy.
2. Lỗ mìn nên thẳng góc hoặc cắt ngang với các tầng đá, tránh song song với các tầng đá.
3. Nâng cao sức nổ phá của lỗ mìn, giảm bớt lượng đá sót lại, hạ thấp giá thành của nổ mìn. Lỗ mìn đào xiên góc so với mặt tự do để độ sâu của lỗ khoan lớn hơn đường cần W. Lỗ mìn nạp thuốc xong nên nút cho thật chặt và khi bố trí lỗ mìn nên tìm cách tạo ra nhiều mặt tự do.
4. Bảo đảm chất lượng nổ mìn, cố gắng nổ đạt đúng yêu cầu của mặt cắt thiết kế. Bố trí lỗ mìn sao cho đất đá rời khỏi mặt công tác, đá vỡ vụn đều để tiện cho việc đào xúc và vận chuyển.
5. Bảo đảm an toàn lao động và bảo đảm lúc nổ mìn đá bắn ra không làm hỏng các thiết bị và các kết cấu chống đỡ hầm.

II. Các loại lỗ mìn

Căn cứ vào tác dụng khác nhau của lỗ mìn mà chia thành ba loại : lỗ mìn rãnh, lỗ mìn phá và lỗ mìn sửa.

1. Lỗ mìn rãnh

Lỗ mìn rãnh có tác dụng tăng thêm mặt tự do. Khi bố trí hình thức của lỗ mìn rãnh cần dựa vào tính chất, cấu trúc các vết dạn nứt của đá và hình dáng kích thước mặt gương đào mà chọn.

Trong lỗ mìn rãnh lại chia thành : lỗ mìn rãnh hình chóp (hình 13-6a); rãnh hình chêm thẳng đứng (hình 13-6b); rãnh hình chêm ở giữa (hình 13-6c); rãnh hình chêm nằm ngang (hình 13-6d); rãnh hình lăng trụ (hình 13-6e).

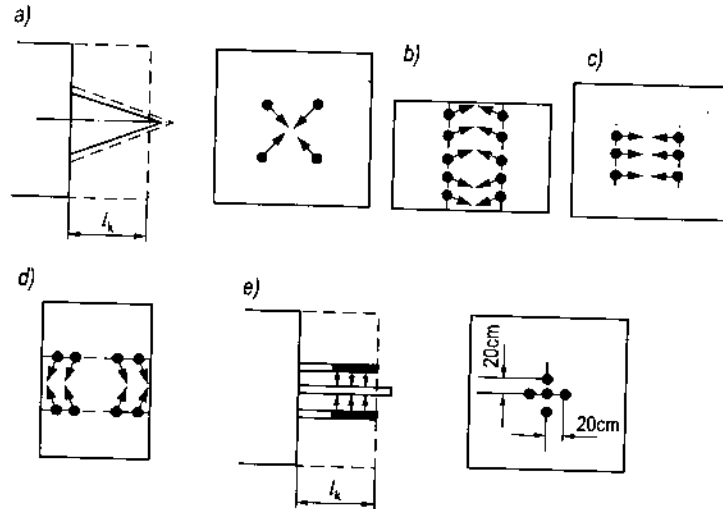
Khoảng cách và góc xiên của các lỗ mìn rãnh phụ thuộc vào độ cứng của đá có thể tham khảo các bảng 13-1 ; 13-2.

Nói chung là khi độ cứng của đá càng nhỏ thì số lỗ mìn rãnh càng ít, góc khoan xiên càng bé và khoảng cách giữa các lỗ khoan càng tăng. Khi gặp đá cứng liền khối và mặt cắt tương đối lớn thì nên chọn loại rãnh hình chóp. Khi gặp đá có vết nứt thẳng đứng thì nên chọn loại rãnh hình cái chêm thẳng đứng, khi gặp đá nứt nằm ngang thì nên chọn

loại rãnh hình cái chêm nằm ngang. Khi kích thước mặt cắt đường hầm nhỏ, đá rắn chắc đồng chất thì nên chọn loại rãnh hình lăng trụ; trường hợp này lỗ khoan ở giữa hình lăng trụ cần chọn loại mũi khoan có đường kính $\geq 100\text{mm}$, lỗ khoan này sẽ không nạp thuốc mìn, được khoan sâu hơn các lỗ khoan khác dùng để làm mặt thoáng cho các lỗ mìn ở xung quanh.

Hình 13-6. Các loại lỗ mìn rãnh

- a) Rãnh hình chóp ;
b) Rãnh hình chêm thẳng đứng; c) Rãnh hình chêm ở giữa; d) Rãnh hình chêm nằm ngang;
e) Rãnh hình lăng trụ.



Bảng 13-1. Quan hệ giữa lỗ mìn hình cái chêm với độ cứng của đá

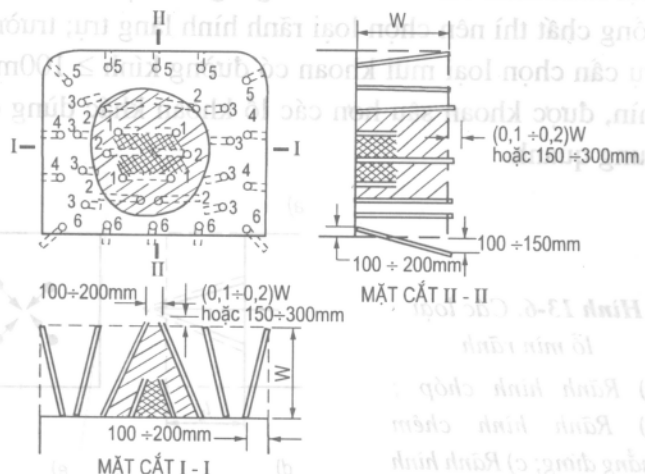
Hệ số độ cứng f của đá	Góc của lỗ mìn với mặt công tác (độ)	Khoảng cách giữa hai lỗ mìn (m)
15 ÷ 20	55 ÷ 60	0,20 ÷ 0,30
10	65 ÷ 70	0,30 ÷ 0,40
8	65 ÷ 70	0,40 ÷ 0,50
5 ÷ 6	70 ÷ 75	0,50 ÷ 0,60
3 ÷ 4	75 ÷ 80	0,60 ÷ 0,70
1,5 ÷ 2,0	75 ÷ 80	0,70 ÷ 0,80

Bảng 13-2. Quan hệ giữa lỗ mìn rãnh hình chóp với độ cứng của đá

Hệ số độ cứng f của đá	Góc giữa lỗ mìn với mặt công tác (độ)	Khoảng cách giữa hai lỗ mìn (m)
18 ÷ 20	55	0,40
16 ÷ 18	58	0,50
13 ÷ 16	60	0,60
10 ÷ 13	63	0,70
8 ÷ 10	65	0,80
6 ÷ 8	68	0,90
2 ÷ 6	70	1,00

2. Lỗ mìn phá

Tác dụng chủ yếu của các lỗ mìn phá là phá đá, chúng được bố trí xung quanh lỗ mìn rãnh. Đem số lỗ mìn phá cần thiết đã tính toán bố trí đều trên mặt gương đào. Lỗ mìn khoan thẳng góc với mặt đào và độ sâu của đáy các lỗ ấy cùng nằm trên một mặt phẳng (hình 13-7).



Hình 13-7. Sơ đồ bố trí các loại lỗ mìn

1. Lỗ mìn rãnh ; 2, 3. Lỗ mìn phá ; 4, 5, 6. Lỗ mìn sửa;

1, 2, 3, 4, 5, 6. Thứ tự nổ.

3. Lỗ mìn sửa

Tác dụng của nó là đảm bảo nổ đúng kích thước mặt cắt thiết kế yêu cầu. Các lỗ mìn bố trí xung quanh mặt cắt cần đào. Miệng lỗ mìn thường đặt cách đường viền cần đào một khoảng cách từ 10 ÷ 20cm. Đáy lỗ mìn nghiêng ra phía ngoài của mặt cắt. Với loại đá tương đối mềm liên mạch.

($f = 2 \div 4$) thì đáy lỗ mìn có thể không cần chạm đến rìa mặt cắt thiết kế. Với loại đá cứng, đáy lỗ mìn cần vượt ra ngoài đường ranh giới của mặt cắt thiết kế từ 10 ÷ 20 cm. Nếu cần rãnh thoát nước thì dựa vào độ sâu của rãnh mà sắp xếp các lỗ mìn (xem hình 13-7).

III. Tính toán các thông số nổ phá

1. Thuốc nổ và vật gây nổ

Phần này có thể tham khảo các số liệu của chương 11.

2. Tính lượng thuốc nổ

Lượng thuốc nổ tổng cộng nạp vào các lỗ khoan cần thiết để phá vỡ hoàn toàn bộ mặt gương đào trong một vụ nổ được tính theo công thức sau :

$$Q = q_0 S L_k \quad (13-1)$$

Trong đó :

q_0 - lượng hao thuốc đơn vị dùng để phá vỡ $1m^3$ đất đá. Đại lượng này có nhiều công thức tính khác nhau. Dưới đây giới thiệu công thức tính của Viện nghiên cứu Khoa học Giao thông thành phố Минск (Liên xô).

$$q_0 = \left(0,3\sqrt{f} + \frac{2}{\sqrt{S}} \right) C K \epsilon \psi \omega, \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (13-2)$$

Trong đó :

C- hệ số xét ảnh hưởng đường kính bao thuốc, khi $d = 32\text{mm}$ thì $C = 1,10$; khi $d = 45\text{mm}$ thì $C = 0,90$;

K - hệ số xét ảnh hưởng chiều sâu lỗ mìn

$K = 1,0 \div 0,10$ khi $L_k = 2,5\text{m}$ và $f = 4 \div 8$

$K = 1,0 \div 0,10$ khi $L_k = 1,5\text{m}$ và $f = 10 \div 16$;

e - hệ số phụ thuộc loại thuốc nổ (tham khảo theo chương 11) ;

Ψ - hệ số mật độ nạp thuốc (tham khảo theo chương 11) ;

ω - hệ số xét ảnh hưởng các vết nứt kiến tạo của đá, $\omega = 1,1 \div 1,15$ khi đá liền khối, $\omega = 0,9 \div 1,0$ khi đá nứt nẻ ít ; $\omega = 0,75 \div 0,85$ khi đá nứt nẻ nhiều;

S - diện tích mặt gương đào (m^2) ;

L_k - chiều sâu lỗ khoan (m).

Độ sâu nạp thuốc trong các lỗ khoan thì tùy theo tác dụng khác nhau mà định như :

- Lỗ mìn rãnh, độ sâu nạp thuốc chiếm $60 \div 66\% L_k$.

- Lỗ mìn phá, độ sâu nạp thuốc chiếm $40 \div 50\% L_k$.

Ngoài ra còn phụ thuộc vào độ cứng của đá và đường kính lỗ khoan. Độ cứng của đá tăng thì độ sâu nạp thuốc tăng. Đường kính lỗ khoan tăng thì chiều sâu lấp búa cũng phải tăng theo.

Vật liệu dùng để lấp búa thường dùng hỗn hợp cát và đất sét trộn theo tỷ lệ $3/1 \div 4/1$. Người ta thường chế tạo sẵn vật liệu lấp búa thành những thỏi theo các cỡ đường kính khác nhau của mũi khoan.

3. Chiều sâu lỗ mìn và số lượng lỗ mìn

Số lượng lỗ mìn trên mặt gương đào phụ thuộc vào độ cứng, độ nứt nẻ của đá, diện tích gương đào, chiều sâu lỗ mìn, loại thuốc nổ và khối lượng bao thuốc.

Chiều sâu lỗ mìn phải khoan L_k trong một chu kỳ khoan nổ được xác định bằng công thức kinh nghiệm sau:

$$L_{k.\max} = \sqrt{\frac{S}{\pi}} \quad (13-3)$$

Trong đó : S - diện tích mặt gương đào (m^2); $\pi = 3,14$.

Khi mặt gương đào tròn có đường kính R_0 thì :

$$L_{k.\max} = R_0$$

Chiều sâu lỗ mìn L_k không những chỉ phụ thuộc vào điều kiện ổn định của vòm đá mà còn phụ thuộc vào chu kỳ khoan nổ T bao gồm các thời gian : khoan các lỗ mìn T_k , thời gian nạp thuốc T_n , thời gian gây nổ và thông gió T_{lg} , thời gian dịch chuyển các thiết

bị xe máy T_{dc} , thời gian dọn sạch các vách hầm T_{dv} , thời gian chống đỡ hầm T_{cd} và thời gian xúc chuyển đất đá T_{xe} .

$$T = T_k + T_{nt} + T_{tg} + T_{dc} + T_{dv} + T_{cd} + T_{xe} \quad (13-4)$$

Thời gian khoan lỗ mìn T_k được tính theo công thức :

$$T_k = \frac{NL}{mv}, \quad (13-5)$$

Trong đó :

N - số lượng lỗ mìn ;

L - chiều sâu trung bình của lỗ mìn ;

m - số lượng máy khoan ;

v - tốc độ khoan.

$$v = \frac{60K}{1,15T_0} \quad (13-6)$$

Trong đó :

K - hệ số tổn thất thời gian do dịch chuyển xe máy khi nổ phá, nghỉ giải lao... thường bằng $0,5 \div 0,8$;

$1,15$ - hệ số tổn thất thời gian do thay ca kíp, thay mũi khoan và dịch chuyển máy;

T_0 - thời gian chỉ dùng để khoan 1 mét dài lỗ khoan (phút).

$$T_0 = \frac{T_{dm}}{K_1 K_2 K_3} \quad (13-7)$$

Trong đó :

K_1 - hệ số phụ thuộc loại máy khoan (máy khoan tay $K_1 = 0,80 \div 1,30$, máy khoan có giá (giàn) đỡ $K_1 = 1,75 \div 2,5$) ;

K_2 - hệ số phụ thuộc vào áp suất hơi ép dùng khi khoan ($K_2 = 1,1$ khi áp suất bằng $5at$ và $K_2 = 1,4$ khi áp suất bằng $6at$);

K_3 - hệ số phụ thuộc đường kính lỗ khoan ($K_3 = 1,25$ khi $d = 34mm$; $K_3 = 1$ khi $d = 42mm$; $K_3 = 0,64$ khi $d = 50mm$ và $K_3 = 0,45$ khi $d = 60mm$);

T_{dm} - thời gian khoan 1 mét dài lỗ khoan xác định theo định mức phụ thuộc vào loại đá và loại mũi khoan.

Thời gian nạp thuốc T_{nt} vào các lỗ khoan :

$$T_{nt} = \frac{N.t_{nt}}{n} \quad (13-8)$$

Trong đó :

t_{nt} - thời gian nạp thuốc vào 1 lỗ khoan ($t_{nt} = 0,04 \div 0,08h$) ;

n - số công nhân nhồi thuốc.

Thời gian xúc chuyển đất đá T_{xc} :

$$T_{xc} = \frac{\eta L_K SK}{P}, \quad (13-9)$$

Trong đó :

$\eta = 0,8 \div 0,9$ - hệ số sử dụng lỗ khoan ;

K - hệ số xét đến việc mặt cắt nổ vượt mặt cắt thiết kế $K = 1,15 \div 1,25$ đối với gương đào loại bé và vừa;

$K = 1,10 \div 1,15$ đối với gương đào loại lớn.

P - năng suất xúc chuyển đất đá (m^3/h).

Còn các loại thời gian khác: thông gió (T_{tg}) ; dịch chuyển thiết bị (T_{dc}) dọn vách đào (T_{dv}) ; chống đỡ (T_{cd}) được xác định bằng phương pháp thực nghiệm.

Thời gian khoan nổ trong một chu kỳ thường chọn là 3, 6, 9, 12 hoặc 24 giờ.

Giải phương trình 13-4 ta xác định được L_K như sau :

$$L_K = \frac{T - (T_{nt} + T_{tg} + T_{dc} + T_{dv} + T_{cd})}{\frac{\beta N}{mv} + \frac{\eta SK}{P}}, \quad (13-10)$$

Trong đó : $\beta = L/L_K$; L - chiều sâu trung bình của lỗ mìn.

Số lỗ mìn N trên mặt gương đào cần thiết để nạp hết lượng thuốc Q là :

$$N = \frac{Q}{\chi L_K} ; \quad (13-11)$$

Trong đó : χ - trọng lượng khối thuốc trên 1 mét dài lỗ khoan được xác định theo công thức :

$$\chi = 0,001 K p \Delta V \quad (13-12)$$

Trong đó :

K - hệ số cần nạp đầy lỗ khoan, khi đá có $f = 4 \div 10$ thì $K = 0,6 \div 0,7$; khi đá có $f = 10 \div 20$ thì $K = 0,7 \div 0,8$.

p - hệ số nạp thuốc đối với thuốc amônit thì $p = 1$.

Δ - mật độ thuốc nổ (tham khảo chương 11)

V - khối lượng thuốc nổ nạp trên 1 mét dài lỗ khoan (cm^3/m).

Ngoài ra ta cũng có thể xác định số lượng lỗ mìn trên mặt gương đào theo công thức thực nghiệm của B.M.Môxtcốp giới thiệu trong quy phạm ЦИИП III-Б-9-62 như sau :

$$N = K\sqrt{S} \quad (13-13)$$

Trong đó : K - hệ số phụ thuộc vào độ cứng của đá :

 khi $f = 8 \div 10$ thì $K = 10$

 khi $f = 15$ thì $K = 12$

 khi $f = 20$ thì $K = 14$.

Chiều sâu của các lỗ mìn rãnh được xác định theo công thức :

$$L_{kr} = \Phi B \quad (13-14)$$

hoặc : $L_{kr} = \Phi H \quad (13-15)$

Trong đó :

Φ - hệ số hạn chế : với lỗ mìn rãnh hình chêm $\Phi = 0,25 \div 0,66$, lỗ mìn rãnh hình chóp $\Phi = 0,50$, với lỗ mìn rãnh hình lăng trụ thì không hạn chế,

B - chiều rộng mặt đào;

H - chiều cao mặt đào.

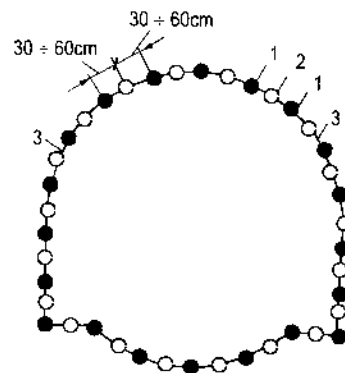
Bằng phương pháp nổ mìn thông thường trước đây, khối lượng công việc sửa hầm theo mặt cắt thiết kế khá lớn, làm cho thời gian thi công và giá thành đào đường hầm tăng nhiều.

Ngày nay người ta đã nghĩ ra nhiều biện pháp khác nhau để giảm bớt lượng đào sót ấy là :

- Để chừa lại theo chu vi mặt cắt thiết kế một lớp bảo vệ dày $50 \div 60\text{cm}$. Sau đó người ta sẽ khoan theo chu vi mặt cắt thiết kế các lỗ mìn có đường kính nhỏ hơn cách nhau 20cm . Các lỗ mìn này cứ cách nhau hai lỗ mới nạp thuốc một lỗ. Thuốc nạp trong lỗ mìn được nạp theo kiểu phân đoạn không khí với mật độ nạp thuốc $120 \div 150$ gam trên 1 mét dài.

- Biện pháp thứ hai cũng tương tự như biện pháp trên nhưng những quả mìn viên phân đoạn không khí ấy được gây nổ sau bằng kíp điện vì sai có $\Delta t > 100$ mili giây.

- Biện pháp thứ ba gọi là biện pháp nổ tạo viên trước với cách làm như sau : theo chu vi của mặt cắt thiết kế cứ cách nhau từ $30 \div 60\text{cm}$, người ta khoan những lỗ khoan đường kính $50 \div 60\text{mm}$. Các lỗ mìn được nạp thuốc cách nhau một lỗ (xem hình 13-8) và cho nổ trước để tạo viên theo mặt cắt thiết kế.



Hình 13-8. Sơ đồ mặt cắt nổ mìn theo phương pháp nổ tạo viên trước
1. Các lỗ mìn viên được nạp thuốc;
2. Các lỗ khoan tạo viên không nạp thuốc;
3. Vết nứt tạo viên sau khi nổ tạo viên trước.

Sau đó mới cho nổ mìn phá đào đường hầm.

Phương pháp nổ tạo viên này rất có hiệu quả, khi đào đường hầm trong các loại đá phún xuất và đá trầm tích đồng chất ít nứt nẻ, còn đối với loại đá mềm yếu, nứt nẻ nhiều hoặc có các vết nứt kiến tạo phân tầng phân lớp thì không nên dùng.

IV. Chọn máy khoan

Việc chọn kiểu máy khoan phụ thuộc rất lớn vào kích thước mặt cắt đường hầm, độ cứng của đá, chiều sâu lỗ khoan và tốc độ khoan yêu cầu. Trường hợp đào đường hầm có mặt cắt thoáng có thể tham khảo bảng 13-3.

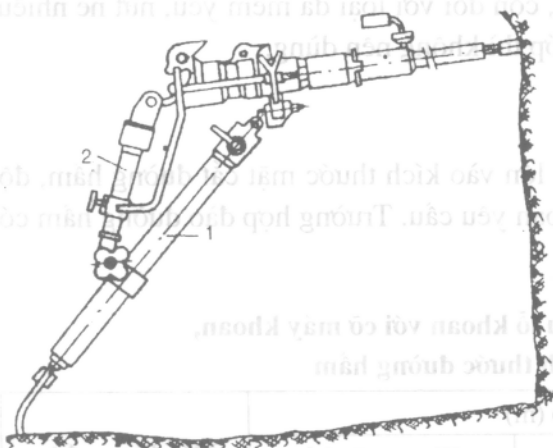
Bảng 13-3. Quan hệ giữa độ sâu lỗ khoan với cỡ máy khoan, độ cứng của đá và kích thước đường hầm

Hệ số độ cứng f của đá	Máy khoan hơi ép (m)												Máy khoan điện			
	Khoan cỡ lớn < 90kg				Khoan cỡ vừa 35 kg				Khoan cỡ nhỏ < 20 kg							
	Đường kính hoặc bề rộng đường hầm															
	2,0	2,5	3,0	4,0	2,0	2,5	3,0	4,0	2,0	2,5	3,0	4,0	2,0	2,5	3,0	4,0
20	0,6	0,8	1,0	1,0	0,6	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-
15	0,6	0,8	1,1	1,1	0,6	0,8	1,0	1,7	0,6	0,8	1,0	1,0	-	-	-	-
10	1,0	1,3	1,6	2,1	1,0	1,3	1,5	1,5	1,0	1,2	1,2	1,0	-	-	-	-
6	1,1	1,4	1,8	2,1	1,1	1,4	1,8	2,0	1,0	1,3	1,5	1,2	-	-	-	-
3	1,5	2,0	2,5	3,0	1,5	1,9	2,8	3,0	1,5	1,9	2,3	2,5	1,5	1,9	2,3	3,0
2	1,5	2,0	2,5	3,0	1,5	1,9	2,8	3,0	1,5	1,9	2,3	2,5	1,5	1,9	2,3	3,0
1	1,5	2,0	2,5	3,0	1,5	1,9	2,8	3,0	1,5	1,9	2,3	2,5	1,5	1,9	2,3	3,0

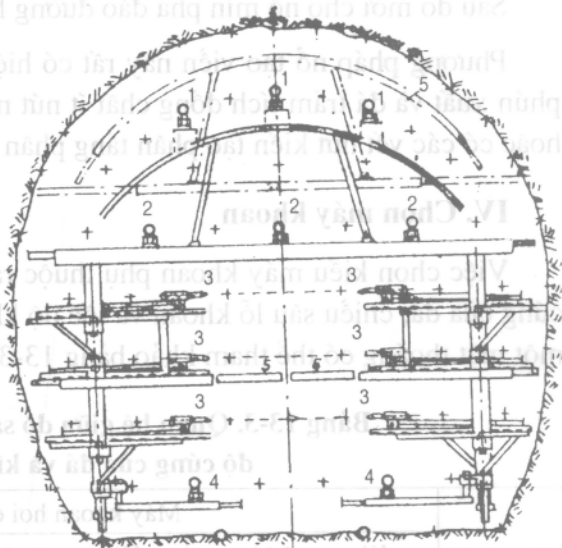
Nhìn chung : Khi khoan đào đường hầm có mặt cắt nhỏ thường dùng những loại khoan tay có giá điều khiển bằng hơi ép (hình 13-9).

