

Quy trình khảo sát địa chất công trình để thiết kế và xây dựng các công trình ngầm

Process on investigating of engineering geology to design and construct underground works

Chương I NHỮNG CHỈ DẪN CHUNG

- 1.1. Khi khảo sát địa chất công trình ở ngoài thực địa đối với tuynen thủy công (dẫn nước vào, dẫn nước ra) đường dẫn nước có áp vào tuốc-bin nhà máy thủy điện, vào các trạm biến áp ngầm và hầm điều áp, là các công trình ngầm quan trọng nhất trong đầu mối thủy lợi phải tuân thủ theo quy trình này.

Việc khảo sát địa chất công trình đối với các tuynen vận chuyển các đường nghiêng để đi lại, các giếng đứng để chuyển hàng, để đặt cáp và thông gió, các khoang đào ngầm phụ của công trình đầu mối phải được tiến hành cùng với việc khảo sát các công trình thủy công ngầm chủ yếu, phải được tiến hành phù hợp với các "Chỉ dẫn" và "Quy trình" tương ứng.

"Quy trình" này không đề cập đến việc thu thập tài liệu địa chất công trình đối với các khoang đào ngầm dùng trong thi công và việc chỉnh lý tài liệu khảo sát địa chất công trình cuối cùng trong phòng. Những công tác đó được thực hiện theo các quy trình riêng.

- a) Quy trình về việc tiến hành thu thập tài liệu địa chất công trình khi xây dựng tuynen, hố móng...
- b) Quy trình về việc chỉnh lý tài liệu trong phòng và tập báo cáo kĩ thuật về công tác khảo sát địa chất công trình cho thi công.

- 1.2. Việc khảo sát các công trình thủy công ngầm phải tiến hành theo trình tự sau : Khảo sát sơ lược (nhiệm vụ thiết kế) ; Sơ đồ năng lượng và sử dụng dòng sông ; Khảo sát để thành lập thiết kế sơ bộ (bước 1 và bước 2). Đối với các công trình cần phải tiến hành thêm một bước thiết kế kỹ thuật thì có quy định riêng ; Khảo sát để thành lập các bản vẽ thi công và trong thời gian xây dựng.

Khi bảo vệ thiết kế sơ bộ có thể cần thiết phải tiến hành khảo sát và nghiên cứu địa chất công trình bổ sung để làm chính xác thêm một số quyết định kĩ thuật đã được chấp nhận trong các phần riêng lẻ của bản thiết kế (tùy theo nhận xét của các chuyên gia của hội đồng xét duyệt). Việc đó được tiến hành ưu tiên ở giai đoạn lập bản vẽ thi công.

- 1.3. Khảo sát địa chất công trình phải thực hiện theo đề cương đã được lập trên cơ sở các nhiệm vụ kĩ thuật do chủ nhiệm thiết kế đề ra và đã được chủ nhiệm thiết kế thoả thuận cũng như đã được hội đồng kĩ thuật của cơ quan khảo sát và thiết kế duyệt.

Ghi chú : Chủ nhiệm thiết kế lập nhiệm vụ kĩ thuật trên cơ sở nghiên cứu kĩ các tài liệu hiện có và các kết luận của các chuyên gia trong hội đồng xét duyệt ở các giai đoạn thiết kế trước. Bản nhiệm vụ đó phải đủ để các kĩ sư địa chất công trình hướng vào những vấn đề cần giải quyết để làm cơ sở cho đề án thiết kế và phải nêu các phương án có khả năng, vị trí phân bố, cách bố trí cao độ tuyệt đối của mực nước dâng bình thường, cao độ đặt công trình ngầm, các yêu cầu đặc biệt đề ra đối với địa chất công trình để luận chứng cho thiết kế ; nhu cầu về các vật liệu xây dựng thiên nhiên và thời hạn của các tài liệu khảo sát.

- 1.4. Phương hướng, thành phần và khối lượng của công tác khảo sát địa chất, địa hình trước hết phụ thuộc vào hoàn cảnh thiên nhiên của vùng công trình, đặc điểm và mức độ phức tạp của các điều kiện địa chất công trình, cũng như tùy thuộc vào giai đoạn thiết kế, loại và quy mô (kích thước) của công trình.

Kết cấu và phương pháp thi công các công trình ngầm chủ yếu là do điều kiện địa chất công trình quyết định.

Mức độ phức tạp của các điều kiện địa chất công trình trong toàn vùng xây dựng, cũng như đối với từng tuyến, từng khu vực riêng biệt trong phạm vi vùng, được xác định chủ yếu tùy theo sự tồn tại các khu vực bất lợi cho việc xây dựng và khai thác các công trình ngầm. Các khu vực đó là :

- a) Khu vực núi dốc (sườn núi) nguy hiểm về tính ổn định đối với các nham thạch cấu tạo chúng.
- b) Khu vực có các phá hủy kiến tạo lớn, ở đó nham thạch thường bị vụn nát và vò nhàu.
- c) Các hẻm sâu và các thung lũng sông (lộ ra và chôn vùi).
- d) Các khu vực công trình đặt không sâu (trong số đó có các khu vực cửa của tuy nèn).
- đ) Các khu vực có áp lực mỏ lớn.
- e) Khu vực có nguồn nước dưới đất chảy vào công trình lớn.
- g) Khu vực có nhiều các loại đá tảng và đá lăn.
- h) Khu vực có sỏi, cát và á sét phân bố ở dưới mực nước ngầm.

Trong phạm vi các khu vực kể trên cần phải tiến hành khảo sát thật cẩn thận, ngoài các phạm vi đó ra, nghiên cứu các điều kiện địa chất công trình có thể ở mức độ chi tiết tối thiểu.

Những khu vực kể trên, nếu ở trong vùng động đất phải nghiên cứu ở mức độ chi tiết hơn.

Phân phối sơ bộ khối lượng các dạng của công tác địa chất công trình cơ bản (tính bằng %) theo các giai đoạn thiết kế nêu ra trong bảng 1.

- 1.5. Các công tác địa chất công trình ngoài trời và chỉnh lí sơ bộ các tài liệu do các đơn vị khảo sát (đoàn, đội, tổ) tiến hành.

Một số công tác nghiên cứu tính chất của nham thạch trong phòng thí nghiệm và ngoài thực địa có thể giao cho các cơ quan đã được chuyên môn hóa.

Việc chỉnh lí lần cuối các tài liệu, thành lập các bản thuyết minh và báo cáo được nhóm nội nghiệp thực hiện theo các quy trình riêng (xem bảng 1).

Bảng 1

Phân phối sơ bộ khối lượng các dạng công tác địa chất công trình cơ bản (tính bằng %) theo các giai đoạn thiết kế

Các dạng công tác địa chất công trình cơ bản	Khảo sát sơ lược	Thiết kế sơ bộ		Bản vẽ thi công và khi thi công
		Giai đoạn đầu	Giai đoạn thứ 2	
1. Khảo sát khái quát theo tuyến	100	-	-	-
2. Đo vẽ địa chất công trình	(1)	80	20	-
3. Thăm dò địa chấn và điện	(2)	80	20	-
Thăm dò bằng phương pháp khoan đào	(2)	20	60	20
4. Công tác thí nghiệm thấm trong lỗ khoan và hố đào	-	15	70	15
5. Công tác thí nghiệm thấm trong phòng thí nghiệm	(3)	-	-	100
6. Nghiên cứu ở hiện trường sức chống cắt của nham thạch	-	-	50	50
7. Nghiên cứu ở ngoài trời tính chất biến dạng của nham thạch trong các công trình thăm dò	-	-	-	-
8. Nghiên cứu ngoài trời tính chất biến dạng của nham thạch trong các khoang đào thi công	-	-	-	100
9. Nghiên cứu tính chất biến dạng của nham thạch bằng phương pháp địa vật lí	-	20	60	20
10. Nghiên cứu ngoài trời áp lực mỏ	-	-	-	100
11. Nghiên cứu ngoài trời phân lực của nham thạch	-	-	-	-
12. Đo ứng suất tự nhiên trong nham thạch	-	-	60	40
13. Nghiên cứu trong phòng thí nghiệm các tính chất cơ lí của nham thạch	-	20	60	20

(1) Được thực hiện ở tỉ lệ 1 : 500.000 hay 1 : 25.000 khi không có bản đồ địa chất tỉ lệ này hay tỉ lệ lớn hơn.