Trường hợp đào những đường hầm có mặt cắt lớn, người ta phải dùng những giàn khoan có 2, 3, 4, 5 tầng, các tầng cao cách nhau $2 \div 2,5m$. Trên mỗi tầng đặt $3 \div 4$ máy khoan. Giàn khoan này có thể đặt trực tiếp trên ô tô hoặc máy kéo để chạy tự hành, cũng có thể đặt trên đường ray, muốn dịch chuyển phải đẩy bằng máy kéo. Số lượng máy khoan đặt trên giàn khoan được xác định trên cơ sở số lượng lỗ khoan mà mỗi máy khoan phải khoan. Khi mặt cắt gương đào nhỏ hơn $100m^2$ thì mỗi máy khoan phải khoan $5 \div 7$ lỗ, khi diện tích gương đào lớn hơn $100m^2$ thì mỗi máy khoan phải khoan $7 \div 8$ lỗ trong 1 đợt (xem hình 13-10).

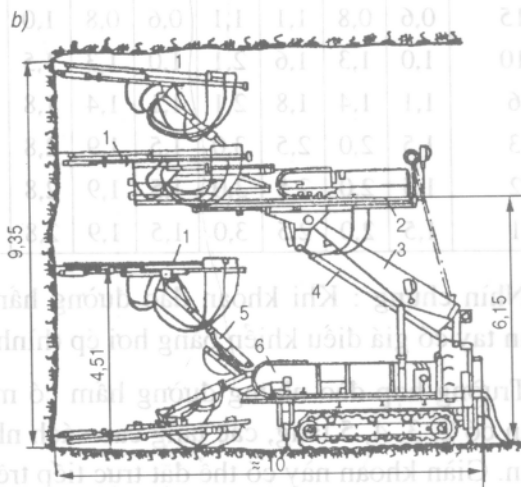
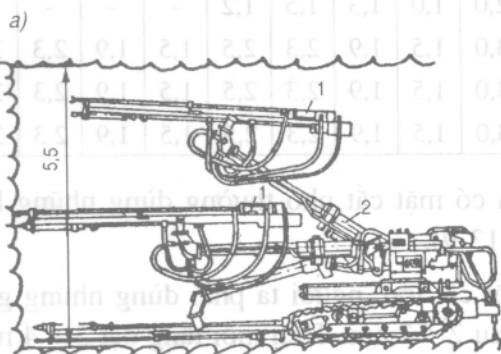
Người ta đã chế tạo được 1 tổ hợp các máy khoan chuyên dùng đặt trên máy kéo bánh xích gọi là trạm máy khoan tự hành kiểu CBY của Liên xô. Loại CBY-2 trên đó đặt 2 máy khoan có thể khống chế khoan đường hầm cao 5,5m, rộng 6,0m tại vị trí đứng của trạm. Loại CBY-4 gắn 4 máy khoan có thể khống chế khoan đường hầm cao 11,0m; rộng 7,0m tại 1 vị trí đứng của trạm (xem hình 13-11).



Hình 13-9. Máy khoan tay đặt trên giá khoan điều khiển bằng hơi ép
1. Pít tông chính ; 2. Pít tông phụ.



Hình 13-10. Giàn khoan
1 ÷ 4. Máy khoan ; 5. Tầng có thể nâng hạ được



Hình 13-11. Trạm máy khoan tự hành

a) Trạm máy khoan tự hành CBY-2 : 1. Máy khoan ; 2. Tay máy khoan;

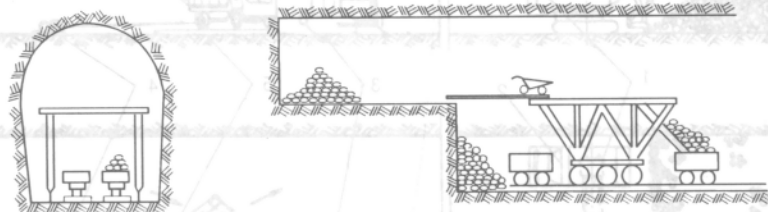
b) Trạm máy khoan tự hành CBY-4 : 1. Máy khoan ; 2. Tầng trên;

3. Cản máy khoan ; 4. Thanh kéo ; 5. Tay máy khoan; 6. Cơ cấu quay phải trái.

§13.4. CÔNG TÁC MÔI XÚC VÀ VẬN CHUYỂN ĐẤT ĐÁ

Trong quá trình đào đường hầm, việc môi xúc và vận chuyển đất đá là công việc nặng nhọc và khó khăn nhất, nó khống chế tốc độ đào đường hầm. Thường dùng hai phương pháp : thủ công và cơ giới. Khi đào đường hầm mặt cắt nhỏ, cường độ thi công

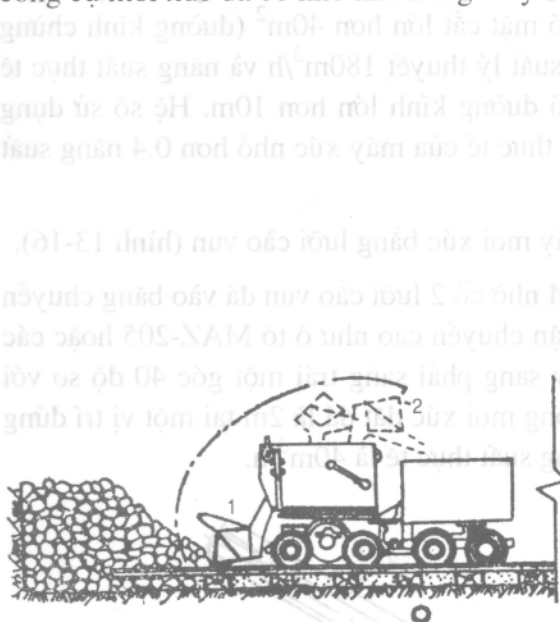
yêu cầu thấp và điều kiện cung cấp thiết bị gặp khó khăn có thể dùng sức người kết hợp bốc giàn công tác để giảm bớt sức lao động khi xúc đổ vào xe và nâng cao được năng suất lao động (hình 13-12).



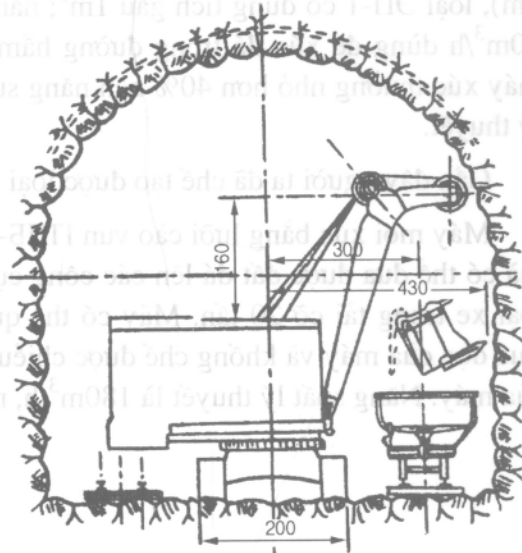
Hình 13-12. Dùng giàn công tác đổ đá vào xe vận chuyển

I. Thiết bị moi xúc

Trường hợp yêu cầu tốc độ đào đường hầm cao, bắt buộc phải sử dụng các thiết bị cơ giới để moi xúc đất đá. Khi mặt cắt đường hầm nhỏ (nhỏ hơn $6 \times 6,5\text{m}$) phải chọn các công cụ moi xúc đá cỡ nhỏ như xẻng máy chạy bằng điện hoặc hơi ép (hình 13-13).



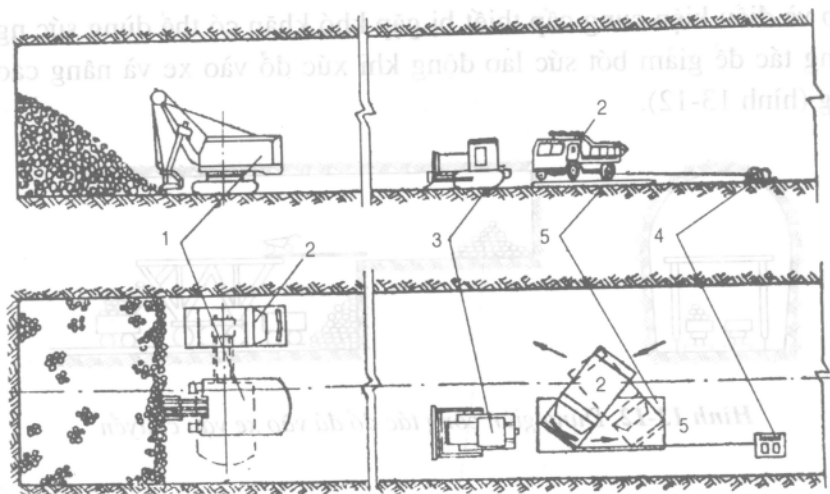
Hình 13-13. Xẻng máy chạy bằng hơi ép
1. Khi xúc đá ; 2. Khi đổ đá



Hình 13-14. Máy xúc cần ngắn phối hợp với xe goòng (đơn vị cm)

Xẻng máy này được đặt trên đường ray, có thể xúc sang hai phía phải và trái 1 góc 30° so với trục dọc của xe. Khi xúc đầy gầu xẻng được nâng qua thân xe đưa ra phía sau đổ trực tiếp vào xe goòng vận chuyển, xẻng này có năng suất thực tế là $10\text{m}^3/\text{h}$.

Khi mặt cắt đường hầm lớn (lớn hơn $6 \times 6,5\text{m}$) có thể dùng loại máy xúc cần ngắn phối hợp với xe goòng (hình 13-14) hoặc phối hợp với ô tô (hình 13-15).



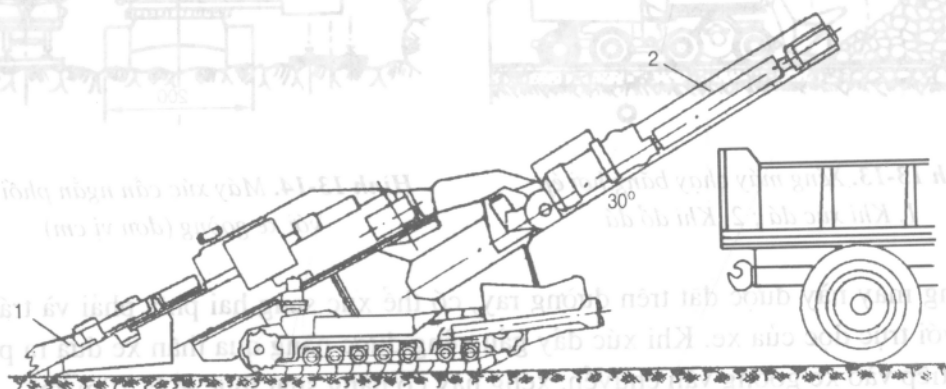
Hình 13-15. Máy xúc phối hợp với ô tô tự đổ

1. Máy xúc ; 2. Ô tô ; 3. Ủi ; 4. Tời ; 5. Tấm sắt để quay ô tô.

Loại máy xúc cần gạt Ξ -7515 có dung tích gầu $0,75 \text{ m}^3$ có năng suất lý thuyết $90 \text{ m}^3/\text{h}$ chỉ dùng để xúc trong đường hầm có mặt cắt lớn hơn 40 m^2 (đường kính chùng 7 m), loại $\Xi\Pi$ -1 có dung tích gầu 1 m^3 ; năng suất lý thuyết $180 \text{ m}^3/\text{h}$ và năng suất thực tế $40 \text{ m}^3/\text{h}$ dùng để xúc đá trong đường hầm có đường kính lớn hơn 10 m . Hệ số sử dụng máy xúc thường nhỏ hơn 40% nên năng suất thực tế của máy xúc nhỏ hơn $0,4$ năng suất lý thuyết.

Gần đây người ta đã chế tạo được loại máy moi xúc bằng lưỡi cào vun (hình 13-16).

Máy moi xúc bằng lưỡi cào vun $\Pi\text{H}\text{B}$ -3M nhờ có 2 lưỡi cào vun đá vào băng chuyền mà có thể đưa được đất đá lên các công cụ vận chuyển cao như ô tô MAZ-205 hoặc các loại xe trọng tải cỡ 20 tấn. Máy có thể quay sang phải sang trái một góc 40° so với trục dọc của máy và không chế được chiều rộng moi xúc đất đá là 2 m tại một vị trí đứng của máy. Năng suất lý thuyết là $180 \text{ m}^3/\text{h}$, năng suất thực tế là $40 \text{ m}^3/\text{h}$.



Hình 13-16. Máy moi xúc bằng lưỡi cào vun kiểu $\Pi\text{H}\text{B}$ -3M (Liên xô)

1. Hai lưỡi cào vun đá ; 2. Băng chuyền.

II. Thiết bị vận chuyển

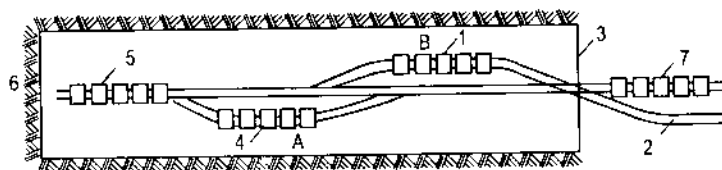
Thiết bị vận chuyển đất đá khi đào đường hầm thường dùng hai loại chính là ô tô và xe goòng.

- Vận chuyển bằng ô tô : có ưu điểm là cơ động, giá thành làm đường vận chuyển rẻ và nhanh chóng, năng suất cao. Nhược điểm là tốn nhiên liệu, khi chiều rộng đường hầm lớn hơn hai lần chiều dài ô tô thì xe có thể tự quay đầu ngược lại dễ dàng, trường hợp chiều rộng hầm nhỏ, xe quay đầu lại khó khăn thì phải dùng 1 tấm kim loại có kích thước $5 \times 3\text{m}$, dày $15 \div 20\text{mm}$ và 1 tời cỡ 3 tấn để giúp xe ô tô quay đầu ngược lại (xem hình 13-15). Trường hợp đường hầm rộng nhưng thấp không dùng máy xúc được có thể dùng xẻng máy để vừa xúc vừa vận chuyển đất đá.

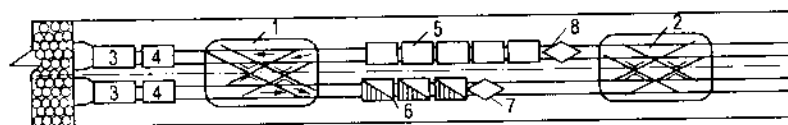
- Vận chuyển bằng đường goòng: có ưu điểm là ít tốn nhiên liệu và ít làm ô nhiễm không khí trong đường hầm nhưng công tác chuẩn bị đường dài và tốn kém, ít cơ động. Tuy nhiên phương pháp vẫn được dùng nhiều khi đường hầm có mặt cắt nhỏ (bé hơn $6 \times 6,5\text{m}$). Đường hầm cần làm dốc ra phía cửa với độ dốc nhỏ hơn 3%, thường dùng đường ray khổ hẹp có kích thước 600, 750 và 900mm. Khi làm đường ray 1 chiều thì cứ cách $300 \div 400\text{m}$ phải làm một ga tránh.

Để kéo dài đoạn đường ray ở gần mặt gương đào người ta thường làm thêm 1 đoạn đường ray lắp ghép di động để cho xe goòng có thể tiếp cận với công cụ bốc xúc hơn mỗi khi máy bốc xúc dịch chuyển lên phía trước.

Việc tổ chức lấy đá của xe goòng tại mặt gương đào trên đường ray có thể xem hình 13-17a và b.



Hình 13-17a. Bố trí đường 1 chiều có ga tránh
1. Xe chở đá ; 2. Đường tránh (ghé); 3. Cửa hầm;
4. Xe không ; 5. Xe đang lấy đá ; 6. Xe đang đổ đá.



Hình 13-17b. Bố trí xe ra vào tại mặt gương đào trên đường đôi.
1, 2. Đường tránh (ghé); 3. Thiết bị moi xúc ; 4. Xe đang lấy đá;
5. Xe không ; 6. Xe chở đá ; 7, 8. Đầu máy.

Việc chọn dung tích xe goòng phải thích hợp với khổ rộng của đường ray (xem hình 13-18).

Xe goòng có loại tự chạy được bằng điện có công suất 2kW điện thế 45V và sức kéo 210kG. Nếu xe goòng không tự chạy được thì phải kiểm tra khả năng kéo của đầu máy để lắp số lượng xe goòng cho thích hợp. Thường đầu máy chạy bằng điện 1 chiều có công suất 20 và 30kW, điện thế 120V, sức kéo 1150 kG và 1800kG, ứng với trọng lượng đầu máy nặng 8T và 12T...

Tóm lại khi thiết kế tổ chức thi công moi xúc và vận chuyển đất đá trong đường hầm cần chú ý xét tới những nhân tố sau :

- Bãi đổ đá không nên xa miệng hầm quá ;
- Cao trình bãi đổ đá nên thấp hơn cao trình đường hầm ;
- Bãi đổ đá tương đối lớn, tránh phải dịch chuyển đường vận chuyển nhiều lần.
- Việc chuyên chở đá và đổ đá cũng như bốc xúc đá không được cản trở lẫn nhau và không ảnh hưởng đến thi công công trình khác.

§13.5. CÔNG TÁC CHỐNG ĐỔ ĐƯỜNG HẦM

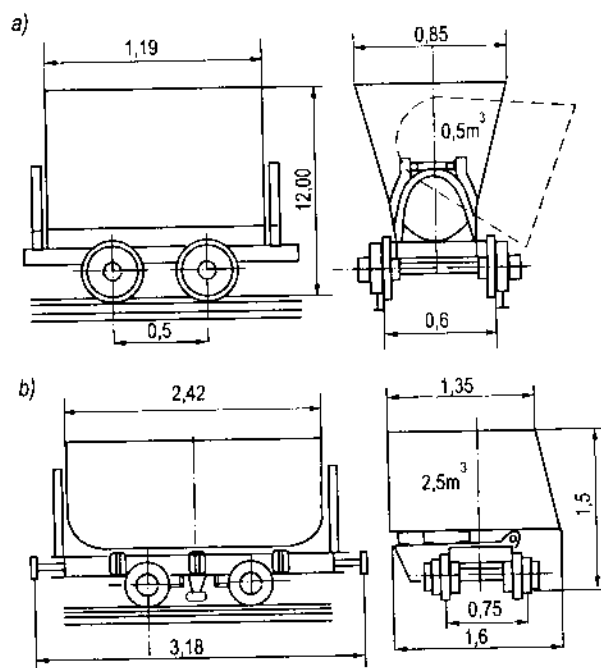
Để đề phòng bị sụt lở hoặc có đất đá rơi xuống, cần phải tiến hành chống hầm. Chỉ khi tình hình địa chất tốt cho phép không cần chống mới thôi.

Việc chống đỡ hầm có thể dựa vào vật liệu dùng và hình thức kết cấu mà phân thành các loại sau :

1. Căn cứ vào vật liệu dùng chia thành các loại chống : chống gỗ, chống sắt, chống bê tông cốt thép đúc sẵn và chống bằng đinh ghim (an ke) hoặc có thể phụt vữa xi măng thay chống.

2. Căn cứ vào kết cấu chia thành các loại : chống kiểu khung, vòm và kiểu hình quạt.

Khi chọn vật liệu và kiểu chống phải dựa vào khả năng cung cấp vật liệu, điều kiện thi công. Nói chung phải thoả mãn các yêu cầu sau :



Hình 13-18. Các loại xe goòng lật được
a) Loại goòng 0,5m³ trên đường ray 600mm ;
b) Loại goòng 2,5m³ trên đường ray 700mm.

a) Chịu được áp lực của đất đá, bảo đảm hầm không bị sụt lở;

b) Lắp ráp dễ dàng, thay đổi thuận tiện ;

c) Không trở ngại hoặc trở ngại ít đến các công tác khác trong hầm ;

d) Giá thành rẻ nhất.

Sau khi đào nên đảm bảo chống xong trước khi áp lực của vòm đất đá đạt đến mức nguy hiểm. Kết cấu của chống cần phải chặt chẽ, truyền lực tốt. Qua từng thời gian phải kiểm tra.

I. Chống bằng gỗ

Gỗ dùng để chống cần đảm bảo yêu cầu : lượng ngậm nước không quá 23% có độ dẻo nhất định, độ dài và độ sâu của khe nứt phải phù hợp với yêu cầu của quy phạm.

1. Chống kiểu khung (hình 13-19)

Đặc điểm kiểu chống này đơn giản, số thanh chống ít. Nó thường dùng cho loại hầm có mặt cắt không lớn như hầm dẫn, hầm gạch.

Hình 13-19. Chống đỡ bằng gỗ kiểu khung cửa

a) Mặt cắt ngang ;

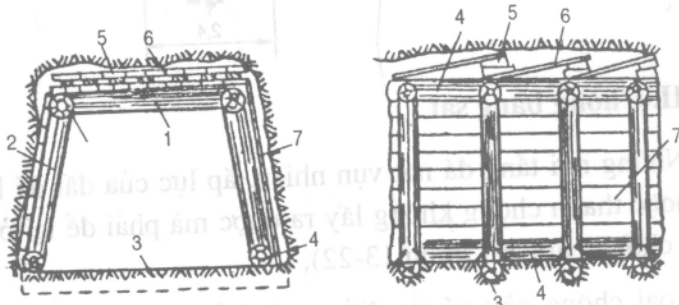
b) Mặt cắt dọc ;

1. Xà ngang; 2. Cột chống;

3. Xà ngang dưới; 4. Xà dọc;

5. Đệm; 6. Bản che đỉnh;

7. Bản chắn tường bên.



2. Chống kiểu vòm (hình 13-20)

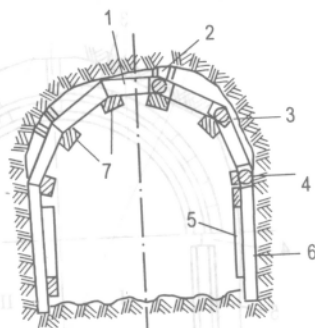
Gỗ được ghép thành các khung giá hình cung, hình gấp khúc, chủ yếu là lợi dụng kết cấu vòm là loại kết cấu chịu lực tốt.

Kiểu chống đỡ này có những ưu điểm sau:

a) Tay chống phần lớn chịu lực nén do vậy tiết diện tay chống nhỏ, kết cấu đơn giản, ít tốn vật liệu;

b) Tay chống tương đối ngắn, nhẹ, tiện cho việc vận chuyển và lắp ghép;

c) Giàn chống nhỏ, ít ảnh hưởng đến công tác khác.



Hình 13-20. Chống kiểu vòm

1. Gỗ vòm; 2. Đệm; 3. Bản chắn;
4. Xà dọc; 5. Giằng nghiêng; 6. Cột chống.

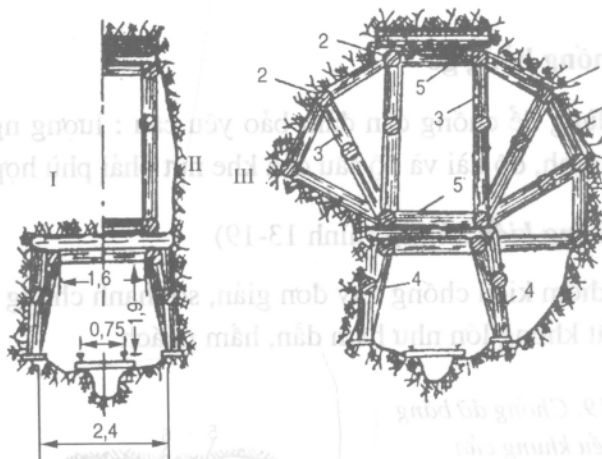
Chú ý : Kiểu cấu vòm phải tiếp xúc chặt với đá, nếu cần phải dùng gỗ đệm. Kiểu này thường dùng cho loại đá tương đối cứng, mặt cắt đường hầm không lớn lắm.

3. Chống kiểu hình quạt (hình 13-21)

Có thể đào đến đâu chống đỡ đến đó, do vậy thích hợp với loại địa chất tương đối xấu, đá vỡ vụn. Nhưng loại này kết cấu phức tạp, tốn vật liệu lại chiếm khoảng không gian tương đối lớn.

Hình 13-21. Chống kiểu hình quạt

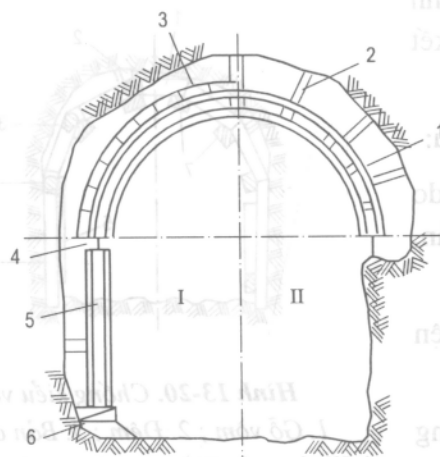
1. Bản đỡ ; 2. Xà dọc ;
3. Chống ; 4. Cột chống ;
5. Xà ngang ;
- I, II, III, IV. Trình tự đào (m) đơn vị.



II. Chống bằng sắt

Những nơi tầng đá nát vụn nhiều, áp lực của đất đá lớn, có thể gỗ không chống đỡ nổi hoặc thanh chống không lấy ra được mà phải để lại ở chu vi mặt cắt đường hầm thì dùng chống bằng sắt (hình 13-22).

Loại chống này có ưu điểm: có thể chịu lực lớn, chiếm khoảng không gian nhỏ. Nhược điểm là giá thành cao.



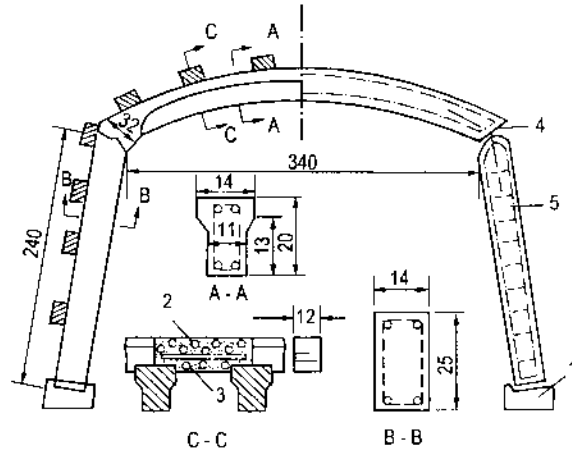
Hình 13-22. Chống bằng sắt

- I - nửa mặt cắt có cột chống ;
- II - nửa mặt cắt không có cột chống.
1. Đệm liên kết ; 2. Gối đỡ ; 3. Bản đỡ ;
4. Xà đỡ chữ I ; 5. Cột chống ; 6. Chêm

III. Chống bằng bê tông cốt thép

Khi áp lực của đất đá lớn, cột chống cần để lại, vật liệu sắt thép thiếu thì dùng bê tông cốt thép đúc sẵn có khả năng chịu lực lớn, nhưng kiểu này kết cấu nặng, khó khăn cho việc vận chuyển và lắp ráp (hình 13-23).

Việc tính toán các loại chống bằng gỗ, sắt, bê tông ở trên phải dựa vào các tài liệu kết cấu thép, gỗ, bê tông để tính.



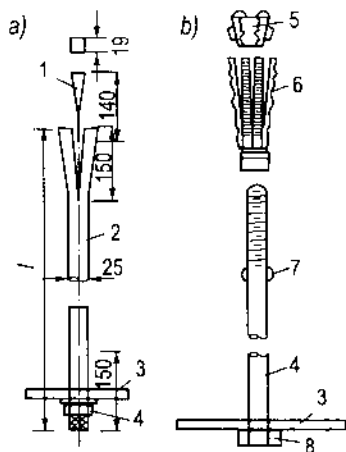
Hình 13-23. Chống bằng bê tông cốt thép

1. Đệm chêm ; 2. Cốt tre ; 3. Đệm gỗ ;
4. Mối nối cốt thép tàu điện (đơn vị cm).

IV. Chống bằng anke

Dùng anke dài để gắn các tầng đá không chắc ở xung quanh đỉnh hầm với lớp đá rắn

chắc bên trong tạo thành vòm vững chắc. Loại chống đỡ này thích hợp với loại đá có độ cứng trung bình, có thể có nứt nẻ hoặc các tầng đá có vết nứt kiến tạo hình phiến. Chiều dài anke và khoảng cách giữa các anke phải được xác định qua tính toán, song thường gặp các anke có chiều dài từ 1,5÷3,5m, khoảng cách giữa các anke từ 1÷2m. Trường hợp đặc biệt khi dùng anke để chống các hầm gian máy của nhà máy thủy điện ngầm có khẩu độ lớn và cao thì chiều dài anke có thể tới 5÷6m hoặc dài hơn.



Hình 13-24. Cấu tạo anke (đơn vị mm)

- a) Anke có nêm chốt; b) Anke có vòng chốt
1. Chêm ; 2. Thân anke ; 3. Miếng đệm;
4. Mũ ốc (ê cu); 5. Mũ ốc hình chóp;
6. Vòng chốt ; 7. Chốt ; 8. Đầu mũ anke

Yêu cầu ở mặt ngoài tường hầm trên dưới 3m phải có tầng đá vững chắc $f \geq 4$.

Thường dùng 2 kiểu anke : nêm chốt và vòng chốt (hình 13-24).

Anke kiểu nêm chốt : đem đỉnh mà đầu đã nhét nêm cho vào lỗ đã khoan đến một độ sâu nhất định của tầng đá chắc. Dùng búa nện vào đỉnh làm cho nêm chặt vào đầu đinh, đầu đinh nở ra tạo thành cái mấu giữ chặt đinh với lớp đá rắn chắc.

Anke kiểu vòng chốt gồm có : thân đinh, đầu mũ đinh có 4 nhánh và vòng chốt.

Khi đóng dem đỉnh đã lắp sẵn đầu mũ và vòng sắt nhét vào lỗ khoan đến tầng đá rắn chắc bên trong rồi tiến hành xoay thân đỉnh, vòng chốt có ren ốc sẽ tiến sâu dần vào đỉnh, vòng chốt này sẽ đẩy các ngành ở đầu đỉnh duỗi ra khiến đỉnh bám chắc vào đá.

Ngoài hai loại anke trên, người ta còn dùng loại thép có gờ chôn vào lỗ khoan rồi dùng vữa bê tông ép vào khoảng trống giữa lỗ khoan và thép gờ, làm cho thép gờ (thân anke) được dính kết chặt với tầng đá.

Ưu điểm của loại chống này là không chiếm khoảng không gian nào nhưng nhược điểm là tốn sắt thép. Nội dung việc tính toán anke chủ yếu là xác định được chiều dài l của anke và khoảng cách a giữa các anke

Theo phương pháp của Viện nghiên cứu Liên Xô :

Chiều dài anke được tính theo công thức :

$$l \geq 1,25 h_{ph} \tag{13-16}$$

Trong đó : h_{ph} - chiều dài lớp đá của vùng bị phá hoại xung quanh đường hầm được tính:

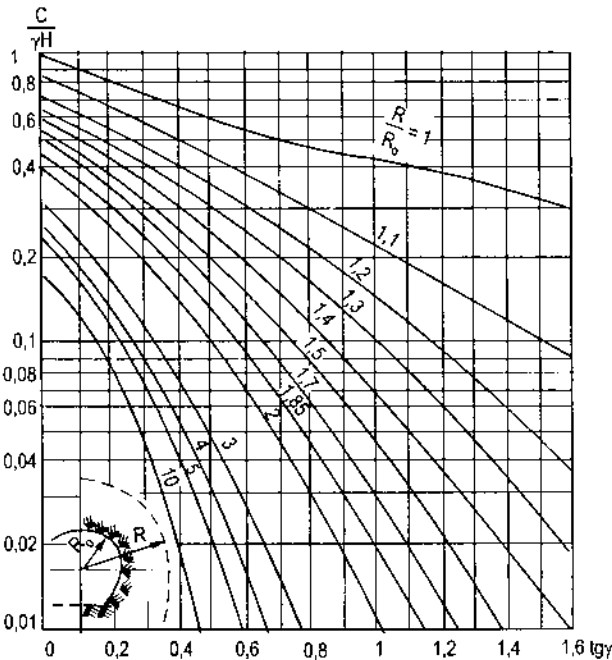
$$h_{ph} = R - R_0 = R_0 \left(\frac{R}{R_0} - 1 \right) \tag{13-17}$$

Ở đây : R - bán kính vùng đá bị phá hoại ;

R_0 - bán kính vòm.

Đại lượng R/R_0 có thể được xác định tại hiện trường bằng phương pháp siêu âm, hoặc có thể theo biểu đồ hình 13-25 của kỹ sư Taxốp.

Hình 13-25. Biểu đồ xác định đại lượng $\frac{R}{R_0}$



Trên biểu đồ có đại lượng $\text{tg}\varphi$ và $\frac{C}{\gamma.H}$, trong đó : φ là góc ma sát trong của vùng đá bị phá hoại theo bảng 13-4

Bảng 13-4

Loại đá	Góc ma sát trong φ (độ) ở vùng đá bị phá hoại	
	Theo П.М Цимбаревил	Theo В.М Мостков
Phiến thạch sét, cuội kết lẫn sét, đá tốp	50 ÷ 70	30 ÷ 45
Phiến thạch rắn chắc, đá vôi, các kết cứng vừa.	70 ÷ 80	45 ÷ 60
Goranit, gabrô, thạch anh, đá fenspat	80 ÷ 85	50 ÷ 65
Đôrít, quắc zit, bazan	85 ÷ 87	65 ÷ 75

C - lực dính kết trong đá ;

γ - khối lượng riêng của đá

H - chiều sâu kể từ đỉnh vòm tới mặt đất tự nhiên.

Lực dính kết C trong đá có thể tính theo С.С. Давидов như sau :

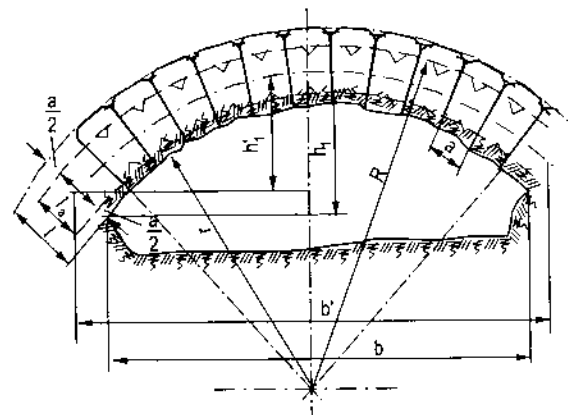
$$C = 5f \approx 5\text{tg } \varphi \quad (13-18)$$

Khoảng cách a giữa các anke được xác định từ điều kiện làm việc của vòm đá (hình 13-26).

Chiều dày của vòm đá sinh ra áp lực chủ động tính theo các dải đá hình tam giác giữa các anke :

$$l_a = l - a \quad (13-19)$$

Lực ép của vòm đá được tính theo công thức :



Hình 13-26. Chống bằng anke (đỉnh ghim)
(sẽ tạo thành vòm đá chịu tải trọng)

$$H = \frac{q(b')^2}{8h'_1} = \frac{qb'}{8h'_1} b', \quad (13-20)$$

Trong đó : b' và h'_1 - khẩu độ và độ vồng của vòm đá ;

q - tải trọng của đá lên vòm tính theo công thức :

$$q = K_1 \lambda R_0 \quad (13-21)$$

Ở đây : K_1 phụ thuộc vào góc ma sát trong φ của đá và tỷ số R/R_0 xác định theo biểu đồ 13-27.

Từ hình 13-26 ta có :

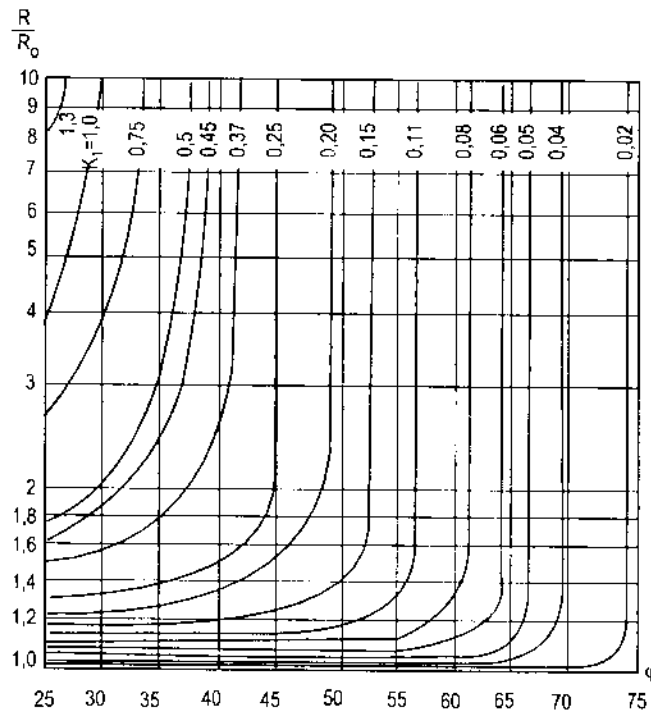
$$b' \approx b + l \quad (13-22)$$

và:
$$\frac{b'}{h_1} = \frac{b}{h_1} \quad (13-23)$$

Như vậy :
$$H = \frac{q (b + l) b}{8h_1} \quad (13-24)$$

Nếu gọi $[\sigma]$ là cường độ chịu nén cực hạn của đá thì áp lực lớn nhất được tính theo công thức :

$$H_{\max} = \frac{[\sigma] l_a}{2} \quad (13-25)$$



Hình 13-27. Biểu đồ xác định hệ số K_1 .

Từ đây ta có thể xác định khoảng cách giữa các anke :

$$a \leq l - l_a = l - \frac{q(b + l)b}{4h_1 [\sigma]}, \quad (13-26)$$

Đại lượng $[\sigma]$ của vùng đá bị phá hoại có thể lấy theo bảng 13-5.

Bảng 13-5

Loại đá	Ứng lực nén cho phép $[\sigma]$ T/m ³
Loại đá yếu (túp, đá torakhit...)	40
Đá cứng vừa (cát kết, đá vôi...)	60
Đá cứng (gơnai, granít, pocsfia...)	100
Đá rất cứng (thạch anh, granít hạt mịn)	200

Sau khi tính được a theo công thức (13-26) ta kiểm tra a theo :

- Điều kiện ổn định của đá giữa 2 anke :

$$a \leq \frac{1}{3} \sqrt{\frac{C}{q}}, \quad (13-27)$$

- Khả năng chịu kéo của anke (Q_k) :

$$Q_k \geq kqa^2 \quad (13-28)$$

Trong đó :

$k = 1,5 \div 2,0$ - hệ số an toàn.

C - lực dính kết.

$Q_k = 5 \div 12T$ phụ thuộc tính chất của đá, kết cấu của vòm, chiều dài và đường kính của anke...

So sánh 3 giá trị trên của a và chọn $a_{\min}$.

§13.6. NHỮNG CÔNG TÁC PHỤ TRỢ

Những công việc phụ khi thi công đường hầm là thông gió, thoát nước, ánh sáng, đào cạy đá long rời xung quanh vách đào...

I. Thông gió

Tác dụng tiêu hết hơi độc và bụi bẩn sau khi nổ mìn và cả trong thời gian thi công. Thay đổi nhiệt độ và không khí trong hầm, bảo vệ sức khỏe cho những người làm việc.

Thông gió thường dùng hai biện pháp : thông gió thiên nhiên dùng cho những đường hầm dài không quá 40m và thông gió nhân tạo cho đường hầm dài.

Khi đào thường gặp những loại khí độc : CO_2 , CO , H_2S , SO_2 , NO , bụi SiO_2 ... Nồng độ cho phép của chúng trong không khí tham khảo bảng 13-6.

Bảng 13-6

Các loại khí độc	Nồng độ giới hạn cho phép	
	% theo thể tích	mg/m ³
H ₂ S	0,00066	-
CO	0,0016	-
CO ₂	0,50	-
NO thặng dư N ₂ O ₃	0,0001	-
SO ₂	0,00066	-
Mê tan NH ₄	0,5 ÷ 1,0	-
Bụi chứa SiO ₂ tự do > 70%	-	1
10 ÷ 70%	-	2
< 10%	-	4
Bụi xi măng và các bụi khác	-	6

Thông gió nhân tạo chia làm 3 kiểu (hình 13-28).

1. Thổi gió vào (hình 13-28a). Loại này khó tiêu hết bụi.
2. Hút gió ra (hình 13-28b). Kiểu này hút không khí mới vào chậm.
3. Kiểu hỗn hợp (hình 13-28c). Loại này tránh được hai nhược điểm trên nhưng lại cần nhiều thiết bị bơm. Có thể chỉ dùng một bơm nhưng phải lắp thêm van hai chiều để bơm hỗn hợp (hình 13-29).

Lượng không khí cần tính toán để chọn máy bơm khi thông gió đường hầm có thể xác định theo những cách sau :

- a) Chọn theo số người cùng làm việc trong đường hầm :

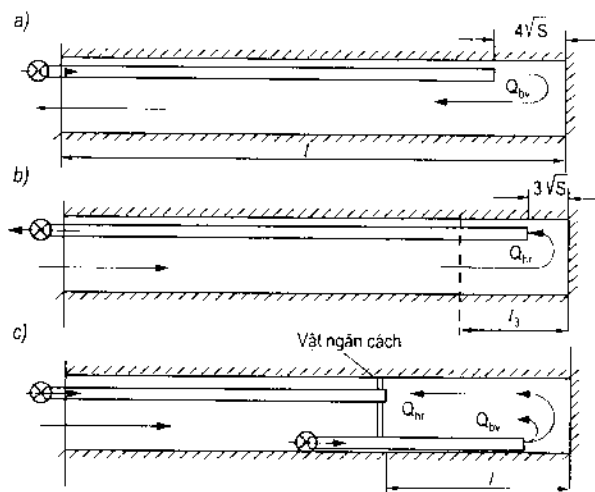
$$Q = qn, (\text{m}^3/\text{phút}) \quad (13-29)$$

Trong đó : n - số lượng công nhân lớn nhất cùng làm việc trong hầm ;

$q \geq 6\text{m}^3/\text{phút}$ - lượng không khí cần thiết cho 1 công nhân trong 1 phút.

Hình 13-28. Các sơ đồ thông gió nhân tạo

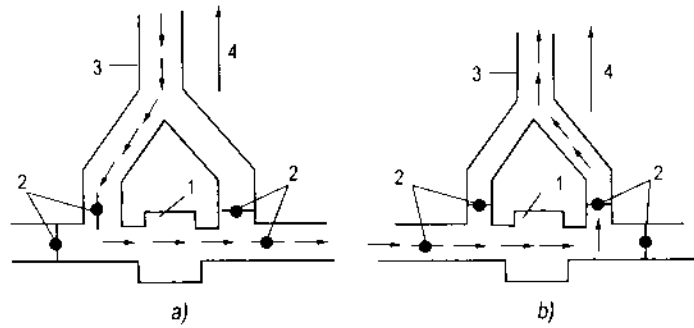
- a) Kiểu bơm vào ;
b) Kiểu hút ra ;
c) Kiểu hỗn hợp.



Hình 13-29. Sơ đồ làm việc của van hai chiều

- a) Khí hút gió ra ;
b) Khí thổi gió vào.

1. Máy thổi gió; 2. Các van;
3. Ống dẫn hơi;
4. Hướng đào hầm.



b) Chọn theo lượng khí độc do các động cơ diesel thải ra :

$$Q = (2 \div 3)N, (\text{m}^3/\text{phút}) \quad (13-30)$$

Trong đó : N - tổng công suất của tất cả các động cơ diesel cùng làm việc trong đường hầm (mã lực).

c) Tính theo tốc độ gió trung bình tối thiểu trong đường hầm :

$$Q = v_{\min}S, (\text{m}^3/\text{s}) \quad (13-31)$$

hoặc

$$Q = 0,25.60.S = 15.S, (\text{m}^3/\text{phút})$$

Trong đó :

$v_{\min}$ - tốc độ gió trung bình tối thiểu, $v_{\min} = 0,25\text{m/s}$.

S - diện tích mặt cắt gương đào (m^2).

d) Tính theo lượng khí độc do nổ mìn sinh ra :

- Chọn theo sơ đồ bơm không khí vào (theo B.H.Боронцов) :

$$Q_{b.v} = \frac{7,8}{t} \sqrt[3]{AS^2L^2}, (\text{m}^3/\text{phút}) \quad (13-32)$$

- Khi hút không khí ra (theo A.M.Ксенофонов) :

$$Q_{h.r} = \frac{6}{t} \sqrt{A.S(75 + A)}, (\text{m}^3/\text{phút}) \quad (13-33)$$

Trong đó :

A - lượng thuốc nổ của 1 vụ nổ (kg) ;

S - diện tích mặt cắt gương đào (m^2) ;

t - thời gian thông gió thường là $15 \div 20$ phút ;

L - khoảng cách từ cửa hầm tới gương đào (m).

Nếu:
$$L \geq 450 \frac{A}{S} = L_{th}, \quad (13-34)$$

Ở đây L_{th} - độ dài tới hạn.

Vì vậy có thể thay $L = L_{th}$ vào công thức 13-32.