(2) Được thực hiện với khối lượng công tác không lớn khi các điều kiện địa chất công trình của vùng bất lợi hoặc rất phức tạp, hoặc khi áp suất trong các công trình ngầm lớn hơn 100m.

(3) Nghiên cứu các tính chất thấm lậu và biến dạng của nham thạch (trong đó có sức kháng của nham thạch) có thể kết hợp tiến hành ngay trong các khoang đào thi công hay các hầm riêng bố trí gần các khoang đào thi công.

Chương II

CÁC CHỈ DẪN PHƯƠNG PHÁP VỀ CÁC DẠNG CÔNG TÁC ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH KHI KHẢO SÁT ĐỂ THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG CÁC CÔNG TRÌNH THỦY CÔNG NGẦM

Đo vẽ địa chất công trình

- 2.1. Phương pháp khảo sát công trình cơ bản ở vùng núi là đo vẽ địa chất công trình chi tiết ở tỉ lệ 1 : 10.000 đến 1 : 500. Khi tiến hành đo vẽ địa chất công trình cần phải theo "Quy trình và chỉ dẫn tóm tắt khi đo vẽ địa chất công trình tỉ lệ lớn cho xây dựng thủy công" tài liệu tham khảo 40, có chú ý đến các đặc điểm đối với vùng bố trí các công trình thủy công ngầm. Đặc điểm chủ yếu là khối lượng phải thực hiện lớn

vì không chỉ nêu lên các điều kiện địa chất công trình ở trên mặt, mà cả các điều kiện địa chất công trình dưới sâu, tùy thuộc vào độ sâu của công trình được thiết kế. Muốn vậy, phải kèm theo việc đo vẽ địa chất công trình các công tác địa vật lí, khoan đào và thí nghiệm thăm.

Cấu tạo địa chất và các điều kiện địa chất thủy văn là nội dung chính của bản đồ địa chất công trình đối với toàn bộ vùng công trình ngầm hoặc các khu vực riêng biệt trong đó.

Các bản đồ cần phải trình bày khá rõ ràng về các điều kiện địa chất công trình ở độ cao đặt công trình.

Đo vẽ địa chất công trình tỉ lệ lớn ở vùng núi chỉ được tiến hành khi đã có bản đồ địa hình chuẩn (thường được thành lập bằng phương pháp chụp ảnh mặt đất) tỉ lệ không nhỏ hơn tỉ lệ đo vẽ và các điều quan sát được đo nối tọa độ và cao độ bằng máy không ít hơn 50%.

- 2.2. Cần phải đo vẽ địa chất công trình trên toàn bộ diện tích có bố trí các phương án tuyến có khả năng và mặt bằng các công trình chính cũng như các công trình phụ.

Trong trường hợp riêng, khi cần thiết phản ánh vị trí của khu vực công trình trong bản đồ cấu tạo địa chất chung, nên tiến hành các hành trình bổ sung hoặc mở rộng phạm vi đo vẽ ra ngoài giới hạn khu vực công trình.

- 2.3. Tỉ lệ đo vẽ địa chất công trình cho toàn bộ vùng bố trí các công trình ngầm kể cả các tuyến và mặt bằng của các công trình riêng biệt được lựa chọn tùy thuộc vào giai đoạn thiết kế, mức độ phức tạp của các điều kiện thiên nhiên, các đặc điểm của các công trình thiết kế và sự tồn tại các khu vực không thuận lợi đối với việc xây dựng và khai thác công trình ngầm.

- 2.4. Khi đo vẽ địa chất công trình cần kèm theo một số lượng các công trình khoan đào cần thiết để làm cơ sở, ngoài những điểm quan trắc khác loại và khối lượng các công trình thăm dò này cần được xác định theo quy phạm có tính đến các điều kiện thiên nhiên cụ thể ở điều 2-1 của quy trình này.

- 2.5. Trên các bản đồ địa chất công trình thông thường (1 bản đồ hay 1 hệ thống các bản đồ) nên nêu lên : bề mặt của mặt đất qua các đường đồng mức, các ranh giới địa tầng, trầm tích thạch học, các ranh giới của các khu vực mà nham thạch có trạng thái vật lí và tính chất cơ học khác nhau, các ranh giới của các khu vực được đánh giá khác nhau về địa chất công trình, về địa tầng trầm tích, các điều kiện thế nằm của nham thạch các phá hủy kiến tạo, các khe nứt lớn, các đới vỡ vụn và các hiện tượng kiến tạo khác, mức độ phong hóa, kaxtơ hóa, tính bền vững của nham thạch trên các sườn dốc, cũng như các hiện tượng địa chất vật lí khác ; các yếu tố thủy địa chất và mức độ thấm nước của nham thạch v.v...

- 2.6. Cần phải kèm theo bản đồ địa chất công trình bản đồ tài liệu thực tế cùng tỉ lệ.

Các bản đồ địa chất công trình chuyên môn chung cho toàn vùng được thành lập ở cùng tỉ lệ với bản đồ chung, còn đối với các khu vực riêng biệt thì ở tỉ lệ bất kì để dễ thể hiện.

Các bản đồ thủy đẳng cao, địa hình bề mặt đá gốc, nóc hoặc tường của các lớp, các tầng, các chỗ tiếp xúc cần chú ý mực nước ngầm... Các bản đồ phân bố các nham

thạch khác nhau về tính chất và trạng thái theo chiều sâu gọi là các bản đồ địa chất công trình chuyên môn, các bản đồ này được thành lập theo các tài liệu đo vẽ địa chất công trình, kết quả của các công tác thí nghiệm.

Thông thường, các bản đồ chuyên môn cần phải được tiêu chuẩn hóa⁽¹⁾. Nếu như chúng chưa được tiêu chuẩn hóa thì nên xem tương ứng với tỉ lệ chuẩn nào đó.

- 2.7. Nghiên cứu tính nứt nẻ, đới vỡ vụn kiến tạo và các trạng thái vật lí của đất đá là một trong những nhiệm vụ hàng đầu của đo vẽ địa chất công trình⁽²⁾ ở vùng công trình thủy công ngầm.

Tính nứt nẻ là một trong những yếu tố xác định mức độ nguyên vẹn của đá cứng và nửa cứng, là cơ sở để đánh giá tính ổn định trong các công trình khai đào và mức độ thấm nước.

Hiện nay, chưa có các phương pháp chung được thừa nhận để thu thập tài liệu phân loại địa chất công trình các khe nứt trong nham thạch. Cần phải tiến hành thu thập tài liệu khe nứt theo các sách có nêu vấn đề này.

Đối với mỗi khu vực trong công trình thủy công ngầm cần phải phân loại khe nứt theo địa chất công trình. Cơ sở để phân loại là các dấu hiệu về nguồn gốc (theo các hệ thống khe nứt). Mỗi một hệ thống khe nứt⁽³⁾ được đặc trưng cho một loại nguồn gốc phân theo sự định hướng không gian (các yếu tố thể nằm) của khe nứt, mật độ khe nứt⁽⁴⁾, độ mở rộng và kéo dài của khe nứt, theo độ gồ ghề, xù xì (hay bằng phẳng) của thành khe nứt, theo thành phần và trạng thái của chất lấp nhét trong khe nứt.

Các phương pháp địa vật lí để thăm dò xác định các tính chất và trạng thái của nham thạch

- 2.8. Khi khảo sát các công trình thủy công ngầm, sử dụng chủ yếu các phương pháp địa vật lí để thăm dò và xác định các tính chất và trạng thái của nham thạch sau đây :
- Thăm dò điện (đo sâu điện, mật cắt điện, các phương pháp cảm ứng).
 - Thăm dò địa chất (các phương pháp đối xạ, sóng khúc xạ, phương pháp âm liệu).
 - Thăm dò từ.
 - Đo Karôta lỗ khoan (phương pháp thăm dò Karôta bên sườn, Karôta điện trở, Karôta địa chất và siêu âm).

Các phương pháp nghiên cứu địa vật lí đã nêu ra được thực hiện riêng rẽ hoặc tổng hợp các phương pháp.

Phương pháp và kĩ thuật thực hiện việc nghiên cứu địa vật lí ngoài trời được trình bày trong các quy phạm tương ứng còn trong quy trình này không nói đến.

(1) Vì không có quy phạm để xác định tiêu chuẩn của các loại bản đồ khác nhau, đặc trưng cho các điều kiện địa chất công trình trong vùng. Do đó, tiêu chuẩn của các bản đồ chuyên môn do những người thành lập bản đồ tự đánh giá.

(2) Nghiên cứu tính nứt nẻ của nham thạch được tiến hành như khi thu thập tài liệu của các công trình thăm dò và khai đào khi thi công.

(3) Một loạt các khe nứt gần như song song của cùng một loại nguồn gốc được coi là một hệ thống khe nứt.

(4) Khoảng cách trung bình giữa các khe nứt trong một hệ thống khi đo thẳng góc với các mặt phẳng khe nứt gọi là mật độ khe nứt.

Khả năng áp dụng đo sâu điện và mặt cắt điện ở các vùng núi bị hạn chế bởi các điều kiện địa hình do bị các dốc đứng cản trở.

Nên sử dụng rộng rãi các phương pháp thăm dò và nghiên cứu bằng thăm dò địa chấn khác nhau khi thăm dò khảo sát các công trình thủy công ngầm.

- 2.9. Thăm dò đo sâu điện trong các tài liệu tham khảo được thực hiện để xác định mặt cắt địa chất sơ lược từ điểm đã cho trên mặt đất đến độ sâu 50m dưới cao độ đặt công trình. Các điểm thăm dò đo sâu điện cần bố trí trên các mặt cắt dọc và ngang theo các tuyến trong diện tích dự định đặt công trình. Ở đây nên bố trí để các mặt cắt vuông góc với đường phương giả thiết của nham thạch, của các phá hủy kiến tạo và các đới tương thăm dò khác khoảng cách giữa mặt cắt, nên chọn từ 100 - 200m, còn giữa các điểm trên mặt cắt từ 50 - 100m.
- 2.10. Phương pháp mặt cắt điện với các thiết bị hai cực đối xứng và liên hợp được áp dụng để theo dõi trên mặt phẳng các chỗ tiếp xúc của nham thạch, các tầng chuẩn, các đới nứt nẻ cục bộ, phong hóa, các đới kaxtơ hóa, các đường phá hủy kiến tạo. Các mặt cắt cũng được bố trí theo các nguyên tắc như khi thăm dò, đo sâu điện, khoảng cách giữa các mặt cắt có thể được xác định theo các nhiệm vụ thăm dò cụ thể, các điểm quan trắc trên các mặt cắt cần phải bố trí cách nhau không quá 10-20m.
- 2.11. Việc áp dụng phương pháp cảm ứng có khả năng phát hiện và theo dõi trên mặt phẳng các phá hủy kiến tạo.
- 2.12. Nhờ phương pháp đối xạ của các sóng khúc xạ, cũng như các phương pháp phản sóng khúc xạ, sóng liên hợp, sóng ngang và hiếm hơn là sóng phản xạ, việc thăm dò địa chấn được tiến hành trên mặt đất và trên bề mặt khai đào. Thăm dò địa chấn được tiến hành theo phương pháp này, với các máy thu địa chấn có bước sóng là 5m.

Trong phạm vi băng dọc theo công trình thủy công ngầm thuộc phạm vi thăm dò thì các mặt (một, hai hoặc ba - tùy thuộc vào mức độ phức tạp của các điều kiện địa chất công trình) được bố trí theo chiều dài của trục công trình hoặc theo đường thẳng song song với trục và cách trục 30 - 50m.

Khoảng cách giữa các mặt cắt ngang cũng tùy thuộc vào mức độ phức tạp của các điều kiện địa chất công trình có thể lấy từ 100-250m. Độ dài của các mặt cắt ngang không nhỏ hơn 100m.

Việc thăm dò cần phải được bố trí đến độ sâu dưới cao độ đặt công trình ít nhất 50m.

Các công tác được tiến hành tương ứng với quy trình thăm dò địa chấn. Phương pháp và kĩ thuật thực hiện các công tác thực địa được nêu ra trong các tài liệu tham khảo.

- 2.13. Để phân chia nham thạch theo độ sâu (theo tốc độ truyền sóng địa chấn), phân chia các khu vực nham thạch yếu, xác định độ sâu và hình dáng cắt sâu của các thung lũng chôn vùi nên áp dụng thăm dò địa chấn bằng phương pháp chiếu địa chấn qua các khối nham thạch.

Có thể tiến hành chiếu địa chấn qua khoảng giữa các công trình thăm dò và các lỗ khoan cũng như giữa mặt đất và các công trình thăm dò hay các lỗ khoan.

- 2.14. Để phân chia chi tiết các khối nham thạch theo các tính chất đàn hồi kể cả phân chia các đới vỡ vụn, phong hóa và các khu vực nham thạch yếu khác (kể cả đới giảm tải của nham thạch ở sườn vách, các thung lũng và xung quanh công trình thăm dò) cũng

như để đánh giá mức độ nứt nẻ của đất đá nên sử dụng thăm dò địa chấn trong các công trình thăm dò (trong các lò ngang) bằng phương pháp mặt cắt địa chấn dọc.

Việc nghiên cứu cần phải thực hiện theo mặt đáy lò và một trong những tường của công trình thăm dò với các bước thu địa chấn là 1 - 2m.

- 2.15. Việc nghiên cứu địa chấn trong các hố đào bằng phương pháp mặt cắt và chiếu cần được sử dụng để phân chia các đới nham thạch yếu (trong đó có đới giảm tải) quanh chu vi của các công trình khai đào ngầm và để xác định trạng thái của nham thạch dưới bàn nén và ở gần đó trước và sau khi tiến hành thí nghiệm để xác định môđun biến dạng của nham thạch.

Trong các công trình khai đào, các tiết diện đã chọn nghiên cứu cần phải đặc trưng và điển hình được về các điều kiện địa chất công trình cho cả khu vực đó.

Khoảng cách giữa các lỗ khoan nổ mìn trên tiết diện ngang và chiều sâu của chúng do nhiệm vụ nghiên cứu xác định.

- 2.16. Thăm dò từ có thể sử dụng để vẽ bản đồ địa chất trong các điều kiện có sự phân biệt các tính chất từ của các nham thạch tương đối rõ ràng.

Nhờ phương pháp này, trong nhiều trường hợp có thể theo dõi được các chỗ tiếp xúc giữa các đá trầm tích và phun trào theo dõi được các đường phá hủy kiến tạo.