Còn theo sơ đồ hút ra thì khoảng cách không ảnh hưởng của sự nổ phá L_z tính như sau :

$$L_z = \frac{75 + A}{S}, \quad (13-35)$$

Theo sơ đồ kiểu hỗn hợp thì lượng không khí phụ thuộc vào quãng cách / từ gương đào tới vật ngăn cách :

Khi $l < 50\text{m}$:

$$Q_{hh} = \frac{15,6}{l} \sqrt{ASl}, \text{ (m}^3\text{/phút)} \quad (13-36)$$

Khi $l \geq 50\text{m}$:

$$Q_{hh} = \frac{112}{l} \sqrt{AS}, \text{ (m}^3\text{/phút)} \quad (13-37)$$

Trong đường hầm thường dùng loại ống thông gió bằng thép có $d = 400 \div 1200\text{mm}$. Trường hợp dùng phương pháp thổi gió vào người ta cũng hay dùng loại ống bằng cao su, bằng chất dẻo hoặc vải bạt dày có đường kính $d \leq 600\text{mm}$.

Máy bơm cần được chọn sao cho thích hợp với lưu lượng không khí yêu cầu có xét đến sự tổn thất trong hệ thống thông gió.

Nếu trong đường hầm có hơi độc đặc biệt thì phải xử lý và phòng ngừa như :

- Dùng nước vôi trong hoặc nước vôi phun vào mặt gương đào và vách hầm để hút các hơi độc.
- Dùng loại thuốc nổ ít hơi độc, dùng kíp điện để gây nổ bằng điện, tăng độ dài khoảng nút lỗ mìn và nút lỗ mìn bằng ống nhựa (chất dẻo) chứa đầy nước.
- Không dùng loại máy hơi nước hoặc động cơ đốt trong và không đốt các loại đèn dầu trong đường hầm.

II. Thoát nước

Khi xây dựng đường hầm có thể gặp những tầng đá chứa nhiều nước ngầm gây khó khăn cho thi công. Nếu đường hầm có độ dốc thuận tiện, lượng nước lại ít ta dùng mương tự chảy có độ rộng đáy $0,5 \div 0,7\text{m}$, sâu $0,4 \div 0,5\text{m}$. Nếu lượng nước ngầm trong hầm lớn hơn, lại không có điều kiện trên thì dùng giếng tích nước rồi dùng bơm hút đi. Cứ cách 50m lại đào một giếng dài $2,0\text{m}$, rộng và sâu $0,8 \div 1,0\text{m}$.

Năng suất của máy bơm cần lớn hơn lượng nước ngầm ra lớn nhất từ $30 \div 50\%$ và nên dự trữ từ $50 \div 100\%$ số máy bơm. Tùy điều kiện thiết bị và lượng nước ngầm lớn hay nhỏ còn có thể dùng sức người, hoặc máy hút nước quay tay nhưng hướng chủ yếu là sử dụng máy.

Nếu $Q_{thăm} \geq 0,25\text{m}^3/\text{s}$ người ta thường nghiên cứu dùng các biện pháp sau: hạ thấp mực nước ngầm bằng bơm kim, vật thoát nước, ống lọc, hoặc khoan phun xi măng vào đá...

III. Ánh sáng

Dọc đường hầm và mặt công tác cần phải có thiết bị chiếu sáng. Ánh sáng trong đường hầm phải đạt được các yêu cầu sau : không hại sức khoẻ, không làm giảm lượng ô xy trong hầm, không sinh ra hơi độc, nếu gặp các chất dễ cháy hoặc dễ nổ không gây ra nguy hiểm, bảo đảm đủ ánh sáng trong đường hầm để đảm bảo an toàn và năng suất lao động.

Ánh sáng thường dùng là điện với thế hiệu $12 \div 36$ vôn là an toàn. Bảng dưới đây cho số hiệu tham khảo về khoảng cách, độ cao, độ sáng của bóng đèn.

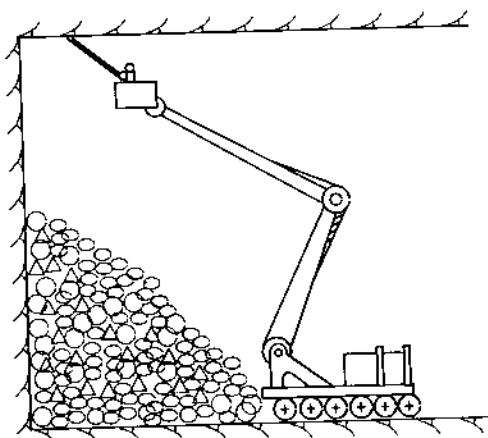
Bảng 13-7. Yêu cầu chiếu sáng của đường hầm

Điều kiện chiếu sáng	Khoảng cách bóng đèn (cm)	Độ treo cao (m)	Cường độ ánh sáng (W)
Mặt cắt đường hầm $< 30m^2$	8	4	100
Mặt cắt hầm dần từ $30 \div 70m^2$	6	$4 \div 6$	150
-nt- $< 10m^2$	6	2	40
-nt- $10 \div 15m^2$	4	$3 \div 3,5$	40
Mặt cắt gian phòng trong hầm $< 70m^2$	6	$4 \div 6$	150
-nt- $70 \div 120 m^2$	6	$4 \div 6$	150
Mặt công tác của hầm ngách ngang	-	-	$15W/m^2$ mặt công tác
Nơi nạp và để vật liệu	-	-	-

IV. Kiểm tra an toàn

Đường hầm sau khi nổ phá xong có hiện tượng nhiều tảng đá ở mặt các thành vách và vòm mới chỉ long rời nhưng chưa rơi. Bởi vậy cần phải đào cây các hòn đá ấy cho rơi hẳn xuống đáy hầm. Trường hợp mặt cắt đường hầm nhỏ, người công nhân có thể cầm gậy sắt hoặc xà beng đứng trên nền đường hầm cây đào trực tiếp. Trường hợp đường hầm có mặt cắt lớn thì phải dùng thang máy đặt trên xe tự hành để cây đá (xem hình 13-30).

Ngoài ra trong khi kiểm tra an toàn còn phải chú ý những vấn đề sau :



Hình 13-30. Thang máy đặt trên xe tự hành để đào cây đá sau khi nổ mìn.

- Luôn luôn theo dõi quan trắc điều kiện địa chất công trình ;
- Chống đỡ và xây vỏ đường hầm phải đúng đồ án đã thiết kế ;
- Luôn luôn kiểm tra các bộ phận máy để phòng ngừa khí độc làm ô nhiễm hầm, nhất là thiết bị thông gió.
- Nguồn sáng phải có điện thế nhỏ hơn 36V và có nguồn dự trữ.

§13.7. ĐỔ BÊ TÔNG VÀ PHỤT VỮA ĐƯỜNG HẦM

Mục đích của đổ bê tông và phụt vữa nhằm giảm độ nhám và chống thấm cho đường hầm...

I. Thứ tự và phân đoạn đổ bê tông đường hầm

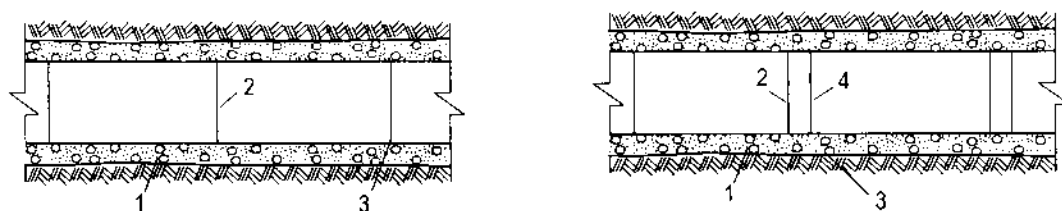
Đường hầm thường dài, cho nên chia ra nhiều đoạn để đổ bê tông. Các đoạn ngăn cách nhau bằng khe co giãn hay khe thi công. Gần đây để tăng nhanh tốc độ thi công, đổ bê tông đường hầm thường không chia khe thi công mà đổ liên tục. Mặc dù dùng phương pháp nào cũng phải đảm bảo cho được mục đích đã nêu ở trên.

Nếu đường hầm có mặt cắt lớn thì chia đoạn tương đối dài, mặt cắt nhỏ thì chia đoạn ngắn, đồng thời dựa vào tình hình địa hình, địa chất thực tế mà quyết định. Thông thường mỗi đoạn chia từ 6 đến 18m.

Để tăng nhanh tốc độ thi công bê tông, thường dùng các biện pháp sau :

1. Đổ cách quãng từng đoạn (hình 13-31a).
2. Đổ chừa khoảng trống nhỏ giữa hai đoạn (chiều dài khoảng trống độ 1m) sau đó tiến hành đổ bù (hình 13-31b).
3. Đổ liên tục: Biện pháp này cần phải chú ý sao cho có đầy đủ điều kiện để tránh bê tông nứt nẻ.

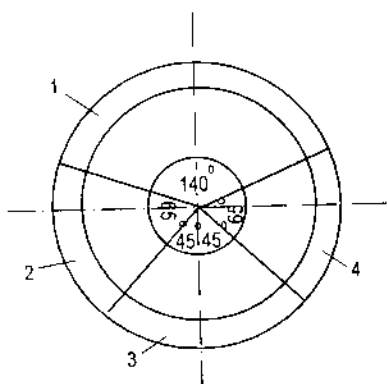
Đổ bê tông đường hầm thường đổ đáy trước rồi đến hai tường bên và cuối cùng đổ bê tông đỉnh vòm.



Hình 13-31. Bố trí phân đoạn đổ bê tông

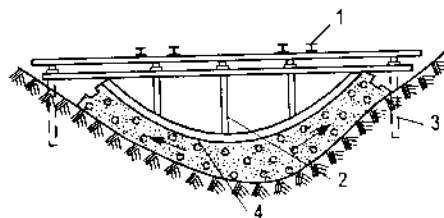
a) Chia khe thường ; b) Chia khe có đoạn đổ bù ;

1. Đoạn đổ bê tông; 2. Khe ; 3. Vật chắn nước ; 4. Đổ bù.



Hình 13-32. Phân khoảng đổ bê tông đường hầm (trên mặt cắt)

1. Đỉnh vòm; 2. 4. Tường bên; 3. Đáy vòm.



Hình 13-33. Ván khuôn và cầu công tác để đổ bê tông đáy hầm

1. Đường sắt; 2, 3. Cột chống đỡ của cầu công tác; 4. Ván khuôn hình cung.
Mũi tên chỉ phương hướng đổ bê tông.

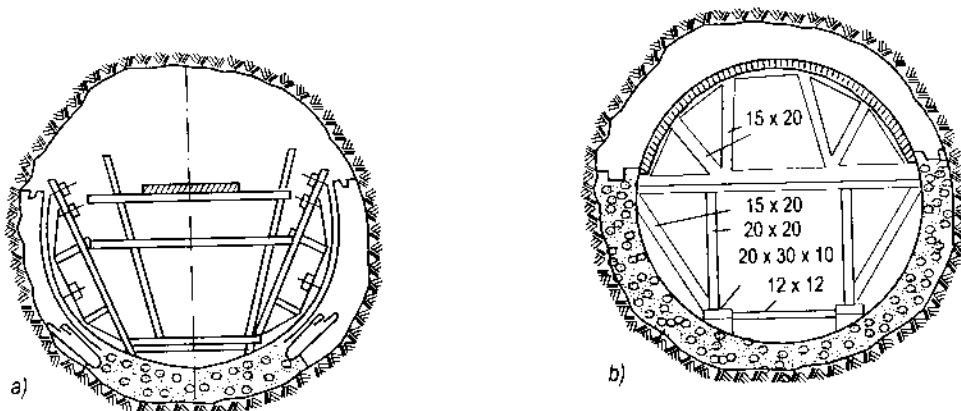
II. Công việc chuẩn bị cho thi công bê tông đường hầm

Nội dung chuẩn bị gồm những việc : dọn đất đá, sửa chữa mặt cắt theo đúng kích thước thiết kế yêu cầu, rửa vách đá, bắc giàn giáo, dựng cốt thép, ván khuôn, chôn các ống và các thiết bị cần thiết...

Điều quan trọng khi dọn và sửa chữa là phải dùng trắc đạc để xác định đúng kích thước và vị trí đường tâm của đường hầm. Sau đó dùng tia nước áp lực rửa sạch vách hầm, tạo điều kiện tốt cho bê tông và đá gắn chặt với nhau

III. Công tác ván khuôn của đường hầm

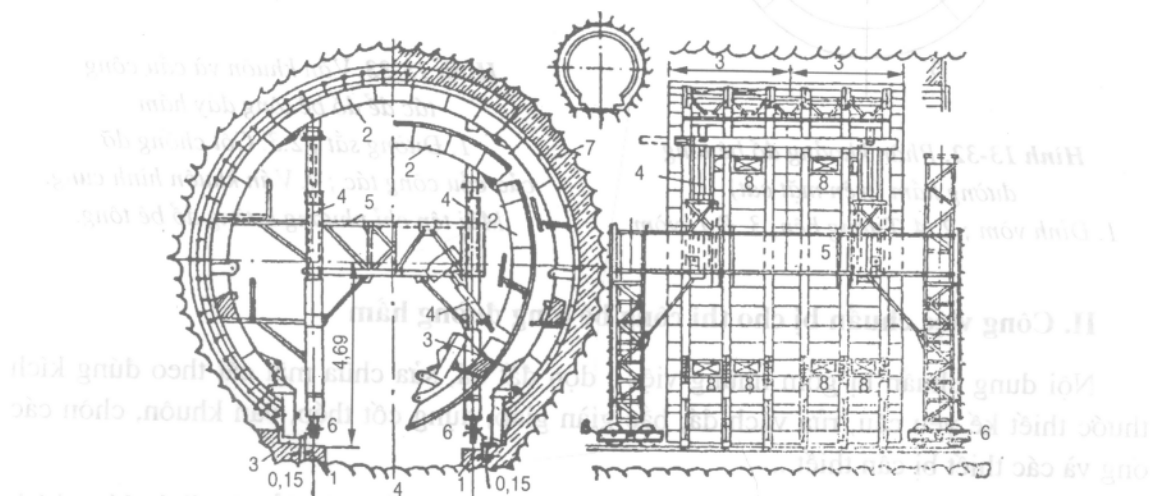
Ván khuôn đáy lắp trước, đổ bê tông từ giữa sang hai bên (hình 13-33). Nếu góc ở tâm của đáy nhỏ có thể không cần ván khuôn đáy mà chỉ cần sau khi đổ bê tông lấy bay miết thành vòng cung là được.



Hình 13-34. Ván khuôn giàn giáo đổ bê tông tường bên và đỉnh vòm đường hầm
a) Ván khuôn đổ tường bên; b) Ván khuôn đổ đỉnh vòm.

Khi đổ bê tông tường bên và đỉnh vòm thì dùng hai kiểu ván khuôn : ván khuôn giàn giáo và ván khuôn di động. Ván khuôn giàn giáo có thể lắp trước rồi đem đặt vào đường hầm hoặc có thể lấy ngay trong đường hầm (hình 13-34).

Ván khuôn di động thường được dùng rộng rãi. Ván khuôn lắp sẵn trên khung xe bằng gỗ hay bằng sắt. Kiểu ván khuôn này có thể tăng nhanh tốc độ thi công, tháo lắp tiện lợi, dùng được nhiều lần (hình 13-35).



Hình 13-35. Ván khuôn kiểu di động

1. Ván khuôn chắn tường bên ; 2. Ván khuôn cong di động ; 3. Trụ khuỷu nâng hạ ;
4. Cột chống nâng hạ ; 5. Mặt cầu công tác ; 6. Bánh xe công tác ; 6. Bê tông vỏ đường hầm.

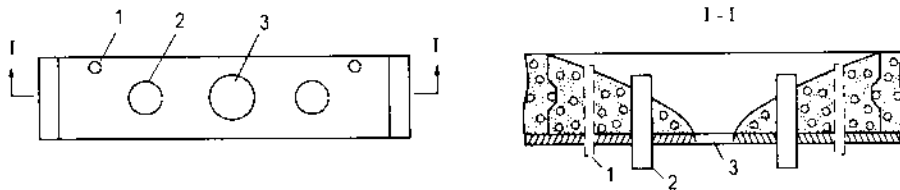
IV. Đổ bê tông đường hầm

Khối lượng bê tông đường hầm không nhiều, mặt công tác theo tuyến dài vì vậy thường chỉ dùng một máy trộn. Máy trộn có thể đặt ở ngoài cửa hầm hoặc đặt di động trong đường hầm tùy theo mặt cắt hầm lớn hay nhỏ, hầm dài hay ngắn...

Việc vận chuyển bê tông có thể dùng xe cút kít hay xe goòng kết hợp với cầu công tác. Thường dùng bơm bê tông để vận chuyển và đổ bê tông để tăng hiệu suất, nhất là đối với đường hầm có mặt cắt nhỏ.

Đổ bê tông đỉnh vòm đường hầm là khó khăn hơn cả. Khi lắp vòm nếu không có điều kiện đưa theo chiều dọc hầm thì sẽ đưa theo chiều thẳng đứng lên cao bằng cách đục lỗ qua ván khuôn ở đỉnh vòm, đổ bê tông xong sẽ hàn lại. Miệng ống bơm nên đặt cách mặt đá < 20cm. Khoảng cách của miệng ống bơm cần dựa vào tính lưu động của bê tông mà quyết định.

Để đẩy hết không khí trong khoảng đổ ra và kiểm tra bê tông đã đổ được đầy chưa, cần phải bố trí lỗ thông hơi ở nơi mặt đá cao nhất. Ngoài ra để tiện cho công nhân san và làm các công việc phụ khác, ở giữa khoảng đổ bố trí lỗ để người ra vào được (hình 13-36).



Hình 13-36. Bố trí lỗ thông hơi và cửa người ra vào ở đỉnh vòm
1. Lỗ thông hơi ; 2. Lỗ để đặt ống bơm bê tông ; 3. Cửa người ra vào.

Phương pháp đổ bê tông bằng bơm được tiến hành theo các bước sau:

1. Sau khi đổ bê tông tường bên đến gần đỉnh vòm thì bỏ các thiết bị máy móc ở trong khoang ra, dùng nhân công để san thành một mặt nghiêng. Khi bê tông đổ đến lỗ người chui vào thì người trong khoang phải ra để tiến hành lắp đỉnh vòm. Khi lắp đỉnh phải dùng bê tông có độ sụt lớn hơn và phải bơm liên tục.

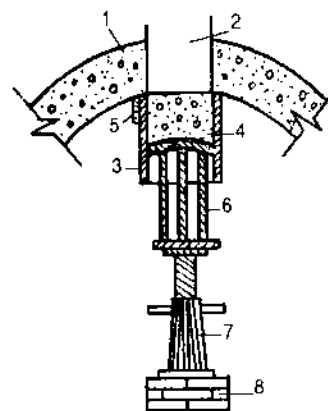
2. Khi ống thông hơi đã có vữa bê tông tràn vào tức là đã đổ đầy đỉnh vòm. Khi đó chuẩn bị công tác kết thúc.

3. Khi đã đổ đầy bê tông, một mặt ngừng đổ bê tông, mặt khác tháo vòng sắt ở đầu ống và nút lại để bê tông không chảy ra. Cuối cùng rút ống dẫn bê tông ra.

4. Chờ bê tông cứng mới dùng đèn xi ốc xy cắt đuôi các ống dẫn còn thừa rồi dùng vữa trát lại cho bằng.

Ngoài ra có thể dùng thiết bị bịt đỉnh vòm (hình 13-37).

Lúc lắp đỉnh, đổ bê tông qua cửa van 5 vào ống bịt 3 cho đầy, cuối cùng dùng kích để đẩy bê tông vào khoang.



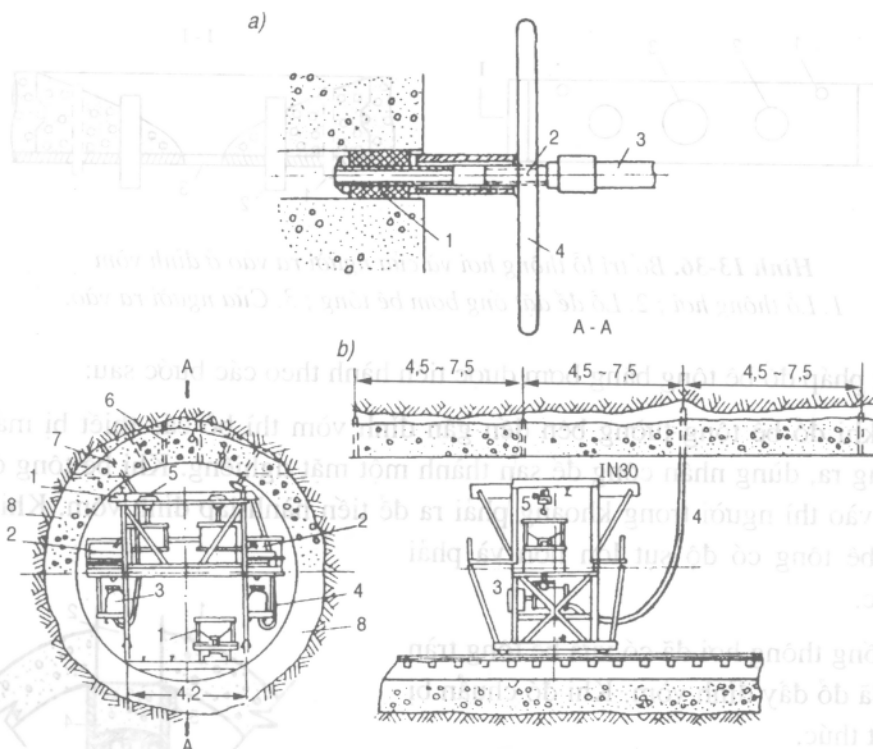
Hình 13-37. Thiết bị bịt đỉnh vòm đường hầm
1. Bê tông đã đổ ; 2. Bộ phận cân bịt ;
3. Ống để bịt vòm ; 4. Nút di động ;
5. Cửa để đổ bê tông vào ống bịt ;
6. Giá đỡ ; 7. kích ; 8. đệm

V. Khoan ép vữa và phụt vữa đường hầm

1. Khoan ép vữa đường hầm

Sau khi bê tông vỏ đường hầm đã đạt cường độ, ta tiến hành khoan ép vữa vào xung quanh. Có hai loại khoan ép vữa : ép vữa bù và ép vữa cố kết.

Ép vữa bù nhằm bổ sung những chỗ trống khi đổ bê tông không tới được. Ép vữa cố kết là làm cho vữa xi măng được bơm nhét vào các khe nứt rạn của đá, làm tăng thêm độ vững chắc và khả năng chống thấm ở xung quanh đường hầm (xem hình 13-38).



Hình 13-38. Công tác ép vữa xi măng

a) Nút tắc pôn : 1. Nút cao su ; 2. Ren để nén ép ; 3. Ống dẫn vữa ; 4. Tay vặn.

b) Trạm ép vữa xi măng di động : 1. Xe chở vữa ; 2. Thùng đựng vữa ;
3. Máy bơm vữa ; 4. Ống dẫn vữa ; 5. Thời ; 6,7. Lỗ khoan ép ; 8. Vỏ áo đường hầm.

Thứ tự tiến hành : Ép vữa bù trước rồi ép vữa cố kết sau. Các ống dùng để ép vữa đều có đường kính $38 \div 50\text{mm}$.