- 2.17. Phương pháp thăm dò Karôta điện bên sườn và Karôta điện trở ở các lỗ khoan nên áp dụng rộng rãi khi khảo sát các công trình thủy công ngầm nhờ các phương pháp này, do Karôta có thể xác định được mức độ nứt nẻ và tính phong hóa của đất đá dọc theo mặt cắt của lỗ khoan, điều mà không phải lúc nào cũng xác định được theo nón khoan, xác định được các khu vực nước ngầm thấm vào các lỗ khoan cũng như xác định được độ lỗ hổng gần đúng (độ rỗng khe nứt) của nham thạch. Các tài liệu này lần lượt có thể được sử dụng để đánh giá tính chất biến dạng của nham thạch qua mối tương quan giữa độ rỗng, các tính chất dẫn điện và đặc trưng đàn hồi của nham thạch).

- 2.18. Karôta địa chấn và Karôta siêu âm các lỗ khoan có khả năng xác định được các đặc tính đàn hồi, độ lỗ hổng tổng cộng và tính nứt nẻ (kết hợp với việc xác định trên các mẫu đất đá nón khoan), đặc biệt giá trị là dựa vào các tài liệu thu được do kết quả Karôta, có thể phân chia nham thạch của vùng các công trình thủy công ngầm theo các tính chất biến dạng.

Các công tác thăm dò bằng khoan đào

- 2.19. Thông thường ở trên các khu vực không thuận lợi đối với việc xây dựng các công trình thủy công ngầm (I.4) cần thực hiện công tác khoan và đào các công trình thăm dò ở cả dưới đất và trên mặt. Việc thăm dò được tiến hành với mục đích làm chính xác thêm mặt cắt địa chất, kiến tạo, các điều kiện địa chất thủy văn, nghiên cứu các tính chất cơ lí của nham thạch và các yếu tố địa chất công trình khác.

Ngoài ra, công trình thăm dò còn được sử dụng để tiến hành nghiên cứu chuyên môn một vài tính chất hay hiện tượng nào đó của nham thạch, hoặc để quan trắc chế độ địa chất thủy văn. Thành phần và khối lượng của công tác khoan đào thăm dò không quy định ở bản quy trình này cho mỗi một trường hợp cụ thể mà cần phải xác định

trên cơ sở nghiên cứu và phân tích các tài liệu nghiên cứu địa chất công trình chung hiện có của vùng ; các kết quả điều tra thăm dò các tuyến và khu vực dự định đặt các công trình thủy công ngầm, các kết quả thăm dò địa vật lí và khoan đào trước kia (nếu có tài liệu) mức độ chi tiết của việc thăm dò (sơ bộ, tỉ mỉ, kết thúc) được xác định trên cơ sở các giai đoạn thiết kế, sự phức tạp của các điều kiện địa chất công trình của khu vực thăm dò, loại và quy mô của công trình.

- 2.20. Khi khảo sát công trình thủy công ngầm nên tiến hành các loại công trình thăm dò sau : khoan xuyên (thường là các loại khoan xoay, thiết bị khoan đường kính nhỏ kiểu ГПІ) hào, hố đào, giếng mở, lò xuyên vĩa, lò dọc vĩa, lò thượng, lò cắt, lò phụ (hầm).

Các lỗ khoan có thể từ trên mặt đất, hay từ các công trình thăm dò ngầm, có thể là khoan thẳng đứng hay khoan xiên (từ dưới lên trên hoặc từ trên xuống dưới, cũng như nằm ngang).

Đối với các lỗ khoan (trong đó kể cả với các lỗ khoan thẳng đứng) cần phải tiến hành đo độ xiên của lỗ khoan.

- 2.21. Độ sâu, chiều dài của các công trình thăm dò cần phải được xác định xuất phát từ sự cần thiết phải nghiên cứu địa chất ở độ sâu 10-20m dưới cao độ đặt công trình.

Khi công trình đặt ở rất sâu, thế nằm của nham thạch đơn nghiêng và các tầng đánh dấu thể hiện tốt thì yêu cầu này ở giai đoạn thiết kế sơ bộ có thể không phải tiến hành theo quy trình, nếu như có khả năng lập các mặt cắt và dự đoán được các điều kiện địa chất thủy văn ở độ sâu yêu cầu nhờ các phương pháp (thí dụ như đo vẽ địa vật lí...).

Trong các điều kiện nham thạch chứa nước, nứt nẻ mạnh để xác định trị số của nguồn nước chảy vào công trình khai đào, cần thiết phải biết vị trí của lớp nham thạch cách nước nằm ở dưới độ sâu đặt công trình thì độ sâu thăm dò có thể tăng lên.

- 2.22. Đường kính nhỏ nhất của lỗ khoan, khi khoan lấy mẫu nên chọn là 90mm, và bằng máy (ГПІ) là 36mm, tiết diện của công trình thăm dò ngầm không nhỏ hơn 2,7m².

- 2.23. Các tài liệu cuối cùng của công tác thăm dò ở dạng các mặt cắt, nên được lập với các tỉ lệ đứng và nằm ngang bằng nhau. Tỉ lệ của mặt cắt được lập theo tài liệu thăm dò và đo vẽ địa chất công trình cần phải không lớn hơn hai lần hoặc bằng tỉ lệ của bản đồ địa chất công trình.

Các mặt cắt có chiều dài không lớn hơn và các bản vẽ phác họa cấu trúc địa chất có thể thể hiện với các tỉ lệ bất kì.

Các công tác và nghiên cứu địa chất thủy văn chuyên môn

- 2.24. Các công tác và nghiên cứu địa chất công trình cho thiết kế và xây dựng các công trình thủy công ngầm được tiến hành nhằm mục đích nghiên cứu các điều kiện thủy địa chất tổng quát của toàn bộ vùng công trình và từng khu vực riêng trong vùng và để giải quyết các nhiệm vụ chuyên môn sau :

- Xác định lượng nước sẽ chảy vào công trình thi công ngầm khi đào.
- Xác định trị số áp lực thủy tĩnh dự đoán lên những gia cố của các công trình thi công ngầm trong giai đoạn vận hành.

- Thu thập các tài liệu cần thiết cho việc thiết kế phụ xi măng vào nham thạch và biện pháp tiêu nước.
- Xác định các tính chất xâm thực của nước ngầm, nước của dòng thấm và nước sông đối với phân bê tông gia cố.
- Xác định trị số tổn thất nước do thấm từ các công trình ngầm có áp lực.
- Thu thập các tài liệu cần thiết để đánh giá ảnh hưởng của dòng nước ngầm và dòng thấm từ các đường dẫn nước có áp đến độ ổn định của các khối ở sườn dốc ven sông.

Các điều kiện địa chất công trình tổng quát của toàn bộ vùng các công trình thủy công ngầm và từng khu vực riêng trong vùng được thể hiện trong quá trình đo vẽ địa chất công trình và đào các công trình thăm dò qua việc quan trắc địa chất công trình thông thường, tiến hành kèm theo các dạng công tác trên. Việc quan trắc như vậy được quy định trong các quy phạm tương ứng nên không đề cập tới trong quy trình này.

- 2.25. Để xác định lượng nước dự đoán chảy vào các công trình thi công ngầm khi thi công, thì ngoài các dạng và kích thước của công trình thăm dò cần phải biết hệ số thấm của nham thạch có tính đến khả năng thay đổi theo chiều dài công trình, tính thấm dị hướng của nham thạch, mực nước ngầm thiên nhiên trong các thời kì thi công, vị trí của các lớp nham thạch thực tế cách nước.

Hệ số thấm của nham thạch trong các lớp nham bão hòa nước được xác định trực tiếp bằng hút nước thí nghiệm từ các lỗ khoan đơn và các chùm lỗ khoan hoặc qua tính đổi từ lượng mất nước đơn vị thu được trong kết quả ép nước.

Trong các nham thạch không chứa nước, hệ số thấm được xác định theo các tài liệu đồ nước thí nghiệm theo phương pháp Naxberg hoặc cũng từ cách tính đổi giá trị mất nước đơn vị đã thu được trong kết quả ép nước.

Phương pháp thống nhất cho việc nghiên cứu thấm dị hướng trong nham thạch hiện nay chưa khởi thảo và thấm dị hướng thường được xác định bằng cách tiến hành các thí nghiệm trên các cụm (chùm) lỗ khoan. Nhiệm vụ này trong mỗi trường hợp riêng biệt được giải quyết tùy thuộc vào các điều kiện địa chất công trình của khu vực nghiên cứu. Khi đó sẽ bố trí phần làm việc của ống lọc ở các lỗ khoan trung tâm và quan trắc ở các độ cao khác nhau và xác định thời điểm phản ứng của chúng khi tiến hành hút nước hay ép nước ở lỗ khoan trung tâm của chùm.

Người ta thường nghiên cứu tính thấm dị hướng của nham thạch qua xác định tốc độ thực của dòng ngầm.

Cần chú ý rằng tính thấm dị hướng của các khối đá cứng và nửa cứng thường tồn tại là do sự có mặt của các khe nứt lớn riêng lẻ hoặc các phá hủy kiến tạo (thường là các khối đá) kèm theo các đới dị hướng rất thông thường gây ra do sự dịch chuyển của các lớp có khả năng thấm khác nhau.

Vị trí của mực nước ngầm thiên nhiên trong thời gian đào các công trình ngầm cũng như các số liệu về nhiệt độ nước xác định trước khi xây dựng qua tiến hành quan trắc động thái nước ngầm trong các lỗ khoan đã được trang bị đặc biệt trong thời gian không ít hơn 1 năm.

Khi tầng cách nước không biểu thị rõ trong mặt cắt ở phía dưới công trình thiết kế thì vị trí của nham thạch thực tế cách nước được xác định theo tài liệu hút nước hoặc

ép nước. Trong trường hợp này cần chú ý : tầng cách nước là tầng mà hệ số thấm của nham thạch nhỏ hơn 20 lần hay nhiều hơn nữa so với hệ số thấm của nham thạch nằm kề trực tiếp xung quanh công trình khai đào được thiết kế. Trường hợp vị trí tầng cách nước ở sâu, mà nham thạch thấm nước mạnh thì việc nghiên cứu được tiến hành đến giới hạn dưới của đới hoạt động, vị trí ấy phải tính toán theo phương pháp của V.V. Kurilenko.

2.26. Để xác định trị số áp lực thủy tĩnh lên phần gia cố của công trình ngầm bố trí ở ngoài đới thấm cần phải sử dụng các tài liệu quan trắc động thái mực nước ngầm thiên nhiên (xem điều 2.25). Trong đới ảnh hưởng của dòng thấm, vị trí mặt nước cần được xác định có thể bằng phương pháp đồ giải, hoặc có thể bằng phương pháp tương tự điện thủy động (EGBA). Ở đây trong cả 2 trường hợp đều có thể tính đến ảnh hưởng của dòng thấm trong khu vực vai đập.

2.27. Để thiết kế gia cố nham thạch bằng xi măng xung quanh tụy nen cần phải có tài liệu về thành phần và thể nằm của nham thạch ; về mức độ nứt nẻ của chúng (có nêu ra hướng chủ yếu của các khe nứt gây ra tính thấm dị hướng) ; về khả năng thấm ; về các tính chất cơ lí của nham thạch và về các chất lấp nhét trong khe nứt.

Nếu như các đặc tính này theo chiều dài của tụy nen thay đổi thì cần phải chia ra các khu vực ít nhiều có điều kiện địa chất công trình đồng nhất.

Ở đây, các tính chất thấm của nham thạch ở mỗi một khu vực được đánh giá theo tài liệu hút nước và ép nước thí nghiệm (xem điều 2.25) và nghiên cứu tính nứt nẻ của nham thạch (xem điều 2.7).

Trong trường hợp, ngoài việc gia cố nham thạch xung quanh công trình khai đào bằng phụt xi măng cũng phải dự kiến trước hệ thống tiêu nước. Để thiết kế nó, cần phải có số liệu về vị trí mực nước ngầm thiên nhiên hoặc dòng thấm.

Để thiết kế màng chống thấm và các thiết bị của hệ thống tiêu nước để bảo vệ các công trình ngầm của công trình đầu mối thủy lợi khỏi bị ngập cũng cần các tài liệu cần thiết như để thiết kế gia cố bằng phụt xi măng và hệ thống tiêu nước. Nhưng cần các tài liệu không chỉ liên quan đến nham thạch trực tiếp nằm vây quanh mà cả ở các khối nham thạch trong phạm vi màng chắn xi măng và các thiết bị tiêu nước.

2.28. Việc xác định các tính chất xâm thực của nước ngầm, nước thấm và nước sông đối với vỏ bọc bê tông của các công trình ngầm được tiến hành trên cơ sở nghiên cứu thành phần hóa học của nước và các tính chất xâm thực đối với bê tông.

Việc nghiên cứu thành phần hóa học của nước ngầm cần phải tiến hành liên tục với thời gian không ít hơn 1 năm, qua cách lấy từ 4 - 6 mẫu nước ở một điểm để nghiên cứu theo từng mùa hoặc lấy mẫu nhiều hơn ở trạm quan trắc động thái theo thời gian.

Khi đó, thành phần hóa học của nước dưới đất và sự thay đổi của nó trong suốt một năm ở cao độ đặt công trình được nghiên cứu cẩn thận hơn cả.

2.29. Nhiệm vụ xác định lượng nước tổn thất, do thấm từ các khoang đào thi công ngầm, hoặc công trình có áp tương lai được giải quyết kèm theo việc nghiên cứu thực nghiệm về khả năng thấm và các tính chất chịu tải của nham thạch và vỏ bọc. Mục đích của việc nghiên cứu này là thu thập các đặc tính đáng tin cậy nhất (lưu lượng nước đơn vị cũng như hệ số kháng của nham thạch) sử dụng để lựa chọn dạng kết cấu vỏ bọc tối ưu và phương pháp gia cố nham thạch phía ngoài vỏ bọc xi măng.

Công tác nghiên cứu bao gồm tiến hành ép nước thí nghiệm trong hầm (buồng), đồng thời với việc đo áp lực của lưu lượng nước và các tính chất biến dạng hướng tâm của thành hầm cũng như việc nghiên cứu các kết quả biến dạng của nham thạch và vỏ bọc (việc thành tạo các khe nứt) và xói rửa các chất nhét trong khe nứt. Các buồng hầm để tiến hành thí nghiệm có thể là các công trình thi công đã được gia cố hay chưa được gia cố bằng vỏ bọc cố định hoặc các khoang đào đặc biệt ở gần các công trình xây dựng ; các khoang đào này nên có hình dạng và kích thước mặt cắt như khi thi công. Chiều dài của buồng hầm thí nghiệm không nên nhỏ hơn 5 lần đường kính của nó. Nham thạch phân bố trong buồng thí nghiệm phải được thu thập và lập tài liệu cẩn thận.

Ở tường chắn không thấm nước dùng để ngăn cách buồng thí nghiệm với phần còn lại của khoang đào cần phải có lỗ nhìn để xem xét và thu thập tài liệu phần bên trong của buồng hầm.

Các dụng cụ đo khoảng cách để đo sự biến dạng được bố trí ở một vài tiết diện trong buồng hầm. Trong mỗi tiết diện, độ biến dạng hướng tâm của buồng cần phải được đo ở 6 điểm hoặc nhiều hơn. Độ chính xác khi đo không được nhỏ hơn 0,01mm. Nhiệt độ của nước bơm vào cần phải bằng nhiệt độ của nham thạch. Việc thí nghiệm được tiến hành với từng cấp áp lực riêng, mỗi lần tăng từ 1-2 đến 5 atm (atp) và duy trì chúng trong mỗi lần cho đến khi ngừng hẳn biến dạng.