Lỗ ép vữa bù bố trí ở phạm vi đỉnh hầm, miệng ống sát với mặt đá hoặc hơi ăn sâu vào tầng đá, nhưng phải đảm bảo vữa xi măng chảy vào dễ dàng.

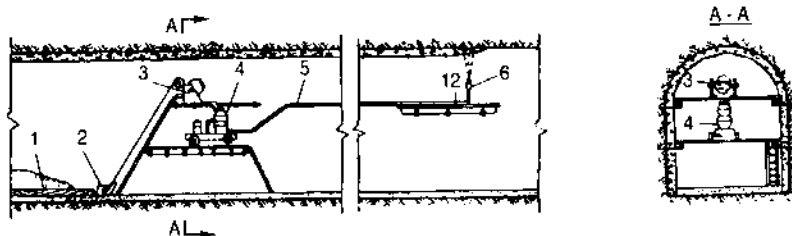
Lỗ ép vữa cố kết bố trí ở xung quanh mặt cắt đường hầm và miệng ống ăn sâu vào tầng đá. Ngoài ra còn bố trí một số lỗ để kiểm tra chất lượng ép vữa, độ sâu của lỗ do yêu cầu cố kết mà quyết định.

Trước khi ép vữa phải dùng hơi ép thổi mạnh bụi và dùng nước rửa sạch lỗ khoan.

Trình tự ép vữa theo mặt cắt ngang từ dưới lên trên theo dọc tuyến đường hầm thì phải chia thành từng đoạn mà tiến hành ép vữa, cứ cách 1 số lỗ lại ép một lỗ, lần lượt ép hết toàn tuyến đường hầm. Khi lắp ván khuôn phải chú ý lắp sẵn các ống để ép vữa ở vị trí thiết kế.

2. Phun vữa mặt đường hầm

Trường hợp đào đường hầm trong các lớp đá cứng, áp lực đất đá lên vòm hầm cho phép không cần xây dựng vỏ đường hầm bằng bê tông cốt thép mà chỉ cần làm cho mặt vách đường hầm nhẵn nhụi thì ta chỉ cần phun một lớp bê tông gia cố trên mặt vách hầm theo sơ đồ hình 13-39.



Hình 13-39. Sơ đồ phun vữa mặt hầm

1. Vật liệu ; 2. Phễu nạp vật liệu ; 3. Máy trộn vữa ; 4. Thùng đựng vữa;
5. Ống dẫn vữa ; 6. Miệng ống phun ;12. Mặt cầu công tác.

§13.8. TỔ CHỨC THI CÔNG ĐƯỜNG HẦM

I. Nội dung và nguyên tắc chung

Nội dung của thiết kế tổ chức thi công đường hầm bao gồm các vấn đề chủ yếu sau đây:

1. Phương án thi công

Đường hầm chỉ có một cửa vào và một cửa ra, do vậy nếu xét thấy không đảm bảo được tốc độ thi công thì có thể căn cứ vào tình hình địa hình, địa chất mà tiến hành đào hầm ngách hay giếng đứng hoặc giếng xiên để tăng thêm diện công tác. Nhưng khi làm như vậy cần phải so sánh kỹ càng về kinh tế và kỹ thuật. Sau đó chọn kiểu đào như : đào toàn mặt cắt, đào hầm dẫn trước rồi đào mở rộng hoặc đào kiểu bậc thang... Khi chọn kiểu đào cần căn cứ vào các điều kiện thiết bị có thể cung cấp, tình hình địa chất, kích thước của mặt cắt, thời gian hoàn thành và trình độ kỹ thuật của công nhân...

2. Vạch kế hoạch đào tuần hoàn và tiến độ thi công

Kế hoạch đào tuần hoàn cần phải sát với thực tế. Kế hoạch tiến độ thi công căn cứ vào thứ tự của dây chuyền các công việc mà vạch ra.

3. Các xí nghiệp và các công trình hỗ trợ

Xưởng sản xuất hơi ép, xưởng sửa chữa mũi khoan, trạm cung cấp nước cung cấp điện, xưởng mộc, trạm trộn bê tông và các kho tạm thời...

4. Bố trí tổng thể

Bố trí vị trí các xí nghiệp phụ, đường vận chuyển, bãi vật liệu và bãi thải đất đá khi đào...

5. Biện pháp về kỹ thuật an toàn

6. Những hạng mục khác cần thiết cho việc thiết kế tổ chức thi công

II. Những biện pháp chủ yếu để tăng tốc độ thi công

1. Tăng tốc độ khoan lỗ ;

2. Cải thiện công tác nổ phá ;

3. Nâng cao hiệu suất moi xúc và vận chuyển đá ;
4. Tổ chức hợp đồng, dây chuyền hợp lý ;
5. Dùng bơm bê tông hoặc các máy phun, ép vữa và cải tiến kỹ thuật ván khuôn;
6. Tăng cường công tác an toàn và quản lý thi công.

III. Lập bảng tuần hoàn công việc

Một tuần hoàn bao gồm : khoan, nạp thuốc, nổ phá, thông gió, kiểm tra, moi xúc và vận chuyển đá, còn việc chống đỡ hầm thường được tiến hành song song với một số công việc khác. Trong một ngày đêm số tuần hoàn công tác nên là số nguyên. Thời gian một tuần hoàn công tác thường là 4, 6, 8, 12 hoặc 24 giờ. Công việc khoan lỗ và vận chuyển đất đá thường chiếm nhiều thời gian nhất. Để lập bảng tuần hoàn công tác cần phải xác định các thông số tính toán ở §13.3 mục III.

Dưới đây lập bảng ví dụ cho hai kiểu đào tuần hoàn : đào cùng một lúc trên toàn mặt cắt đường hầm và đào mặt cắt có hầm dẫn (xem bảng 13-8 và 13-9)

Bảng 13-8. Tuần hoàn làm việc khi đào trên toàn bộ mặt cắt hầm

TT	Công việc	Thời gian (phút)	Giờ làm việc (giờ)											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Kiểm tra mặt cắt vách đào, dọn dẹp mở đường	70		-										
2	Máy đào xúc ra vào	2×15		-				-						
3	Moi xúc và vận chuyển đá	260		-	-	-	-	-						
4	Giá khoan ra vào	2×20							-					
5	Khoan lỗ	200							-	-	-	-		
6	Chống đỡ	200							-	-	-	-		
7	Nhồi thuốc và gây nổ	60											-	
8	Thông gió	40												-
9	Các công việc khác	20												-

Bảng 13-9. Tuần hoàn làm việc khi đào có hầm dẫn

TT	Công việc	Thời gian (phút)	Giờ làm việc (giờ)					
			1	2	3	4	5	6
1	Kiểm tra mặt vách đào và dọn dẹp	30	-					
2	Moi đá từ bậc thang trên xuống dưới và kéo rải đường	30	-					
3	Khoan lỗ bậc thang trên	140		-	-	-		
4	Xăng máy ra vào	2×15	-			-		
5	Moi xúc và vận chuyển đá	140		-	-	-		
6	Khoan lỗ bậc thang dưới	85				-	-	
7	Nhồi thuốc, gây nổ, thông gió	60						-

IV. Vạch kế hoạch tiến độ thi công

Dựa vào bảng tuần hoàn công việc mà sắp xếp công việc đào của toàn đường hầm, đồng thời tiến hành thêm một bước là sắp xếp cả công việc đổ bê tông, khoan ép vữa cũng như việc xây dựng các xí nghiệp phụ và các công trình hỗ trợ khác rồi lập bảng kế hoạch tổng tiến độ thi công cho toàn bộ công trình ngầm. Từ kế hoạch đó mà lập các bảng yêu cầu về nhân lực, vật liệu và thiết bị xe máy.

§13.9. CÔNG TÁC XÂY DỰNG GIẾNG ĐÚNG

Trong khi xây dựng những đường hầm (tuyten) của các nhà máy thủy điện, thường phải đào những giếng đứng lâu dài hoặc tạm thời tùy theo yêu cầu sử dụng. Giếng chỉ phục vụ làm đường giao thông trong quá trình đào đường hầm gọi là giếng tạm thời.

I. Giếng đứng tạm thời

Giếng đứng tạm thời thường được chống bằng một khung gỗ hoặc kim loại có mặt cắt tròn, vuông hay chữ nhật (xem hình 13-40). Mặt cắt tròn đường kính tối thiểu bằng 5m. Mặt cắt chữ nhật thì kích thước tối thiểu $2,25 \times 4,6\text{m}$.

Trong quá trình đào giếng, sau mỗi lần khoan nổ người ta phải đưa đất đá lên, đưa người và các thiết bị máy móc, sắt thép, gỗ, bê tông v.v... xuống để gia cố, chống đỡ và đào tiếp. Vì vậy người ta phải tổ chức tốt phần trên của thân giếng gọi là miệng giếng (cửa hầm đứng). Miệng giếng được xây dựng (gia cố) bằng bê tông cốt thép (xem hình 13-41).

Trên miệng giếng được xây dựng một tháp khoan bằng gỗ, hoặc kim loại. Tùy theo yêu cầu về cường độ vận chuyển đất đá lên mà tháp khoan có thể trang bị một hoặc hai buồng thang máy.

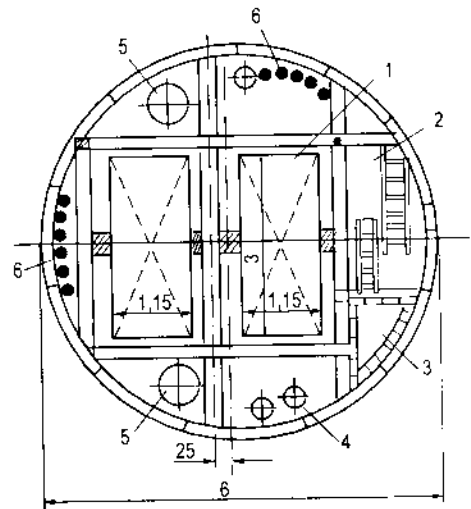
Tốc độ tối đa khi nâng hạ buồng thang máy là 3m/s.

Năng suất vận chuyển đá của buồng thang máy được xác định theo số lần nâng hạ n trong 1 giờ.

$$n = \frac{60}{T_{nh} + T_{rv}}, (\text{lần/h}) \quad (13-38)$$

Trong đó : T_{nh} - thời gian nâng và hạ buồng máy ;

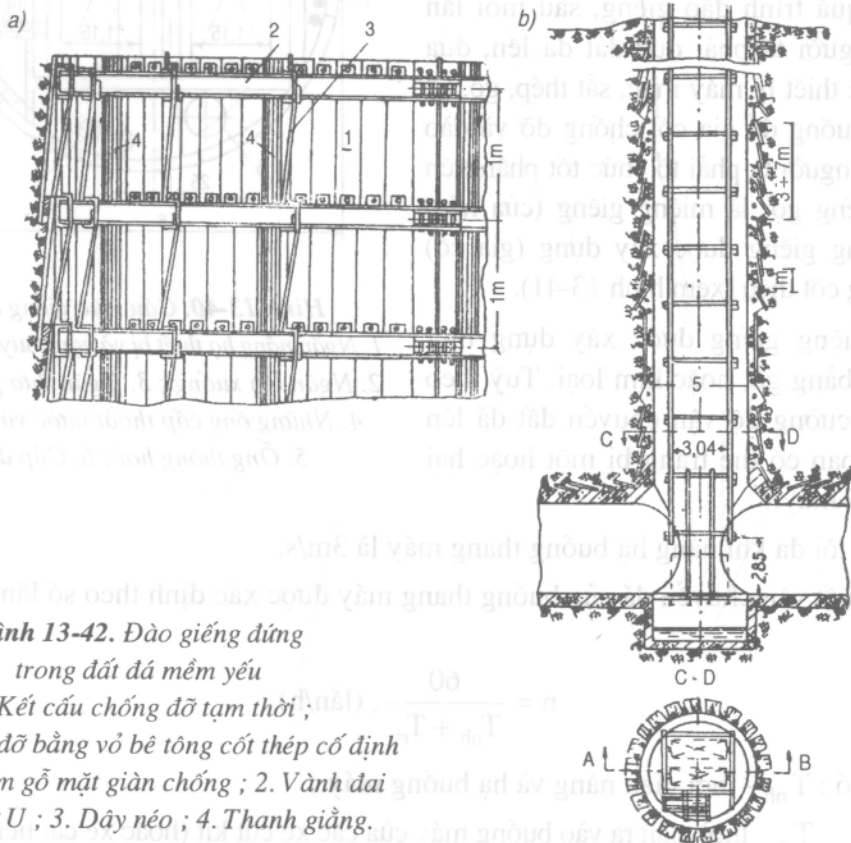
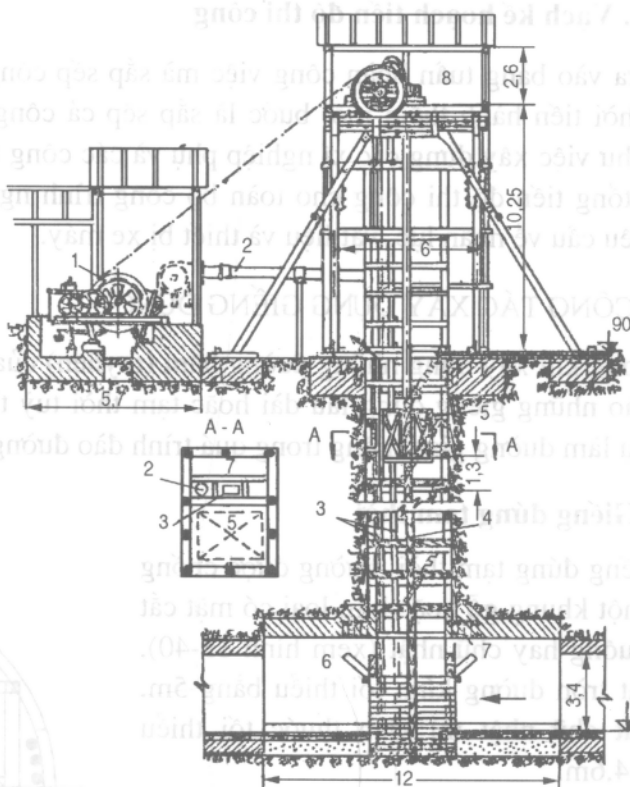
T_{rv} - thời gian ra vào buồng máy của các xe cút kít (hoặc xe cải tiến chở đá).



Hình 13-40. Cấu trúc giếng đứng

1. Ngăn nâng hạ thiết bị và vận chuyển đất đá ;
2. Ngăn lên xuống ; 3. Ngăn đưa gỗ xuống ;
4. Những ống cấp thoát nước và khí ép ;
5. Ống thông hơi ; 6. Cấp điện

Hình 13-41. Giếng thi công
 1. Tời máy 5T ; 2. Ống thông hơi ; 3. Đồi trọng ; 4. Thanh dẫn hướng ; 5. Buồng thang máy ; 6. Tâm giếng ; 7. Ngăn thang lên xuống ; 8. Tháp khoan.



Hình 13-42. Đào giếng đứng trong đất đá mềm yếu

- a) Kết cấu chống đỡ tạm thời ;
 b) Chống đỡ bằng vỏ bê tông cốt thép cố định
 1. Các tấm gỗ mặt giàn chống ; 2. Vành đai thép chữ U ; 3. Dây neo ; 4. Thanh giằng.

Trường hợp tháp khoan có hai buồng thang máy thì số lần nâng hạ sẽ tăng gấp đôi.

Năng suất nâng hạ trong một ngày đêm được tính theo 18 giờ làm việc nâng hạ trong ngày, tức :

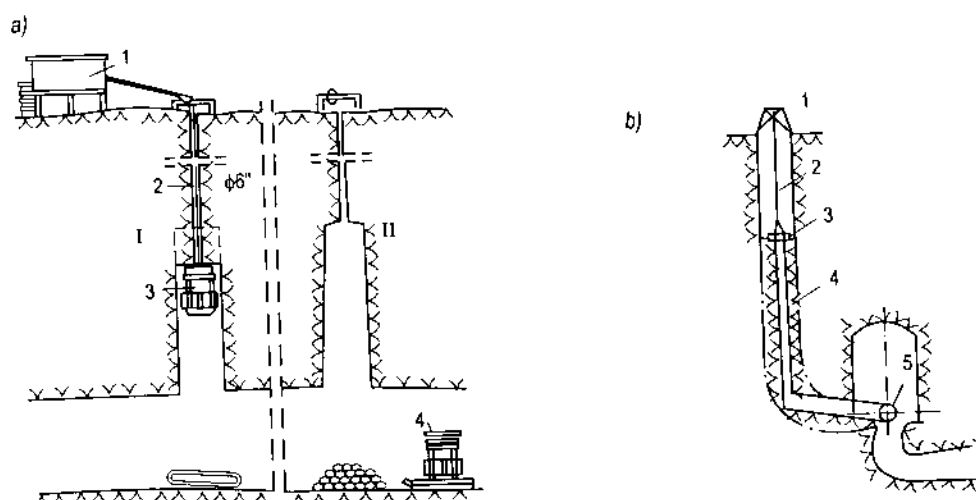
$$n_{ng/d} = 18.n \quad (13-39)$$

Sau khi đổ bê tông xung quanh miệng giếng và dựng tháp khoan xong người ta mới tiến hành đào giếng. Nếu đào giếng trong đất mềm thì cứ đào sâu được một đoạn $1,3 \div 1,5m$ lại phải làm công tác chống đỡ. Nếu đào giếng trong đá cứng thì các khung giàn chống đỡ phải cách đáy giếng một khoảng cách sao cho việc nổ phá không làm hỏng giàn chống đỡ, tốt nhất là nên chống đỡ bằng lưới thép có anke ghim chặt lưới thép vào vách giếng.

II. Giếng đứng lâu dài

Giếng đứng lâu dài thường có mặt cắt tròn, vỏ được gia cố bằng một lớp bê tông cốt thép vững, trong quá trình đào giếng chiều cao đổ bê tông mỗi đợt từ $3 \div 6m$. Cần lưu ý chọn chân khối đổ có hình vát nhọn và phải để chừa sẵn cốt thép chờ để hàn gắn với cốt thép phần bê tông đổ san ở dưới. Ván khuôn thường dùng là loại ván khuôn tiêu chuẩn tháo lắp bằng gỗ hay kim loại có chiều rộng $1 \div 1,5m$ (đặt theo chiều thẳng đứng).

Phương pháp đào giếng từ trên xuống có năng suất thấp, tốc độ đào thực tế thường dưới $30m/tháng$ (hình 13-39b). Nếu đào trong đá cứng, nên chọn phương pháp đào từ dưới lên, tốc độ thực tế có thể đạt tới $90m/tháng$ (hình 13-40). Nói chung phương thức đào giếng đứng lâu dài cũng giống như đào giếng đứng tạm thời.



Hình 13-43. Đào giếng đứng trong đá cứng.

- a) Sơ đồ đào giếng từ dưới lên trên: I- vị trí khi khoan đá; II- vị trí khi nổ phá xong;
 1. Tời; 2. Lỗ khoan đường kính $\geq 150mm$; 3. Giá khoan treo; 4. Giá khoan đặt ở vị trí an toàn khi nổ phá.
 b) Sơ đồ đào giếng có giếng đào trước: 1. Tháp khoan; 2. Dây cáp;
 3. Giá khoan; 4. Giếng đào trước; 5. Đường hầm giao thông ngang.

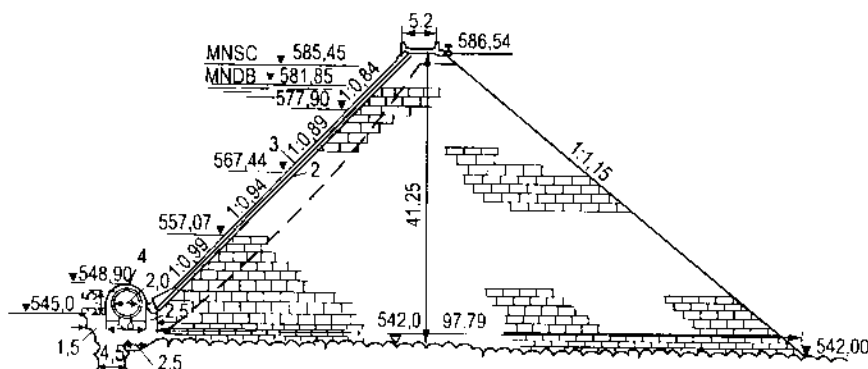
Chương 14

THI CÔNG ĐẬP ĐÁ ĐỔ VÀ CÔNG TÁC XÂY LÁT ĐÁ

§14.1. MỞ ĐẦU

Trong công trình thuỷ lợi người ta thường dùng đá để xây dựng đập (đá đổ, đá xây, đất đá hỗn hợp) kê chặn dòng, gia cố mái đập, đê quai, đường tràn, tường chắn đất, xây cống...

Ở nước ta có những công trình lớn như đập Thác Bà chắn ngang dòng sông Chảy cao 46m, đập Cẩm Li (Quảng Bình) cao 35m, đập Yên Lập cao 40m đều là đập đất đá hỗn hợp trong đó khối lượng đá chiếm 30 ÷ 70% hoặc các công trình thuỷ điện như ở miền núi phần lớn là công trình đá xây và các đập dâng nước của nó cũng là các khối đá đổ (hình 14-1).



Hình 14-1. Đập đá xây khan

1. Phần xây khan bằng đá lớn ; 2. Phần nền của tường nghiêng xây khan kỹ bằng đá chọn lọc; 3. Tường nghiêng bằng bê tông; 4. Hành lang khoan phun.

Trong xây dựng thuỷ lợi ta thường gặp các khối đá đổ (đá đắp) dưới các dạng sau (xem hình 14-2).

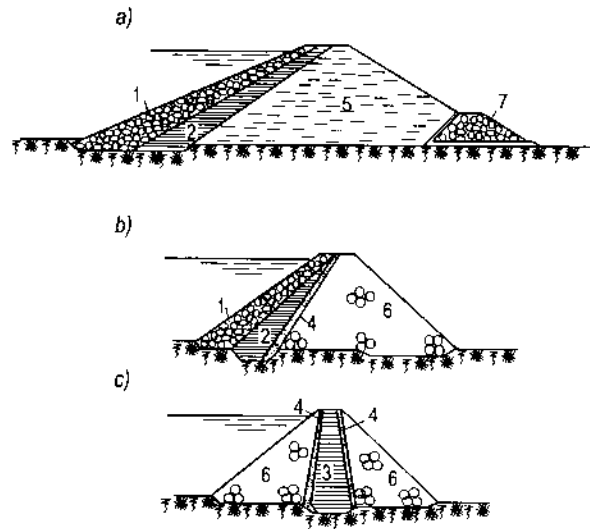
Những ưu điểm lớn của đập đá đổ là :

1. Dùng vật liệu địa phương, giảm được khối lượng sắt thép xi măng chuyển từ xa đến ;
2. Có thể thi công trong mùa mưa, ít chịu ảnh hưởng của thời tiết khí hậu ;
3. Kỹ thuật thi công đơn giản, trình tự thi công không phức tạp lắm, mức độ cơ giới hoá cao ;

**Hình 14-2. Hình dạng
các khối đá đổ**

a) Lớp bảo vệ mái đập và vật thoát nước ; b) Đập đá đổ hoặc đê quai có tường nghiêng chống thấm ; c) Đập đá đổ có tường tâm chống thấm;

1. Gia cố mái bằng đá đổ ;
2. Tường nghiêng bằng đất sét;
3. Tường tâm; 4. Vùng chuyển tiếp; 5. Khối đập bằng cát pha hoặc cát ; 6. Trụ đá đổ thân đập; 7. Kè đá hoặc vật thoát nước.