Cấp áp lực cuối cùng (cực đại) tương ứng với áp lực thiết kế lên công trình, có tăng thêm 10% (va đập thủy lực). Thí nghiệm cần phải được duy trì cho đến khi ngừng hẳn biến dạng, nhưng trong khoảng thời gian không ít hơn 5 ngày đêm.

Việc giảm cấp áp lực sau khi đã tiến hành thí nghiệm đến cấp cực đại, nên tiến hành theo các cấp giống như khi tăng áp lực.

Ngay sau khi kết thúc thí nghiệm, buồng hầm thí nghiệm phải được xem xét và thu thập tài liệu. Nhất thiết phải thu thập tài liệu về các khe nứt mới xuất hiện trong nham thạch (nếu buồng thí nghiệm không được gia cố) hoặc các khe nứt ở vỏ bọc (nếu buồng hầm đó đã được gia cố), hiện tượng nước xói rửa các chất nhét của khe nứt và các hiện tượng khác. Việc quan trắc buồng hầm thí nghiệm (trong đó kể cả quan trắc biến dạng của thành) được kết thúc sau khi nước hoàn toàn thoát khỏi khe nứt.

Lưu lượng nước ở cấp áp lực cực đại tính bằng l/s trên 1000m², bề mặt của buồng hầm gọi là lưu lượng đơn vị nước của buồng hầm.

Lượng thấm nước qua vỏ bọc của buồng hầm là một chỉ tiêu định lượng về độ hoàn thiện vỏ bọc và về mức độ phun xi măng vào nham thạch bao quanh nó, cũng như về các điều kiện làm việc của vỏ. Các trị số lưu lượng nước đơn vị nhỏ chứng tỏ lớp vỏ và nham thạch bao quanh được phun xi măng ở trạng thái tốt hoặc nham thạch có độ thấm nước nhỏ.

- 2.30. Để đánh giá ảnh hưởng của nước dưới đất (kể cả nước thấm ra từ đường dẫn nước có áp) đến độ bền vững của nham thạch nằm ở bờ thung lũng sông, cần phải nghiên cứu tính thấm nước của nham thạch ở khu vực nằm giữa công trình thiết kế và sườn dốc của sông, điều này đặc biệt quan trọng trong trường hợp bị sũng nước nhiều. Để đạt được điều đó, khoan các lỗ khoan theo các mặt cắt ngang (cắt với trục công trình

ngâm) và tiến hành các công tác hút nước, đổ nước và ép nước cũng như nghiên cứu động thái của nước ngầm, nghiên cứu đặc điểm của đường cong hạ mực nước và xác định vị trí tầng cách nước trong khu vực này (xem mục 2). Ở đây cần phải nghiên cứu cẩn thận đặc tính nứt nẻ của nham thạch, tìm hiểu sự tồn tại các khe nứt lớn, cần nghiên cứu thành phần và tính chất của chất nhét trong các khe nứt đó và khả năng dòng thấm xói rửa chúng.

**Các phương pháp ngoài trời để xác định
môđun biến dạng của nham thạch**

- 2.31. Các thí nghiệm ngoài trời để xác định môđun biến dạng tĩnh của nham thạch được tiến hành trong các công trình thăm dò (ít khi trong các công trình thi công) với các bàn nén tròn bằng kim loại có đường kính 80cm, diện tích là 0,5 và 1m² hoặc là các bàn nén bê tông có tiết diện hình vuông, kích thước 1m0 × 1m0.

Khoảng thời gian giữa lúc khai đào xong và bắt đầu thí nghiệm phải cố sao cho ngắn nhất.

Các bàn nén được đặt trong các buồng hầm, đã được chuẩn bị đặc biệt. Chỗ đặt buồng hầm được dự định ở khu vực định đặt công trình ngầm tại vị trí đặc trưng nhất, điển hình về trạng thái của nham thạch.

Đặt các bàn nén có các miếng đệm bằng cao su lên mặt phẳng bê tông ở nền hay lên thành thẳng đứng của buồng hầm, việc đặt tải trọng được thực hiện theo hướng thẳng đứng và nằm ngang. Số lượng các bàn nén trên nền và trên các thành của buồng hầm cần phải bằng nhau. Trong trường hợp cần thiết để làm sáng tỏ đầy đủ hơn tính ép nén của đá cứng, có thể đặt trực tiếp trên thành công trình các bàn nén bổ sung, nghiêng một góc 45° với phương nằm ngang. Các bàn nén để đặt tải lên theo hướng nằm ngang và nghiêng được đặt thành các cặp (bàn nén công tác và bàn nén đỡ có cùng kích thước).

- 2.32. Việc đo biến dạng của đá cứng khi đặt tải trọng cục bộ lên các bàn nén được tiến hành nhờ các mốc đã đặt trên mặt đá (ở xung quanh bàn nén và dưới bàn nén).

Các mốc được bố trí theo sơ đồ, cố định đối với tất cả các bàn nén.

- 2.33. Dùng kích thủy lực hoặc đệm thủy lực để tạo tải trọng lên các bàn nén. Việc tăng tải trọng trên bàn nén được tiến hành theo các cấp và không ít hơn 4 chu trình đặt tải và dỡ tải. Tải trọng cực đại khi thí nghiệm nham thạch với mục đích thiết kế và xây dựng các công trình thủy công ngầm được xác định tùy thuộc vào trị số áp lực và áp lực nước va đập có thể xảy ra (10% của áp lực). Bốn cấp tải trọng đầu tiên trên các bàn nén được lấy từ 5 kG/m², các cấp sau được lấy từ 10 hay 20 kG/m² tùy thuộc vào số lượng các cấp áp lực.

Các cấp dỡ tải cũng dựa theo nguyên tắc trên. Việc tăng tải và dỡ tải được duy trì ở mỗi cấp cho đến khi độ lún được ổn định hoàn toàn ở tất cả các mốc.

- 2.34. Mỗi thí nghiệm ngoài trời gồm 3 loại công tác : chuẩn bị, lắp ráp, điều chỉnh và tiến hành thí nghiệm. Công tác chuẩn bị bao gồm việc đào các buồng thí nghiệm, thu thập tài liệu địa chất ở các buồng đó và chuẩn bị chỗ đặt các bàn nén, san bằng và đổ bê tông dưới bàn nén, xác định chỗ đặt mốc và vận chuyển các thiết bị đến chỗ thí

nghiệm. Công tác lắp ráp điều chỉnh bao gồm việc lắp ráp các thiết bị để tăng tải lên các bàn nén và đo biến dạng, cũng như việc tháo dỡ các thiết bị sau khi thí nghiệm. Tiến hành thí nghiệm bao gồm việc tăng tải và dỡ tải ở các bàn nén, việc đo độ lún ở các mốc và chỉnh lý trong phòng ở thực địa về các kết quả thí nghiệm.

Các thí nghiệm ngoài trời để xác định cường độ chống cắt của nham thạch

- 2.35. Các thí nghiệm ngoài trời để xác định cường độ chống cắt của đá cứng để thiết kế và xây dựng các công trình thủy công ngầm được tiến hành trong các công trình thăm dò, trên các khối đá : theo các khe nứt, theo các lớp yếu hay theo các mặt mềm yếu khác trong đá điển hình cho khối mà trong đó có công trình bố trí.

Thời gian giữa lúc kết thúc công tác đào và bắt đầu thí nghiệm cần phải có sao cho ngắn nhất.

Đối với mỗi thí nghiệm, chạt hay tốt hơn là cửa đá bao quanh các mặt phẳng yếu thành 1 khối trụ gần như nhau tính toán sao cho các khe nứt hay các lớp kẹp đó có ở đáy khối trụ.