4. Có thể cho nước tràn qua đập trong quá trình xây dựng, giảm được phí tổn dẫn dòng;

5. Yêu cầu nền móng thấp, có thể xây dựng loại đập này trên nền bồi tích, cho phép thấm qua nền và qua thân công trình, khi mực nước thượng lưu lên xuống bất thường không xảy ra hiện tượng phản áp của dòng thấm (vì cả thân đập là vật thoát nước) ;

6. Thích hợp xây dựng ở những địa phương có nhiều động đất.

Tuy nhiên đập đá đổ cũng có một số nhược điểm là :

1. Thân đập lún tương đối nhiều nên đòi hỏi kết cấu của tường nghiêng phải có độ dẻo thích hợp ;

2. Khối lượng công trình lớn, khó tìm được tại chỗ đủ khối lượng vật liệu đảm bảo yêu cầu về chất lượng ;

3. Trong thời kỳ khai thác loại đập này không cho phép ngập nước và trong thời kỳ thi công đòi hỏi công trình dẫn dòng phải xây dựng lớn hơn so với công trình bê tông tương đương.

§14.2. NHỮNG YÊU CẦU ĐỐI VỚI NỀN ĐẬP VÀ CÔNG TÁC CHUẨN BỊ NỀN

Nền đập đá đổ yêu cầu thấp, có thể xây dựng trên những nền mà các loại đập bê tông (trọng lực, vòm, to đầu...) không thể xây dựng được ;

Các yêu cầu chính đối với nền đập là :

- Có khả năng chịu được áp lực của thân đập truyền xuống mà nền không bị phá hoại hoặc biến dạng ;

- Nền vẫn ổn định và bền vững dưới tác dụng của dòng nước thấm ngược đẩy nổi ;

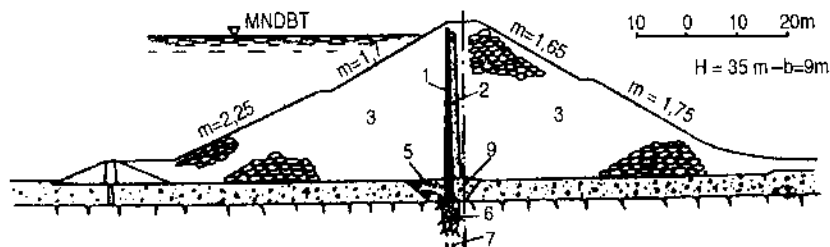
- Có tính chống xâm thực, chống sun phát và không trương nở khi ngâm nước.

Tóm lại là nền đập phải đảm bảo yêu cầu chịu lực tốt, chống thấm tốt và tiếp giáp tốt với thân đập. Trong thực tế ít khi có thể gặp được loại nền có đầy đủ các yêu cầu trên, do đó trong thi công ta phải làm tốt công tác chuẩn bị nền để xây dựng đập.

1. Nếu móng đập đặt trực tiếp trên nền đá thì tùy theo tình hình thực tế mà gia cố chống thấm hoặc gia cố cốt kết để tăng khả năng chống thấm và chịu lực của nền như đập Thác Bà. Nếu nền đá đó được phủ một lớp bồi tích không dày lắm ta có thể gia cố nền như sau :

- Đóng hàng cừ thép cắm sâu xuống tới nền đá gốc, nếu lớp bồi tích ấy có lẫn nhiều sỏi cuội thì công tác cắm cừ khá phức tạp và khó khăn, thường là phải đóng hai hàng cừ rồi phun xi măng vào lớp cát sỏi ở giữa hai hàng cừ ấy.

- Xây dựng một tường răng bằng bê tông cắm xuống tới tầng gốc như đập Điu-tan ở Cộng hoà liên bang Đức.



Hình 14-3. Đập Điu-tan ở CHLB Đức

1. Tường chống thấm bằng bê tông atphan ; 2. Tầng lọc ;
3. Khối đá đổ ; 4. Lớp bồi tích ; 5. Đất sét ; 6. Tường răng
bằng bê tông ; 7. Màng chống thấm ; 8. Đá gốc ; 9. Tầng lọc.

Nếu gặp lớp bồi tích này dày thì việc đào móng tường răng gặp khó khăn. Ta có thể đào theo các phương pháp sau :

- Đào hào hở (hố móng lộ thiên) để đổ bê tông ;
- Đào hào ben tô nút để đổ bê tông ;
- Khoan lỗ để đổ bê tông tại chỗ thành tường răng bê tông.

Nếu hai vai đập gặp những khối sườn tích thì bỏ đi bằng cách dùng mìn.

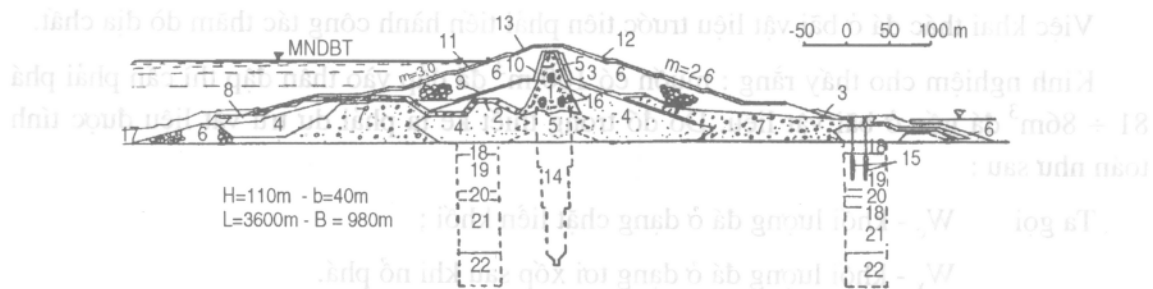
Tóm lại với loại nền là đá thì tiến hành như sau :

- Bóc bỏ lớp đá mềm yếu theo yêu cầu của thiết kế ;
- Bạt mái đá theo yêu cầu của sự tiếp xúc với nền ;
- Xử lý các vết nứt kiến tạo và nứt nẻ phong hoá.

2. Trường hợp móng đập đặt trên nền không phải là đá, người ta có thể xử lý nền bằng cách :

- Làm sân phủ thượng lưu.

- Khoan phun xi măng làm bê tông hoá lớp nền bồi tích nhờ hệ thống hành lang xây dựng ở trong tường tâm như đập Axuan ở Ai cập (xem hình 14-4).



Hình 14-4. Đập Axuan trên sông Nin ở Ai Cập

- 1,2. Tường tâm và sân phủ thượng lưu ; 3. Tầng lọc ; 4.5. Cát ; 6. Khối đá đổ ;
 7. Khối cát đá ; 8. Khối đá và đất ; 9. Sỏi ; 10. Đá dăm ; 11,12,13. Đá học lát mái ;
 14. Màng chống thấm bằng khoan phun xi măng ; 15. Vật thoát nước ;
 16. Hành lang ; 17. Lớp đất chống thấm ; 18,19, 20, 21,22. Các loại cát nhỏ vừa và lớn.

§14.3. NHỮNG YÊU CẦU ĐỐI VỚI ĐÁ VÀ VIỆC KHAI THÁC ĐÁ

Vì số lượng đập đá đổ ở nước ta còn ít nên chưa có quy phạm riêng về đập đá đổ. Dựa theo quy phạm nước ngoài CHuΠ I-B-8-62 của Liên Xô, khi xây đập cao hơn 60m thì cường độ của đá đập phải lớn hơn 6000N/cm^2 . Đá để lát mái thượng lưu đập thì cường độ phải đủ khả năng chống được tác dụng của sóng nghĩa là $\sigma > 8000\text{N/cm}^2$, đối với đập cao từ $20 \div 60\text{m}$ thì $\sigma = 5000 \div 6000\text{N/m}^2$. Đá đập không được lẫn quá 10% loại đá phong hoá hoặc mềm yếu dưới cường độ quy định, không được lẫn đất quá 5%. Độ rỗng của đá đối với đập cao không quá $30 \div 35\%$, đối với đập thấp không quá $35 \div 40\%$. ở những chỗ đặc biệt như mái đập, chỗ tiếp xúc với các kết cấu công trình khác, trong phạm vi cách mái đập $1 \div 2\text{m}$ thì yêu cầu độ rỗng là $25 \div 30\%$.

Khối lượng hòn đá càng lớn càng tốt vì độ lún càng nhỏ, các đá tảng có kích thước lớn hơn 20cm dùng để đập vào thân đập không nhỏ hơn 50%. Nhưng ngày nay với sự phát triển của ngành cơ giới người ta đã dùng các loại đầm bánh hơi $50 \div 100$ tấn và các loại đầm rung $5 \div 10$ tấn để đập đập bằng các loại đá nhỏ như đập Ôravin (Mỹ) và Nuréch (Liên Xô) người ta đã dùng loại bồi tích cát sỏi để đập thay cho các trụ đá.

Tóm lại đối với đá chọn để đắp đập là phải đảm bảo những yêu cầu sau :

- Độ lớn của hòn đá không được vượt quá $0,3 \div 0,5$ chiều cao lớp đá rải trong mỗi lần đầm;
- Khi đổ đá theo phương pháp lán dần (lấp đứng) thành phần của đá phải đảm bảo để không sinh hiện tượng phân tầng, phân cỡ ;
- Độ lún đảm bảo để tránh các kết cấu bên trong đập.

Hình dạng của hòn đá càng vuông vắn càng tốt, tỷ lệ giữa cạnh dài và cạnh ngắn không nên vượt quá $3 \div 4$ lần.

Đối với vùng chuyển tiếp và tầng lọc yêu cầu vật liệu đắp phải có hệ số thấm bằng $100 \div 200$ lần hệ số thấm của tường tâm hoặc màng chống thấm, do đó trong thi công phải chú ý gia công đá quy cách và không được để tầng lọc có lẫn các tạp chất bẩn.

Điều kiện 14-1 đảm bảo yêu cầu lọc nước tốt giữa các lớp, còn điều kiện 14-2 đảm bảo điều kiện không xảy ra hiện tượng phản áp (sạt mái) khi mực nước thay đổi đột ngột.

Hệ số thấm của phân chuyển tiếp thường bằng 10^{-2} cm/s.

Đất đắp tường nghiêng và tường tâm cần phải có hệ số thấm $< 10^{-5} \div 10^{-7}$ cm/s và tính chống trượt cao.

Dùng đất sét, á sét hoặc đất thịt để đắp vật chống thấm là tốt nhất, song cũng khó tìm loại đất trên, vì vậy cần tìm loại đất nào có lượng hạt sét $12 \div 18\%$ và lượng hạt bụi $82 \div 88\%$ để đắp vật chống thấm là đạt yêu cầu.

Độ ẩm là nhân tố quyết định nhất đến hiệu quả đầm nén vật chống thấm. Cần phải làm thí nghiệm để tìm độ ẩm tối ưu.

Thực tế đắp các tường tâm, tường nghiêng của đập đá đổ đất thường theo các chỉ tiêu sau:

Độ ẩm	$22 \div 27\%$;
Độ chặt	$1,5 \div 1,6T/m^3$;
Hệ số thấm	$(0,5 \div 0,25) \cdot 10^{-6}$ cm/s;
Góc ma sát trong	$30 \div 33^\circ$;
Lực dính kết	$0,16 \div 0,41$ KT/cm ² .

Trong thời gian gần đây người ta còn dùng loại hỗn hợp đất nhân tạo có thành phần tối ưu để đắp tường tâm và tường nghiêng đập đá đổ. Các loại đất đó được chế tạo trong xưởng gia công, bê tông đất sét.

§14.4. CÔNG TÁC VẬN CHUYỂN ĐÁ LÊN MẶT ĐẬP

Phương pháp vận chuyển đá có rất nhiều hình thức, thường dùng là:

I. Ô tô tự đổ hoặc máy kéo rơmoóc

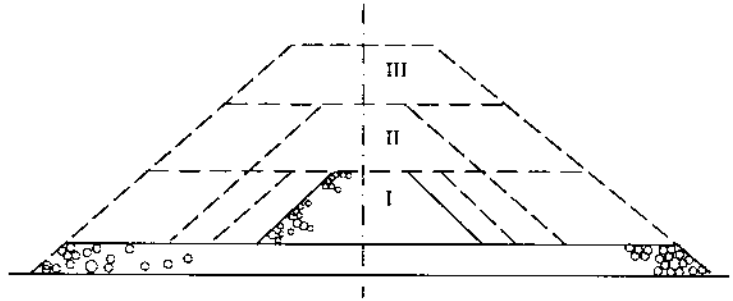
Dùng ô tô tự đổ có thể trực tiếp đổ đá trong khối đá đổ và vận chuyển đá lên tận đỉnh đập. Cách vận chuyển này rất linh hoạt, thích ứng với mọi địa hình khác nhau và hầu như có thể vận chuyển đến bất cứ bộ phận nào của thân đập.

Khi thi công thì chia đập ra thành từng đợt: trong mỗi đợt trước hết làm một số đường vận chuyển cho đợt đó để ô tô vận chuyển đá từ một bờ hoặc hai bờ đổ tiến dần theo đường tuyến đập (xem hình 14-5).

Dùng ô tô tự đổ để vận chuyển, khối đá đổ được nén chặt là nhờ các nguyên nhân sau:

- Khối lượng và tác dụng chấn động của xe cộ đi lại ở lớp trên làm cho lớp đá đổ ở dưới được nén chặt.

Hình 14-5. Dùng ô tô tự đổ để vận chuyển đá
I, II, III, - đợt thi công



- Sức xung kích của đá đổ từ xe lăn ra, lăn từ trên cao xuống làm cho khối đá đổ trước được nén chặt.

- Trong quá trình lăn các góc cạnh gồ ghề của đá bị sút mẻ khiến cho khối đá được ổn định thêm.

Vì vậy trong thực tế xây dựng đập, phương pháp này được dùng rất rộng rãi như ở các đập Thác Bà, Yên Lập, sông Đà v.v... Ô tô tự đổ vận chuyển đá lên đập thường dùng loại xe có tải trọng từ 4,5 ÷ 27 tấn.

Dùng máy kéo rơ moóc cũng tương tự như dùng ô tô tự đổ, nó thích ứng với mọi điều kiện địa hình khác nhau, yêu cầu về đường xá vận chuyển không cao lắm, vận tốc tương đối chậm, khi vận chuyển xa quá 2 ÷ 3Km năng suất sẽ thấp. Phương pháp này được dùng phổ biến ở Mỹ, ở đó người ta có loại xe moóc tự đổ có tải trọng tới 100 tấn.

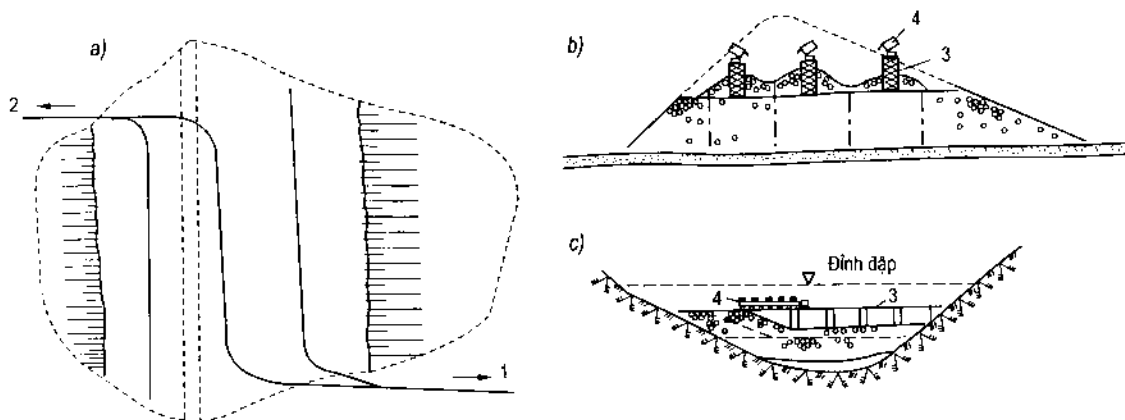
Sự phối hợp xe máy giữa ô tô và máy đào được chọn trên cơ sở nguyên tắc để cho loại xe máy chủ yếu phát huy hết tác dụng, số lần gàu xúc đổ đầy thùng xe chừng 3 ÷ 4 gầu. Sự xác định số lượng xe vận chuyển phục vụ cho mỗi máy xúc đá phụ thuộc vào cự ly vận chuyển, ta có thể tham khảo bảng 14-1.

Bảng 14-1

Ô tô tự đổ		Máy đào		Năng suất máy đào m ³ /h	Số ô tô theo cự ly vận chuyển (km)			
Nhãn hiệu	Dung tích thùng xe (m ³)	Nhãn hiệu	Dung tích gầu (m ³)		1	2	3	4
MA3-503	4	Э-1003	1	48	6	10	12	18
Kpa3-256	6	Э-2001	2	100	6	10	13	20
MA3-525	14,3	CЭ-3	3	145	4	6	8	12
Белла3-540	15,3	ЭКГ-4,6	4,6	220	2	3	4	5

II. Xe goòng có máy kéo hoặc người đẩy

Phương pháp này phải làm cầu công tác dọc theo tuyến đập để xe goòng chạy và trực tiếp đổ vào thân đập (hình 14-16).



Hình 14-6. Dùng xe goòng vận chuyển đá
 a) Mặt bằng bố trí đường vận chuyển và cầu công tác;
 b) Mặt cắt ngang; c) Mặt cắt dọc.

Ưu điểm của phương pháp này là đường đổ đá dài, điều kiện vận chuyển trên đập tương đối tốt, đá đổ xuống có tác dụng nén chặt lớp dưới. Nhược điểm của nó là khối lượng cầu công tác lớn, đá đổ xuống dễ vỡ vụn. Để khắc phục khuyết điểm này, cần khống chế độ cao đổ đá, làm thêm máng gỗ, máng tre để đỡ cho đá khỏi rơi xuống quá mạnh.

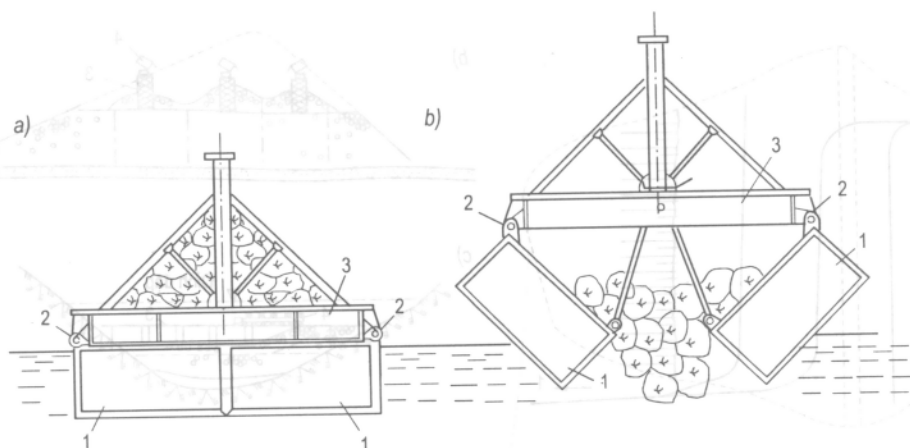
Chiều cao của cầu công tác tùy theo độ cao cho phép đổ đá, trong sản xuất thường thí nghiệm đổ đá ở hiện trường mà quyết định. Nhân tố nữa có ảnh hưởng đến việc quyết định chiều cao cầu công tác là điều kiện làm cầu và kế hoạch đắp đập. Hiện nay trong thi công chiều cao của cầu phần lớn là từ 5 ÷ 15 mét. Cầu công tác có thể làm bằng gỗ, bằng sắt thép hoặc bê tông cốt thép, làm cầu gỗ thì nhanh nhưng cầu gỗ chôn vào thân đập sẽ ảnh hưởng đến chất lượng của đập. Khi dùng phương pháp vận chuyển này thì yêu cầu cấp phối vật liệu tương đối chặt chẽ hơn so với phương pháp khác.

III. Vận chuyển đá bằng đường thủy

Trong xây dựng thủy lợi người ta sử dụng những phương tiện giao thông thủy khác nhau để vận chuyển cát, đá như : bè mảng, thuyền, ca nô, xà lan tự hành, xà lan dặt bằng tàu kéo, tàu thủy chạy điêzen v.v... tham khảo bảng 14-7.

Các loại tàu kéo xà lan thường có công suất từ 600 ÷ 800 mã lực.

Hình 14-7 giới thiệu kiểu xà lan tự đổ ghép bằng các phao nổi. Các phao này nối với nhau bằng hệ thống khung là các khớp nối trụ xoay. Đá được xếp ở phần giữa hai phao, khi đổ đá người ta tháo chốt hãm làm cho trên phao xuất hiện mômen lật, hai phao nghiêng sang hai bên và đá được lăn xuống nước. Khi đá đã lăn hết, phao lại trở về vị trí cân bằng như cũ. Hệ thống đóng mở chốt hãm được điều khiển từ xa bằng hệ thống tự động đặt trên tàu kéo, thời gian đổ đá 20 ÷ 30 giây.



Hình 14-7. Xà lan tự đổ kiểu phao nổi tự lật

a) Vị trí tàu lúc chờ đá ; b) Vị trí tàu lúc đổ đá.

1. Phao nổi; 2. Khớp nối trụ xoay; 3. Khung đỡ.

Bảng 14-2

Loại tàu	Trọng tải (T)	Kích thước (m)			Mớn nước	Tốc độ (km/h)	Công suất động cơ (mã lực)
		Dài	Rộng	Cao			
Tàu chạy diesel tự hành	600	60÷65	9,2	3	1,8	15,5÷16	300
-	300	51	7	2,2	1,4	14÷16	150
-	150	48	7	2,2	1,1	14÷15	150
Xà lan tự đổ chở hàng trên boong hở	300	42	10	1,8	1,1	dắt bằng	
-	150	31	6	1,8	1,1	tàu kéo	
-	50	22	5	1,5	0,8	"	
Xà lan tự đổ chở hàng trên boong	1000	65	14	2	1,5	"	
-	600	55	12	1,8	1,4	"	
-	100	30	6	1,8	0,9	"	
Xà lan tự đổ kiểu phao nổi	250	31	7,5	1,8	1,6	"	

Ngày nay thường chế tạo các xà lan có tải trọng 500 ÷ 1000T, nhiều khoang, đáy mỗi khoang đều có nắp khi đóng mở. Khi đổ đá người ta chỉ việc mở nắp đáy khoang cho đá rơi xuống nước, sau đó chỉ việc đẩy nắp lại và bơm nước ra. Thời gian đổ đá 30 ÷ 40 giây.