Kích thước của khối trụ được chọn từ $1 \times 1\text{m}$ đến $5 \times 5\text{m}$ trên mặt bằng tùy thuộc vào đặc điểm mềm yếu, kết cấu, kích thước, tầm quan trọng của công trình và điều kiện ở vị trí tiến hành thí nghiệm.

Mỗi một khối trụ cần phải có vỏ bọc bê tông cốt sắt, nhưng không được bọc kín các khe nứt hay các lớp kẹp mà theo đó các khối trụ sẽ được cắt qua.

- 2.36. Mỗi một khối trụ theo các khe nứt và lớp yếu sẵn có, được cắt với tải trọng đã cho, theo hướng thẳng góc với khe nứt hoặc lớp kẹp. Ứng lực cắt đặt vào vỏ bọc của khối trụ theo hướng song song với khe nứt hoặc lớp kẹp. Bốn khối trụ đã được chuẩn bị, được cắt ở ba tải trọng đã cho khác nhau 10, 20 và 30 kG/cm² cho mỗi khối.

Đặt đều đặn tải trọng lên khối trụ với các cấp như nhau từ 1-2 kG/cm², ở mỗi cấp được duy trì cho đến khi độ lún ổn định trên tất cả các mốc đã xác định. Cũng đặt đều đặn ứng lực cắt đối với mỗi tải trọng đã cho lên khối trụ với các cấp như nhau bằng 0,1 của tải trọng cắt dự kiến để sinh ra trượt của khối trụ theo mặt phẳng yếu, sau đó xác định lực chống cắt theo mặt phẳng yếu khi ứng lực cắt đã ổn định và sự dịch chuyển của khối trụ chấm dứt ; rồi tiến hành giảm tải của ứng lực cắt đến không, không làm hỏng mặt phẳng cắt khi không cắt tải trọng trên khối trụ đã mô tả nó. Sơ đồ đã nêu tăng tải trọng là sơ đồ tiêu chuẩn nhưng có thể thay đổi trong các trường hợp riêng.

- 2.37. Trong quá trình thí nghiệm tiến hành đo sự dịch chuyển của các vỏ bọc cùng khối trụ theo khe nứt và lớp kẹp cũng như bề mặt đá cứng từ hướng ngược lại với vị trí đặt ứng lực cắt. Muốn vậy đặt các mốc ở trong vỏ bọc và trên mặt đất đá cứng đối diện với khối trụ. Tiến hành đo tất cả các mốc hướng cắt cũng như hướng thẳng góc với nó.

- 2.38. Mỗi một thí nghiệm ngoài trời để xác định cường độ chống cắt của đá cứng theo các mặt phẳng yếu đều qua 3 bước công tác : chuẩn bị, lắp ráp, điều chỉnh và tiến hành thí nghiệm giống như các bước công tác đã nêu trong các thí nghiệm ngoài trời để xác định môđun biến dạng của nham thạch.

Đo ứng suất tự nhiên (dư) trong nham thạch

2.39. Việc đo ứng suất tự nhiên (dư) của nham thạch được tiến hành trong các công trình thăm dò đã có hay trong các công trình thăm dò tiến hành đặc biệt để dùng cho mục đích này. Những khu vực đo ứng suất của nham thạch được chọn như thế nào để đo được ứng suất nham thạch trong các địa khối cấu tạo khác nhau trong khối đá cứng. Việc thu thập tài liệu địa chất tỉ mỉ được tiến hành trên các khu vực đã được chọn để đo.

Ứng suất tự nhiên trong đá có thể đo bằng hai phương pháp : phương pháp dỡ tải hoặc phương pháp điều hòa (bù trừ).

2.40. Phương pháp dỡ tải là do sự biến dạng sinh ra ở đầu mút của nôn khoan trực tiếp ngay ở đáy lỗ khoan.

Khoan được tiến hành bằng mũi khoan kim cương. Do kết quả đã làm giảm tải một cốt đất đá trình tự, việc đo sự biến dạng của nham thạch khi giảm tải được thực hiện bằng các đất trích biến điện trở gắn trên mặt khô và sạch của đáy lỗ khoan trước khi khoan.

Để tính giá trị của ứng suất hiệu dụng, sử dụng các số đo biến dạng đã đo ở lỗ khoan xuất hiện sau khi lấy các mẫu và số đo môđun đàn hồi của các mẫu đá lấy lên trên các thiết bị trong phòng thí nghiệm.

Việc đo biến dạng khi dỡ tải tiến hành ở một vài đoạn theo chiều sâu của lỗ khoan. Lỗ khoan để đo biến dạng trên mỗi khu vực đã chọn có đất đá phân lớp được bố trí ba hố vuông góc theo đường phương, góc dốc và thẳng góc với lớp. Trong nham thạch khối những hướng đó có thể là : trục của công trình thăm dò, thẳng góc với trục của mặt phẳng nằm ngang và mặt phẳng thẳng đứng.

Để đảm bảo đo được ứng suất của đá nằm ngoài trời dỡ tải, độ sâu lấy mẫu đầu tiên cần phải cách thành công trình thăm dò không nhỏ hơn bán kính của nó.

2.41. Phương pháp điều hòa để đo ứng suất tự nhiên có thể áp dụng trong nham thạch với những công trình khai đào không bị dỡ tải, khu vực để nghiên cứu được chọn ở chân tường, tường và trần công trình khai đào. Phương pháp này có thể tiến hành tùy ý bằng một trong hai phương pháp nhờ kích phẳng hay kích hình trụ.

Phương pháp điều hòa dùng kích phẳng gồm các thao tác sau : đặt một vài cặp móc trên bề mặt bằng phẳng của công trình khai đào, đo khoảng cách ban đầu giữa các cặp móc và cửa một khe để dỡ tải cho nham thạch ở giữa các cặp móc, đo sự dịch chuyển của các móc, đặt kích vào khe tạo áp lực tăng dần trên thành khe cho tới khi móc dần trở về vị trí ban đầu.

Áp lực thu được là ứng suất trong diện tích trùng với khe. Để xác định các ứng suất chính trong đá cần phải tiến hành đo ở ba khe vuông góc với các mặt phẳng, có hướng tương tự như bố trí các lỗ khoan khu đo bằng phương pháp dỡ tải.

Phương pháp điều hòa dùng kích hình trụ gồm các thao tác sau : trên các đỉnh của một tam giác đều, trên bề mặt đã san bằng phẳng của công trình khai đào, đặt 3 móc và đo khoảng cách ban đầu giữa chúng, khoan lỗ khoan bằng mũi khoan kim cương ở tâm của tam giác, đo sự thay đổi khoảng cách giữa các móc, sau đó đặt kích hình trụ vào lỗ khoan và tạo áp lực cần thiết để các móc trở lại vị trí ban đầu. Bố trí các diện tích để đo ở thành và nền công trình đào cái nọ gắn sát với cái kia.

Xác định hệ số sức kháng đàn hồi của nham thạch

2.42. Việc xác định hệ số sức kháng đàn hồi của nham thạch tiến hành trong các buồng hầm đặc biệt đã được chuẩn bị sẵn. Các thí nghiệm được đặt ở các vị trí điển hình của khối nham thạch dự định xây dựng các công trình ngầm có áp.

Hệ số sức kháng đàn hồi thường được xác định ở trong buồng hầm có tường ngăn bằng bê tông chắc chắn, bằng cách ép nước vào buồng đó và đo từ xa sự thay đổi chiều dài bán kính của buồng, theo giá trị áp lực nước (xem điều 2.29). Đặc trưng này của đá cũng có thể xác định được nhờ các thiết bị ghi ở đó áp lực thủy tĩnh dọc theo chu vi buồng hầm được tạo nên nhờ các bình cao su đã bố trí giữa các tường của buồng và các kết cấu đỡ trong buồng.