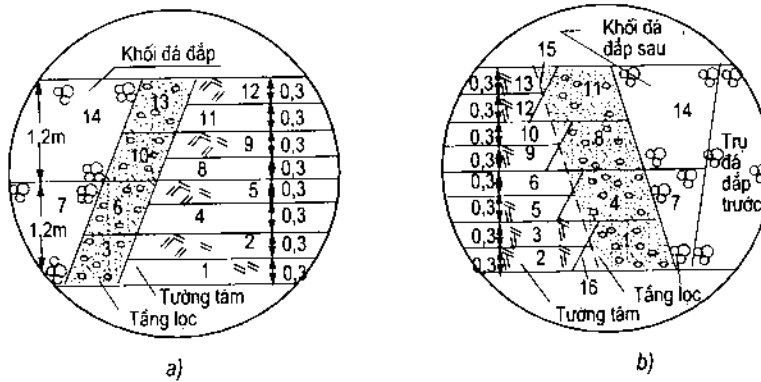
Đôi khi đá còn được chở trên các bè mảng do cây gỗ tròn hoặc tre nứa ghép lại thành mảng, các bè mảng đó được chạy bằng sức người đẩy, trôi theo dòng nước, được kéo bằng tàu kéo và có nơi kéo bằng sức máy kéo chạy dọc trên bờ kênh.

Ngoài các phương tiện vận chuyển đá ở trên, người ta còn sử dụng băng chuyền vận chuyển đá từ nơi khai thác về xưởng gia công nghiền sàng hoặc chở về bãi vật liệu trung chuyển ở gần đập rồi từ đó dùng ô tô tự đổ chở đá rải lên mặt đập.

§14.5. CÔNG TÁC RẢI, SAN, ĐẦM

Trong thi công đập đá đổ ngoài việc tổ chức tốt công tác rải, san, đầm trên mặt đập còn chú ý rải, san, đầm ở vật chống thấm (đất ở tường tâm, tường nghiêng), khối đá đổ và tầng lọc (các dải cát, đá rậm hoặc hỗn hợp cát sỏi). Trình tự đắp chúng và việc chọn chiều dày đầm nén chúng có liên quan chặt chẽ với nhau về quá trình công nghệ cũng như việc tổ chức thi công.

Thí dụ ở Thác Bà đã phải chọn chiều dày rải đất ở tường tâm dày 0,3 m; chiều dày tầng lọc 0,60m và chiều dày rải đá 1,20m với trình tự thi công các mối tiếp giáp đổ trong hai trường hợp : đất ở tường tâm đắp lên trước và đắp lên sau như hình 14-10.



Hình 14-8. Trình tự thi công mối tiếp giáp đập Thác Bà.

a) Khi tường tâm đắp trước ; b) Khi trụ đá đổ đắp trước

1, 2, 3... 14. Trình tự đắp các lớp đất, đá, cát sỏi; 15. Mái thiết kế ; 16. Mái đắp thực tế.

Trong thi công đập đá đổ việc rải, san, đầm đất ở tường tâm, tường nghiêng cũng giống như tổ chức thi công một đập đất đồng chất nói chung, ta chỉ cần lưu ý tới sự liên quan tới chiều dày của các lớp cát, đá để tiện cho việc tổ chức đầm nén ở các chỗ tiếp giáp như trên đã nói.

Việc tổ chức rải, san, đầm cát ở nhiều đập để đổ đá xây dựng cho thấy chiều dày cát rải để đầm tầng lọc 25 ÷ 60cm, độ ẩm thích hợp phụ thuộc vào công cụ đầm nén, máy đầm thường dùng là đầm bánh lốp và đầm rung, không nên dùng đầm chân dê. Độ chặt của cát sau khi đầm phụ thuộc vào mức độ chặt đặc của cát ở bãi vật liệu và hệ số độ chặt tương đối D của cát. Còn đối với loại cát sỏi hỗn hợp dùng để đắp trụ đập (thay cho trụ đá đổ) thì chiều dày 30 ÷ 100cm, đầm bằng đầm bánh hơi có thể tới 100 tấn (ở đập Ô ra-vin) hoặc đầm rung loại 5 ÷ 10 tấn, chiều dày cát rải phụ thuộc vào sự tổ thành hạt của cát sỏi nhưng không được nhỏ hơn $0,75d_{\max}$. Số lần đầm do kết quả xác định của thí nghiệm. Khi đầm cát sỏi nên tưới ẩm để tăng hiệu quả đầm nén.

Đối với đá đắp đập chiều dày rải đá của mỗi lớp cũng phụ thuộc vào sự tổ thành hạt của cấp phối đá, phụ thuộc vào phương pháp đầm nén, vào trọng lượng của công cụ đầm lăn ép và hình thức kết cấu của đập đá đổ.

Đối với đập đá đổ có tường tâm, chiều dày lớp đá đổ $5 \div 10\text{m}$ vì nó còn liên quan chặt chẽ với việc đắp tầng lọc và các cao trình của cơ đập ở hai bên mái. Đối với đập có tường nghiêng chống thấm thì chiều cao đổ đá không giới hạn, có khi tới $30 \div 50\text{m}$ như ở đập Sơn-Sprins có $h_{\text{đổ đá}} = 52\text{m}$. Nói chung chiều cao đổ đá không nên cao quá vì nó không an toàn đối với người cũng như xe máy làm việc và làm cho đá vỡ vụn quá nhiều khi chiều cao đổ đá quá cao. Kinh nghiệm chỉ nên chọn $h_{\text{đổ đá}} = 15 \div 25$ mét là vừa.

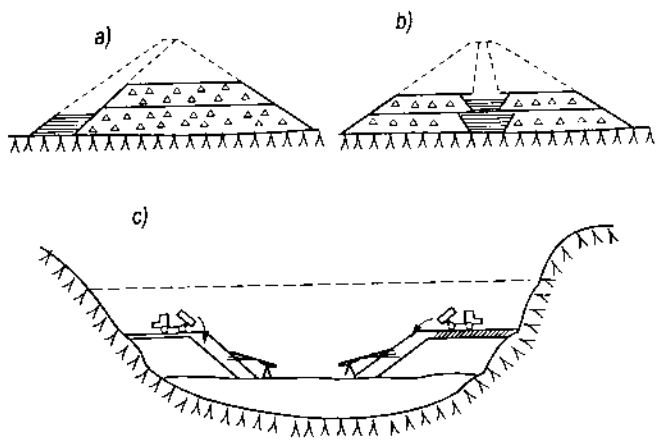
Với các chiều cao đổ lớn như trên (hơn 5m) thì ta phải chọn phương pháp đầm nén bằng súng bắn nước có đường kính mũi súng $75 \div 100\text{ mm}$ đặt ở dưới chân tầng để đầm nén đá (xem hình 14-9).

Lượng nước dùng để đầm 1m^3 đá đổ $2 \div 4\text{m}^3$ áp lực đầm hữu hiệu $3 \div 10\text{at}$, độ lún đập có thể đạt được $1 \div 1,5\%$. Phương pháp đầm này ta đã sử dụng để đắp phần dưới của trụ đá đổ của đập Thác Bà.

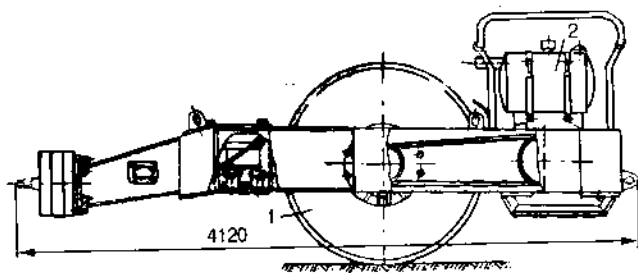
Khi đắp trụ đá bằng phương pháp đầm nén thì chiều dày đá rải $1 \div 2,25\text{m}$ phụ thuộc vào trọng lượng của thiết bị đầm. Các máy đầm thường dùng là đầm bánh hơi có trọng lượng $12 \div 50$ tấn trong thực tế nhiều khi thiếu đầm người ta có thể dùng các loại ô tô vận tải loại nặng dùng độ thấp để thay thế. Các loại đầm lăn ép phẳng có trọng lượng $5 \div 15$ tấn có gắn bộ phận chấn động cũng được dùng rộng rãi để đầm đá của đập đá đắp. Số lần đầm được xác định bằng thí nghiệm thực tế ở hiện trường (xem hình 14-12). Phương pháp này được áp dụng để đầm nén phần trên cao và những vị trí chật hẹp của đập Thác Bà.

§14.6. CƯỜNG ĐỘ THI CÔNG VÀ TRÌNH TỰ ĐÁP ĐẬP

Khi xây dựng những đập đá đổ cao hàng trăm mét với khối lượng hàng chục triệu mét khối thì việc xác định khối lượng đắp đập phải hoàn thành trong các giai đoạn thi



Hình 14-9. Sơ đồ phân lớp đổ đá và đầm nén bằng súng nước
a) Đập đá đổ tường nghiêng; b) Đập đá đổ có tường tâm; c) Đầm nén đá bằng súng bắn nước



Hình 14-10. Sơ đồ đầm rung D - 480
1. Thùng đầm; 2. Bộ phận chấn động.

công khác nhau ứng với từng thời đoạn dẫn dòng gọi là cường độ thi công và trình tự đắp các khối vật liệu ấy có hợp lý hay không có một ý nghĩa rất quan trọng để hoàn thành công trình đúng thời hạn, đảm bảo chất lượng, giá thành công trình.

Trình tự thi công đập đá đổ : Sau khi chuẩn bị xong toàn bộ hoặc một phần móng đập sẽ bắt đầu công tác đắp đập. Trình tự đắp trước sau căn cứ vào tình hình cụ thể của từng công trình, từng nơi, từng lúc mà quyết định. Các nhân tố cơ bản có ảnh hưởng đến việc xác định trình tự thi công đập đá đổ là :

- Điều kiện kết cấu mặt cắt thân đập ;
- Điều kiện dẫn dòng và đắp đập vượt lũ;
- Điều kiện khai thác vật liệu, cao trình bãi vật liệu và đường vận chuyển vật liệu lên mặt đập ;
- Điều kiện thi công, cách phân tầng phân lớp thi công đắp đập ;
- Tính chất mùa trong thi công mà ưu tiên đắp đất hoặc đá lên trước.

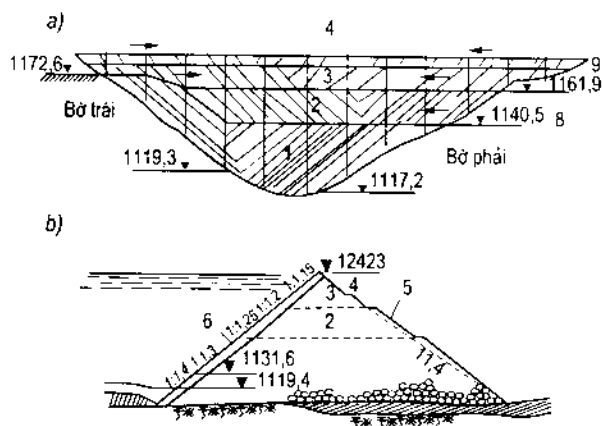
Dưới đây sẽ giới thiệu một số ví dụ cụ thể về trình tự thi công một số loại đập đã xây dựng ở trong nước và trên thế giới :

1. Đập đá đổ có tường nghiêng chống thấm bằng bê tông cốt thép (xem hình 14-11).

Đầu tiên đắp khối đá 0 để làm chỗ tựa cho việc xây chân móng và móng tường nghiêng. Sau đó đắp khối 1 dày 52m tương ứng với cao trình bãi vật liệu chính và được đắp từ một phía bờ phải vì bãi vật liệu nằm ở bờ phải ; tiếp theo đắp khối trụ 2 tới cao trình 1181,90, đắp lần dần từ hai bờ lại và đắp từ hạ lưu lên thượng lưu để giải phóng mặt bằng cho việc đổ bê tông tường nghiêng và móng của nó từ cao trình 1131,60 tới 1140,5. Cuối cùng đắp nốt khối 3 và 4 còn lại cũng từ hai bờ tiến vào giữa. Việc vận chuyển đá đắp lớp móng và bê tông của tường nghiêng dày 4,5m được tiến hành bằng cần trục bánh xích di chuyển dọc theo thân đập.

2. Đập đá đổ có tường nghiêng chống thấm bằng đất (xem hình 14-14). Trình tự tiến hành như sau :

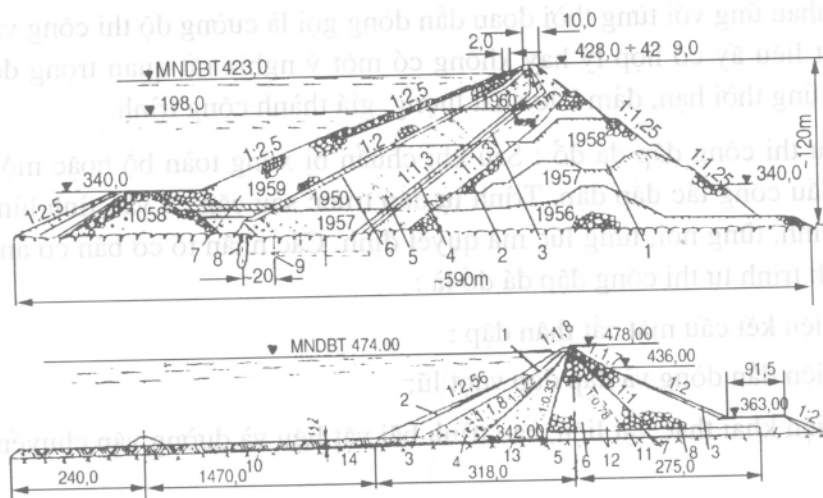
- Đắp đê quai thượng lưu và một phần trụ đá (năm 1956) ;



Hình 14-11. Trình tự đắp đập Sơn-Sprins (Mỹ)

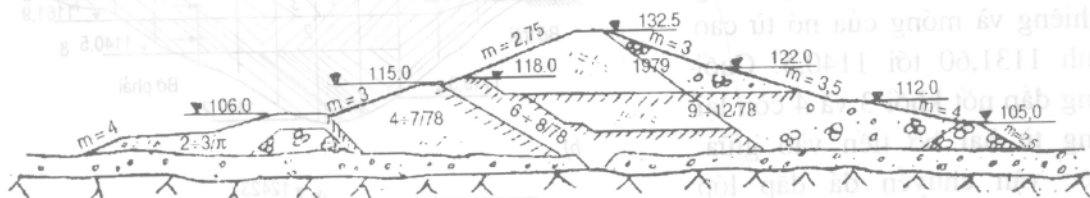
a) Mặt cắt dọc ; b) Mặt cắt ngang.

0. Khối đắp đầu tiên; 1, 2, 3, 4. Các lớp; 5. Mái đắp thực tế; 6. Tường nghiêng bằng bê tông cốt thép dày 30-40cm đặt trên móng đệm dày 4,5m; 7. Tràn xả lũ; 8. Bãi vật liệu chính; 9. Bãi vật liệu phụ.



Hình 14-12. Trình tự đắp đập Tơ rắnglet (Thụy Điển)

1. Khối đá đổ ; 2. Khối cuội sỏi lớn hơn 60mm ; 3,4. Tầng lọc ; 5. Tường nghiêng ;
 6. Lớp chuyển tiếp ; 7. Lớp đá áp trọng ; 8. Màng chống thấm ; 9. Hành lang quan trắc.
- Xử lý móng tường tâm ;
 - Đắp tường nghiêng và một phần trụ đá tiếp theo (1957) ;
 - Đắp tường nghiêng và trụ đá tới cao trình chống lũ của giai đoạn dẫn dòng đợt hai (1958) ;
 - Đắp tiếp tường nghiêng và trụ đá cho tới khi hoàn thành đập (1959 và 1960).
3. Đắp đập đất đá hỗn hợp có trụ đá áp trọng ở hạ lưu (xem hình 14-13)



Hình 14-13. Trình tự đắp đập Yên Lập (Quảng Ninh)

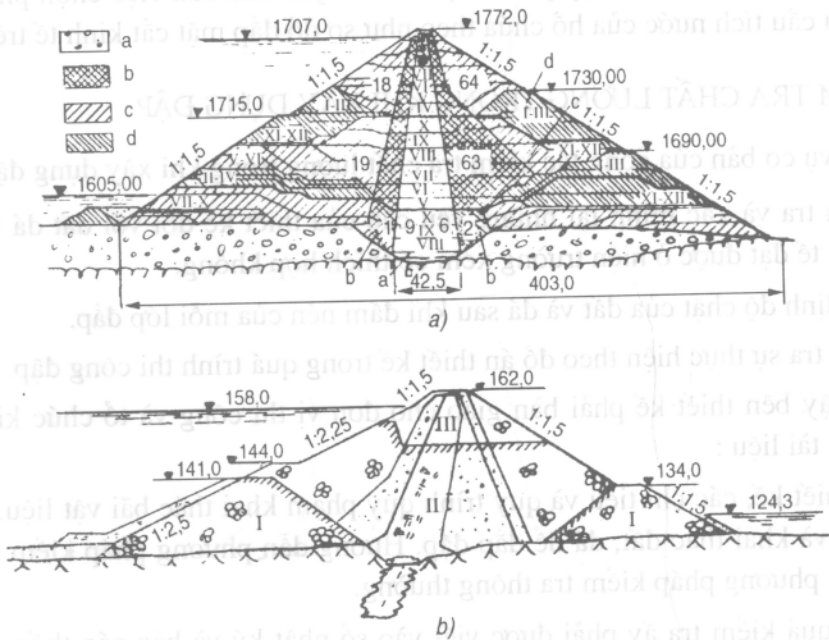
Đầu tiên chặn dòng vào ngày 21-1-1978, nước được dẫn dòng về hạ lưu qua kênh xé ở bờ trái đặt trên cao trình 4,40. Tiến hành đắp đê quai thượng lưu trong hai tháng 2 và 3 năm 1978 đến $\nabla 6,0$.

Ngày 1-4-1978 lấp kênh xé, cho dẫn dòng qua cống ở bờ phải, tiến hành đắp đập vượt lũ : trước 31-5 phải đến $\nabla 15,0$ trước 31-7 phải đến $\nabla 18,0$.

Tiếp theo từ 9-1978 đến hết năm 1979 tiến hành đắp đồng thời cả trụ đất và đá của đập cho đến $\nabla 32,5$ theo mặt cắt vẽ ở hình 14-15.

4. Đắp đập đá đổ có tường tâm chống thấm bằng đất (xem hình 14-14).

Trên hình 14-14a ta thấy về mùa đông tập trung thi công trụ đá, còn về mùa hè cần tập trung thi công tường tâm. Còn trên hình 14-16b ở Thác Bà : 22-2-1970: chặn dòng đợt I từ 22-2 đến 31-5-1971 : đắp đê quai thượng đến $\nabla 141,0$ đê quai hạ đến $\nabla 134,0$ để xử lý hồ móng đập, đợt II từ 1-6-1971 đến 31-5-1971 : phía thượng lưu đắp đến $\nabla 155,0$; tường tâm và phía hạ đắp đến $\nabla 146,0$ để tích nước chạy máy một vào 9-1971. Đợt III : từ 1-6-1971 đến 9-1972 nâng cao toàn bộ đập đến $\nabla 162,0$ và làm công tác hoàn thiện.



Hình 14-14. A - Sơ đồ đắp đập Ghe-patch (Áo)

B - Sơ đồ đắp đập Thác Bà (trên sông Chảy tỉnh Hoàng Liên Sơn)

a) Tường tâm; b) Đắp vùng chuyển tiếp; c) Đắp trụ đá vào mùa hè; d) Đắp trụ đá vào mùa đông;

I, II, III - các đợt thi công đập Thác Bà thích ứng với các giai đoạn dẫn dòng khác nhau.

So với đập đá đổ loại có tường nghiêng chống thấm, đập đá đổ có tường tam có nhược điểm là diện thi công khối đá hẹp do đó việc chọn phương án đầm nén bằng thủy lực thường chỉ tiến hành được trong thi công trụ đá phần dưới thấp. Phần trên cao hẹp phải dùng phương án đầm đá bằng đầm nén. Khi khai thác bãi vật liệu và thi công loại đập này có hai vấn đề được đặt ra :

- Làm thế nào khai thác được nhiều loại đá cỡ lớn lượng vữa vụn ít ;

- Bãi đất dùng để đắp tường tam không được quá ẩm ướt so với độ ẩm thiết kế.

Do đó việc nổ mìn phá đá theo phương pháp nào phải được tính toán và thí nghiệm ở hiện trường để đảm bảo đúng cấp phối đá có sự tổ thành hạt theo yêu cầu của thiết kế để khối đá đắp có độ lún nhỏ nhất. Phải có lượng đất dự trữ để đắp trong mùa mưa và có

biện pháp thi công đắp trong mùa mưa tốt kể cả biện pháp khai thác đất ở bãi vật liệu và biện pháp tổ chức thi công ở mặt đắp.

Nói chung đắp đều được đắp song song đồng thời trên toàn mặt cắt nhưng tùy tình hình cụ thể ở từng nơi, từng lúc, tùy điều kiện thi công, điều kiện phải xử lý nền và tính mùa trong thi công mà ta thấy tốc độ nâng cao đắp trong các năm có khác nhau. Xem hình 14-16 ta thấy có đặc điểm : về mùa đông việc đắp bị hạn chế, do đó bao giờ trụ đá cũng được nâng cao nhanh, ngược lại về mùa hè thì cần tập trung đắp lõi đất. Còn ở đập Thác Bà thì thời gian đầu phải mất nhiều thời gian khoan phun xử lý nền nên tường tâm đắp lên chậm, thời gian sau đắp phải vượt lũ theo yêu cầu của việc chọn phương án dẫn dòng và yêu cầu tích nước của hồ chứa theo như sơ đồ đắp mặt cắt kinh tế trên hình vẽ.

§14.7. KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG TRONG KHI XÂY DỰNG ĐẬP

Nhiệm vụ cơ bản của công tác kiểm tra chất lượng trong khi xây dựng đập đá đổ là :

1. Kiểm tra và xác minh lại những yêu cầu của thiết kế đối với đất đá và đá so với kết quả thực tế đạt được ở hiện trường xem có thích hợp không.
2. Xác định độ chặt của đất và đá sau khi đầm nén của mỗi lớp đắp.
3. Kiểm tra sự thực hiện theo đồ án thiết kế trong quá trình thi công đắp.

Muốn vậy bên thiết kế phải bàn giao cho đơn vị thi công và tổ chức kiểm tra chất lượng những tài liệu :

Đồ án thiết kế, các chỉ tiêu và quy trình quy phạm khai thác bãi vật liệu, việc chuẩn bị, gia công và khai thác đất, đá để đắp đập. Hướng dẫn phương pháp kiểm tra mới nếu có so với các phương pháp kiểm tra thông thường.

Các kết quả kiểm tra ấy phải được viết vào sổ nhật ký và báo cáo thống kê rồi làm thủ tục tổng hợp vào biểu đồ báo cáo chung để bàn giao công trình.

Nội dung kiểm tra chất lượng thi công đập đá đổ gồm :

- Kiểm tra chất lượng đất ở bãi vật liệu là phải xác định thành phần hạt và độ ẩm của đất xem có phù hợp với yêu cầu thiết kế không.
- Kiểm tra chất lượng đá ở bãi vật liệu là phải xác định kích thước, thành phần và tỷ lệ loại đá vỡ vụn xem có phải thay đổi công nghệ khoan nổ không.
- Kiểm tra chất lượng đất sau khi gia công làm khô hoặc làm ẩm ở bãi vật liệu xem có thích hợp với yêu cầu của thiết kế không.

Trong thực tế xây dựng nhiều đập đá đổ ở thế giới cũng như ở Thác Bà, người ta đã tiến hành kiểm tra như sau :

Đối với trụ đá đắp hoặc đá đổ theo quy phạm cứ mỗi lớp đắp hoặc cứ mỗi khối đắp $3000 \div 5000m^3$ phải đào một hố kiểm tra chất lượng với kích thước $1m \times 1m \times 1m$ hoặc $2,5m \times 5,0m \times 1,5m$, dùng nhân lực để phân loại và cân đong xác định dung trọng (độ chặt) và cấp phối (sự tổ thành hạt) của khối đá đắp. Vì hố đào không thể vuông thành

sắc cạnh được nên thể tích hố đào được đo bằng khối lượng nước đổ vào tấm vải nhựa dài trong lòng hố.

Đối với tầng lọc và vùng chuyển tiếp ta cũng chỉ cần kiểm tra chất lượng vật liệu cát sỏi đá ở đó về độ chặt (dung trọng) và sự tổ thành hạt của chúng mà thôi.

Đối với đất đắp tường tâm, tường nghiêng thì phải kiểm tra cả về độ chặt lẫn độ ẩm của khối đắp. Ở đây độ chặt và độ ẩm ngoài việc kiểm tra bằng phương pháp thông thường (dao vòng) người ta còn dùng phương pháp kiểm tra bằng phóng xạ để lấy kết quả nhanh cho việc đắp các lớp sau.

Đối với khối đất đắp ở trong nước, việc kiểm tra độ chặt và độ ẩm của khối đắp được tiến hành bằng cách khoan lấy mẫu rồi thí nghiệm kiểm tra quá trình cố kết của đất tức tìm tốc độ thoát nước và tốc độ chặt đặc của đất.

Ngoài ra ở những khối đắp mà chất lượng của nó ảnh hưởng lớn tới tính chất chống thấm, sự ổn định của mái đắp và sự biến dạng của đắp thì phải tăng cường việc lấy mẫu để xác định hệ số thấm, hệ số chống trượt và đặt các mốc quan trắc độ lún trong quá trình thi công, có thể là một hệ thống các mốc quan trắc độ lún lâu dài.

Chất lượng đắp đập còn phụ thuộc rất lớn vào chất lượng nền móng đập cũng như chất lượng xử lý các mối tiếp giáp, vì vậy còn phải kiểm tra xem tình hình nền móng đập có phù hợp với tài liệu địa chất đã cho không và việc xử lý các mối tiếp giáp có phù hợp với những quy định trong quy trình quy phạm không.

§14.8. CÔNG TÁC XÂY LÁT ĐÁ

Ngày nay những đập đá xây ít được xây dựng vì nó đòi hỏi phải tốn nhiều công lao động nặng nhọc và mức độ sử dụng cơ giới thấp.

Tuy nhiên công tác xây lát đá vẫn dùng để lát gia cố mái đập, xây tường chắn đất, sân tiêu năng, tràn xả lũ và các vòm cầu cống loại nhỏ.

Nội dung công tác xây lát đá bao gồm :

- Công tác xây khan ;
- Công tác xây có vữa ;
- Kỹ thuật xây vòm cống bằng đá.

Về cơ bản các phương pháp xây đều giống nhau, chỉ khác nhau về trình tự và một số yêu cầu kỹ thuật.

I. Xây khan

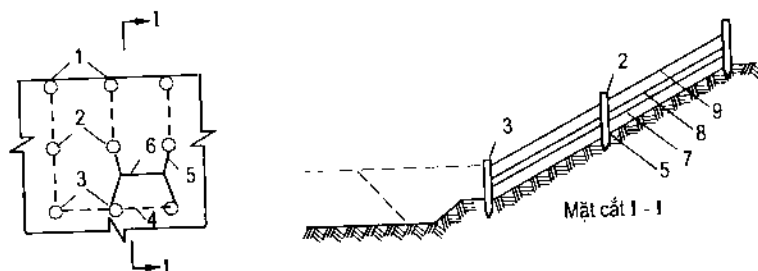
Xây khan bao gồm các bước sau :

1. Công tác chuẩn bị

- Trước hết cần dọn nền sạch sẽ, đúng cao trình thiết kế và đầm chặt phòng lún không đều, chuẩn bị vật liệu đầy đủ về số lượng và chất lượng.

- **Đóng mốc khống chế** : sau khi nền đã đầm chặt, ta đóng một số hàng cọc mốc (các cọc cách nhau trên dưới 5 mét) mỗi cọc mốc đều ghi rõ các điểm khống chế. Nếu dưới lớp đá xây cần có lớp lót làm tầng lọc thì cọc mốc cần ghi rõ điểm khống chế của lớp cát, đá rầm và lớp đá học xây. Sau đó dùng dây nối các điểm khống chế thành các đường khống chế (hình 14-15).

- **Rải cát làm tầng lọc** : khi rải cát, đá chú ý rải từ thấp lên cao, rải hết lớp nọ đến lớp kia theo các mốc khống chế, tránh tình trạng rải lẫn lộn mất tác dụng của tầng lọc. Để tăng nhanh tốc độ thi công thì có thể phân chia ra từng đoạn để tiến hành như : trên đoạn này rải cát, đoạn kia rải đá, đoạn khác xây đá học...



Hình 14-15. Đóng mốc khống chế

1. Cọc mốc đỉnh dốc ; 2. Cọc mốc giữa dốc ; 3. Cọc mốc chân dốc ;
4. Đường khống chế chân dốc ; 5. Đường khống chế mái dốc ;
6. Đường khống chế giữa ; 7, 8, 9. Đường khống chế lớp cát đá đầm, đá xây.

2. Phương pháp xây

Sau khi nền đầm chặt hoặc rải xong cát, đá ta có thể bắt đầu xây đá học. Trước hết đặt hòn đá uôm thử vào vị trí cần thiết thì điều chỉnh, sau mới chèn chặt, tốt nhất là những khe hở không phải chèn đá.

Khi xây cần chú ý những điểm sau :

- Xây từ thấp lên cao, nếu là kênh dẫn nước thì nên xây lòng kênh trước, mái kênh sau, riêng mái kênh thì xây chân mái trước, lát mái sau... để hòn đá tựa vào nhau với tiết diện lớn nhất, chắc chắn nhất và tiện việc chuyển đá từ trên xuống dưới.

- Nếu hòn đá không vuông vắn thì đặt đầu to xuống dưới, đầu nhỏ lên trên để hòn đá ổn định. Mặt đá xây lồi lõm không quá 5cm so với cao trình thiết kế.

- Các mạch xây phải so le và không có mạch 4 góc.

- Chiều dài hòn đá phải thẳng góc với chiều nước chảy và thẳng góc với mái dốc để dễ kiểm tra khe rỗng và tiện việc chèn đá, đảm bảo lớp đá ổn định khi chịu lực.

Đánh giá chất lượng của khối đá xây là căn cứ vào chất lượng vật liệu và chất lượng xây đúng kỹ thuật. Riêng chất lượng xây mà nói thì chủ yếu là khối xây cần chắc chắn và chặt chẽ.

II. Xây vữa

Đá xây có vữa trên căn bản cũng gần giống như đá xây khan. Nội dung gồm :

1. Công tác chuẩn bị

Trước hết xử lý nền theo yêu cầu thiết kế như loại trừ bùn nhão, đất thực vật, đất phong hoá, nứt nẻ... chuẩn bị đầy đủ vật liệu về số lượng và chất lượng. Vạch rõ phạm vi xây dựng, định rõ các mốc khống chế theo kích thước của thiết kế.

2. Phương pháp xây

Thường dùng hai phương pháp xây sau đây :

- Xây nằm : đặt hòn đá có tiết diện lớn xuống dưới.
- Xây đứng : đặt hòn đá có tiết diện lớn thẳng đứng.

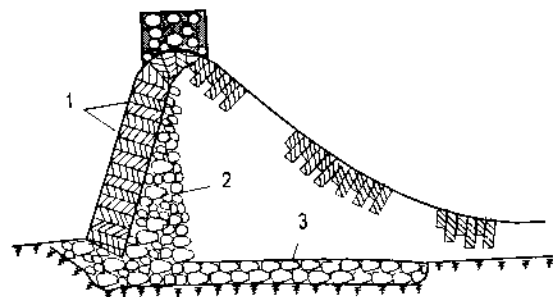
Xây nằm đỡ tốn công nhưng không chặt chẽ, thường dùng để xây tường, cột... Ngược lại xây đứng tuy tốn công nhưng chất lượng tốt, thường dùng ở các vị trí chịu tác dụng của dòng chảy có lưu tốc lớn.

Trình tự xây vữa thường theo các bước sau đây :

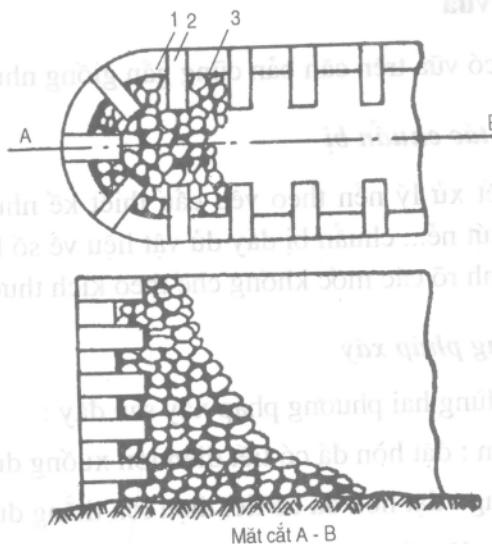
- Xây từ thấp lên cao để vữa khỏi rơi vãi và khối xây thêm vững chắc.
- Mạch xây phải so le, mặt xây đều đặn, dùng đá cân đối để khối đá thêm chắc chắn.
- Mạch xây phải đầy vữa và chèn chặt, khi mặt vữa đã đóng kết, se mặt cần móc sâu mạch xây khoảng 3cm để kết hợp tốt giữa vữa cũ và vữa mới rồi mới xây tiếp hoặc trát mạch.

Xây xong cần trát mạch cẩn thận để đá kết hợp chặt chẽ, giảm bớt tính thấm và tăng vẻ đẹp của công trình. Trước khi trát mạch phải rửa mạch sạch sẽ và khi trát mạch phải đổ vữa đầy mạch, miết đi miết lại cho chặt và nhẵn. Cuối cùng dùng bao tải phủ lên trên và tưới nước dưỡng hộ 5 ÷ 7 ngày.

Trường hợp xây những công trình hoặc bộ phận công trình cần có mặt ngoài chắc chắn và phẳng phiu thì chọn những hòn đá to, dài, vuông vắn, mặt phẳng, xây xen kẽ dần lớp vỏ ngoài với việc xếp đá khan ở bên trong (xem hình 14-16 và 14-17).



Hình 14-16. Đập tràn đá xây
1. Đá xây vữa ở mặt ngoài ;
2. Đá xây khan ở bên trong ;
3. Đá lớn ở mặt nền.



Hình 14-17. Trụ pin
hoặc trụ cầu bằng đá xây
1, 2. Đá xây có vữa ở mặt ngoài ;
3. Đá xếp bên trong.

III. Xây cống vòm bằng đá

Xây cống vòm bằng đá như xây các cầu vòm, đường hầm... bao gồm xây trụ cống, dựng giàn giáo, xây vòm cống và tháo dỡ giàn giáo.

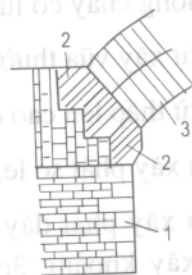
Khi xây trụ cống thì dùng mặt bằng hay mặt đứng cùng xây cách nhau $60 \div 70\text{cm}$ chọn một hòn đá to và dài cắm sâu vào trong trụ để tăng cường sự liên kết. Chỗ chuyển tiếp từ trụ sang vòm nên dùng những hòn đá nằm góc (hình 14-18).

Sau khi xây xong trụ cống thì tiến hành dựng giàn giáo để xây vòm cống. Kỹ thuật xây vòm cống đòi hỏi yêu cầu kỹ thuật cao. Việc dựng giàn giáo phải đảm bảo đúng thiết kế, tiện việc kê đệm, dễ điều chỉnh và tháo dỡ. Các hình thức giàn giáo bằng gỗ thường dùng để xây vòm cống có thể tham khảo hình 14-19.

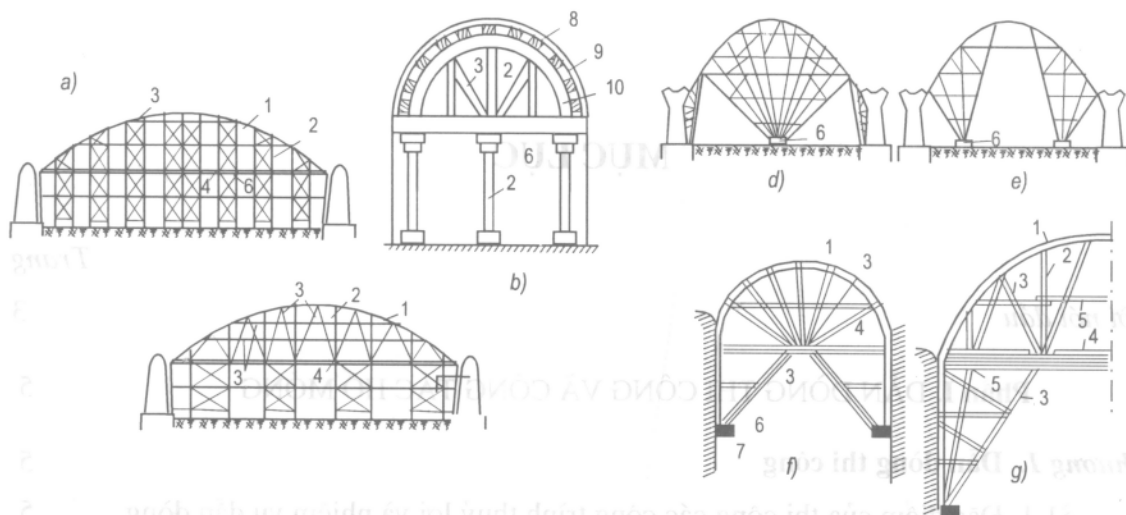
Khi xây vòm cần chú ý xây từ hai đầu trở vào một cách đối xứng và xây dần cho tới đỉnh. Đá xây vòm nên dùng hòn dài và dẹt. Khi xây thì nên xây đứng, trục ngắn của hòn đá nên thẳng góc với bán kính vòm và xây đều đặn, chênh lệch không quá 20cm (hình 14-20).

Sau khi xây vòm thì cũng dưỡng hộ cho tới khi đạt tới cường độ yêu cầu thì tháo dỡ giàn giáo.

Thiết bị kê đệm để tiện việc tháo dỡ thường dùng gồm có thanh đệm, ống cát và kích (xem hình 14-21).



Hình 14-18. Cống vòm bằng đá xây
1. Đá xây trụ cống; 2. Đá xây chân
vòm (chỗ chuyển tiếp) ; 3. Đá xây vòm.



Hình 14-19. Các hình thức giàn giáo bằng gỗ

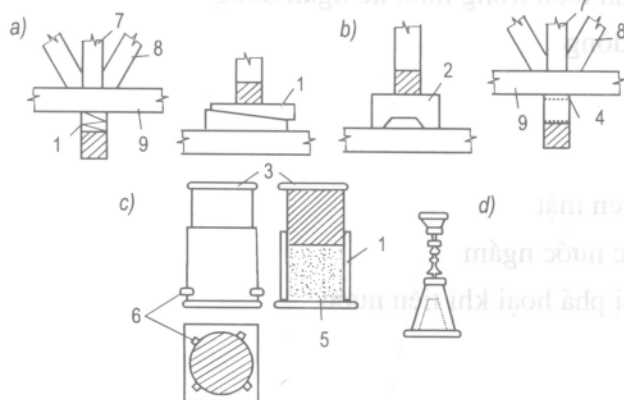
a) Giàn giáo nhiều trụ đứng ; b) Giàn giáo ít trụ đứng ; c) Giàn giáo kiểu chữ nhân ;
d, d) Giàn chống kiểu nan quạt ; e, g) Giàn chống kiểu công son.

1. Dầm xiên ; 2. Cột chính ; 3. Thanh chống xiên ; 4. Thanh giằng ;

5. Gỗ kẹp ; 6. Thiết bị tháo dỡ ; 7. Bộ đỡ ; 8. Gỗ dọc ; 9. Ván cong ; 10. Giàn đỡ.

Hình 14-20. Xây vòm cống

a) Xây sai ; b) Xây đúng.



Hình 14-21. Thiết bị kê đệm

1. Thanh đệm ; 2. Khối đỡ kê ;
3. Ván đệm mặt ; 4. Ống cát ;
5. Cát ; 6. Lỗ tháo cát ; 7. Trụ
đứng ; 8. Thanh chống xiên ;
9. Thanh giằng.

Trong quá trình xây, cần chú ý khi khối đá xây chưa đạt yêu cầu về cường độ thì không được va chạm, chấn động mạnh và không được đặt vật nặng lên trên hoặc tựa các kết cấu chịu tải trọng lên đó để giữ cho kết cấu không bị phá hoại.

MỤC LỤC

<i>Lời nói đầu</i>	<i>Trang</i> 3
Phần I. DẪN DÒNG THI CÔNG VÀ CÔNG TÁC HỐ MÓNG	5
Chương 1. Dẫn dòng thi công	5
§1.1. Đặc điểm của thi công các công trình thuỷ lợi và nhiệm vụ dẫn dòng	5
§1.2. Các phương pháp dẫn dòng thi công	6
§1.3. Chọn lưu lượng thiết kế dẫn dòng	18
§1.4. Chọn phương án dẫn dòng thi công	20
Chương 2. Đê quai	23
§2.1. Khái niệm chung	23
§2.2. Cấu tạo và phương pháp thi công đê quai thông thường	23
§2.3. Xác định cao trình đỉnh đê quai và bố trí mặt bằng của đê quai	30
Chương 3. Ngăn dòng	32
§3.1. Vị trí và tác dụng	32
§3.2. Các phương pháp ngăn dòng	32
§3.3. Xác định các thông số tính toán trong thiết kế ngăn dòng	34
§3.4. Tính toán thuỷ lực ngăn dòng	36
Chương 4. Tiêu nước hố móng	46
§4.1. Mở đầu	46
§4.2. Phương pháp tiêu nước trên mặt	46
§4.3. Phương pháp hạ thấp mực nước ngầm	53
§4.4. Bảo vệ hố móng không bị phá hoại khi tiêu nước	59
Chương 5. Xử lý nền	62
§5.1. Xử lý nền bằng lớp đệm	62
§5.2. Xử lý nền bằng cọc	64
§5.3. Xử lý nền bằng nổ mìn ép	75
§5.4. Xử lý nền bằng phương pháp hoá lý	78

Phần II. CÔNG TÁC ĐẤT	87
Chương 6. Đào đất	92
§6.1. Khái niệm chung về công tác đào đất	92
§6.2. Lý luận về đào cắt đất	92
§6.3. Máy đào đất một gầu	95
§6.4. Máy đào đất nhiều gầu	123
§6.5. Máy cạp	129
§6.6. Máy ủi	135
§6.7. Kỹ thuật an toàn khi thi công bằng máy làm đất	138
Chương 7. Vận chuyển đất	140
§7.1. Các hình thức vận chuyển	140
§7.2. Vận chuyển bằng ô tô	140
§7.3. Vận chuyển bằng đường ray	144
§7.4. Vận chuyển bằng máy kéo	148
§7.5. Vận chuyển bằng đường thủy	148
§7.6. Vận chuyển bằng băng chuyền	150
§7.7. Vận chuyển bằng cáp treo	153
Chương 8. Thi công đập đất đầm nén	155
§8.1. Nguyên lý cơ bản của đầm nén đất	155
§8.2. Các loại máy để làm chặt đất	157
§8.3. Chọn thông số đầm nén của một số loại máy đầm.	164
§8.4. Thí nghiệm đầm nén ở hiện trường	169
§8.5. Thi công đập đất đầm nén	171
Chương 9. Đắp đập bằng phương pháp đổ đất trong nước	183
§9.1. Mở đầu	183
§9.2. Trình tự thi công	185
§9.3. Công tác mặt đập	191
§9.4. Kiểm tra chất lượng và xử lý những hiện tượng hư hỏng	193
Chương 10. Thi công đất bằng máy thủy lực	197
§10.1. Mở đầu	197
§10.2. Công tác đào đất	197
§10.3. Vận chuyển vữa bùn	214
§10.4. Công tác bồi đắp	221
	353

Phần III. NỔ MÌN VÀ CÔNG TÁC ĐÁ	223
Chương 11. Lý luận cơ bản về nổ và các phương pháp nổ mìn cơ bản	223
§11.1. Khái niệm chung	223
§11.2. Lý luận cơ bản về nổ phá và nguyên lý tính toán khối thuốc nổ	234
§11.3. Thuốc nổ và cách gây nổ	243
§11.4. Công tác khoan	254
§11.5. Các phương pháp nổ mìn cơ bản	258
Chương 12. Ứng dụng nổ mìn trong xây dựng thủy lợi	271
§12.1. Cơ sở lý luận của nổ mìn định hướng	271
§12.2. Nổ mìn định hướng để đắp đập	272
§12.3. Nổ mìn để đào kênh	285
§12.4. Nổ mìn đào móng công trình thủy lợi	287
§12.5. Kỹ thuật an toàn trong công tác nổ phá	289
Chương 13. Thi công Đường hầm	295
§13.1. Đặc điểm của thi công đường hầm	295
§13.2. Các phương pháp đào đường hầm	295
§13.3. Bố trí lỗ khoan và chọn máy khoan	298
§13.4. Công tác moi xúc và vận chuyển đất đá	306
§13.5. Công tác chống đỡ đường hầm	310
§13.6. Những công tác phụ trợ	317
§13.7. Đổ bê tông và phụt vữa đường hầm	322
§13.8. Tổ chức thi công đường hầm	327
§13.9. Công tác xây dựng giếng đứng	329
Chương 14. Thi công đập đá đổ và công tác xây lát đá	332
§14.1. Mở đầu	332
§14.2. Những yêu cầu đối với nền đập và công tác chuẩn bị nền	333
§14.3. Những yêu cầu đối với đá và việc khai thác đá	335
§14.4. Công tác vận chuyển đá lên mặt đập	337
§14.5. Công tác rải, san, đầm	341
§14.6. Cường độ thi công và trình tự đắp đập	342
§14.7. Kiểm tra chất lượng trong khi xây dựng đập	346
§14.8. Công tác xây lát đá	347

THI CÔNG
CÁC CÔNG TRÌNH THỦY LỢI
TẬP 1

Chịu trách nhiệm xuất bản :

BÙI HỮU HẠNH

<i>Biên tập :</i>	TRỊNH KIM NGÂN
<i>Chế bản :</i>	LÊ THỊ HƯƠNG
<i>Sửa bản in :</i>	NGUYỄN QUỐC HUNG
<i>Bìa :</i>	NGUYỄN HỮU TÙNG

In 1000 cuốn khổ 19×27 cm, tại Xưởng in Nhà xuất bản Xây dựng. Giấy chấp nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số 136/XB-QLXB-02, ngày 13-2- 2004. In xong nộp lưu chiểu tháng 9/2004.

thi công các ct t1 thủy lợi



6X7.6	136 - 2004
XD- 2004	

Giá : 55.000^d