Các điểm sau đây sẽ trình bày phương pháp tiến hành công tác có sử dụng các thiết bị đó.

2.43. Để tiến hành các thí nghiệm với các thiết bị, buồng hầm (thí nghiệm) cần phải có tiết diện tròn, với các lớp bê tông bằng phẳng không lớn đã cắt thành các mảnh, do vậy mà tạo thành buồng có dạng hình trụ tròn chính xác. Đường kính trong của buồng hầm, phụ thuộc vào thiết bị hiện có, thường lấy bằng 1 hoặc 2m, chiều dài của buồng hầm phụ thuộc vào kích thước của thiết bị.

2.44. Việc đo sự biến dạng của đất đá khi đặt tải trọng lên tường buồng hầm được tiến hành từ xa, ở đây trong các buồng hầm có đường kính 2m, được tiến hành đo gia số bán kính. Việc đo gia số đường kính của buồng có đường kính 1m cũng được tiến hành. Tiến hành đo biến dạng nham thạch trong buồng ở 3 tiết diện. Trong phạm vi mỗi tiết diện, các mốc được phân bố dọc theo các đường kính của tiết diện, cách nhau 45° một đường.

Tất cả các tiết diện đó được phân bố trung bình ở 1/3 chiều dài chịu tải của buồng. Một trong 3 tiết diện đó là trung tâm, còn 2 tiết diện kia là bên sườn.

Đặt áp lực tăng đều dần theo các cấp lên thành của buồng hầm với 4-6 chu kỳ tăng tải và dỡ tải. Mỗi cấp tăng tải được duy trì đều khi ổn định.

2.45. Mỗi thí nghiệm để xác định hệ số sức kháng đàn hồi đơn vị của đá gồm 3 bước công tác : chuẩn bị, lắp ráp, điều chỉnh, tiến hành các thí nghiệm giống như các bước công tác đã nêu khi thí nghiệm ngoài trời để xác định mô đun biến dạng có tính đến đặc điểm thay đổi hình dạng công trình thăm dò, các máy thí nghiệm và việc đổ bê tông các đường của buồng hầm thí nghiệm.

Xác định áp lực mỏ

2.46. Áp lực mỏ nên xác định trong các công trình thi công, ngoại lệ có thể được xác định trong các công trình thăm dò có kích thước nhỏ hơn công trình xây dựng.

Tuy nhiên, trong trường hợp này sẽ gặp khó khăn khi ngoại suy trị số áp lực mỏ đã thu được cho quy mô và hình dáng tiết diện của các công trình thi công.

2.47. Việc xác định áp lực mỏ trong các công trình thi công được tiến hành ở các vị trí điển hình trên tuyến tuy nèn hoặc theo chiều dài của gian nhà máy ngầm, sao cho các kết quả thu được có thể phổ biến cho toàn bộ chiều dài của công trình hoặc một phần

của nó. Nếu như đá ở khu vực công trình xây dựng trong thời kì sử dụng sẽ bị ngập nước thì khi xác định áp lực mỏ cần làm ngập nước nhân tạo.

- 2.48. Việc xác định áp lực mỏ trong các công trình thăm dò được tiến hành ở các vị trí điển hình, cố gắng chọn trong phạm vi đặt công trình ngầm đã được thiết kế, hoặc nếu không được thì phải tiến hành ở gần các công trình xây dựng đã định. Diện tích tiết diện của các công trình thăm dò cần phải không nhỏ hơn $3,6m^2$.
- 2.49. Một trong những biểu hiện quan trọng nhất của áp lực mỏ đặc trưng đầy đủ nhất tải trọng tác dụng lên vỏ bọc của công trình ngầm là áp lực pháp tuyến tiếp xúc phát sinh theo đường bao ngoài của vỏ bọc.
- Áp lực này được đo bằng các dụng cụ đo chuyên môn, các cảm biến áp lực đặt ở giữa thành của công trình khai đào và vỏ của công trình ngầm hoặc kết cấu gối đỡ.
- Các dụng cụ đo được bố trí thành một dải hoặc băng liên tục theo vòm, chiếm ít nhất $3/4$ chu vi của tiết diện.
- Dải dụng cụ đo được bố trí hoặc là ở chính giữa khu vực đá gia cố của công trình khai đào hoặc có thể trên toàn bộ chiều dài trục của công trình khai đào trong trường hợp sử dụng kết cấu gối đỡ. Trong bất kì trường hợp nào chiều dài của khu vực đá gia cố cần phải không nhỏ hơn $1,5$ đường kính của công trình khai đào.
- 2.50. Đồng thời với việc đo áp lực mỏ trên khu vực thí nghiệm, tiến hành quan trắc sự phát triển biến dạng của vòm bằng cách đặt các mốc neo dưới sâu (chủ yếu là ở các công trình thi công) hoặc các mốc trên mặt để đo sự biến dạng tương đối của trục cố định (chủ yếu là ở các công trình thăm dò).
- 2.51. Độ cứng của các dụng cụ đo được sử dụng để đo áp lực mỏ, cần phải lớn hơn ít nhất là 10 lần độ cứng của vỏ bọc hoặc kết cấu gối đỡ. Độ cứng của kết cấu gối đỡ cần phải gần như độ cứng của vỏ bọc.
- 2.52. Bộ đo là một hộp kín, đã được đổ đầy chất lỏng nhớt, có gắn các cảm biến áp lực. Số lượng các cảm biến ở mỗi một bộ đo không ít hơn 2. Bộ đo có thể thay thế bằng lực kế có dụng cụ đo biến dạng để đo độ biến dạng.
- 2.53. Khi đo áp lực mỏ trong các công trình thi công cần phải giảm đến mức tối đa sự cách quãng về thời gian giữa lúc kết thúc công tác và bắt đầu đo áp lực mỏ. Trong các công trình thi công thời gian cần phải đo không ngắn hơn 1 năm. Chu kì quan trắc : ở giai đoạn đầu - hàng ngày ; còn các giai đoạn sau là hàng tuần.
- 2.54. Khi đo áp lực mỏ trong các công trình thăm dò, các thiết bị đo cần phải bố trí do công việc : thời gian quan trắc trong trường hợp này được quy định là 1 tháng - Chu kì quan trắc - hàng ngày. Việc tháo dỡ các thiết bị được tiến hành trong thời gian này, còn quá trình đo tiếp theo trong đá được xác định bằng cách quan trắc gián tiếp ở các mốc, đo tốc độ tuyến sóng đàn hồi và đo sự hấp thụ không khí của đá.
- 2.55. Trong mọi trường hợp, việc hoàn thiện thiết kế các thiết bị và bố trí chúng theo chu vi công trình cũng như thu thập tài liệu địa chất của khu vực thí nghiệm phải làm trước khi xác định áp lực mỏ.

Nghiên cứu trong phòng thí nghiệm các mẫu nham thạch

2.56. Mục đích của việc nghiên cứu các mẫu nham thạch trong phòng thí nghiệm là xác định các tính chất vật lí, cơ học, hóa học và nhiệt học của các mảnh lấy từ các khối nham thạch mà ở đó dự định đặt công trình ngầm. Việc nghiên cứu này làm chính xác hơn tính chất định lượng của nham thạch khi nghiên cứu địa chất công trình và cho phép tìm ra một vài quy luật về sự thay đổi các tính chất của nham thạch cấu tạo nên khối đá đó. Việc nghiên cứu trong phòng thí nghiệm các mẫu đá được tiến hành ở các phòng thí nghiệm trung tâm và phòng thí nghiệm thực địa. Chúng được chia thành nghiên cứu tổng kết và nghiên cứu chuyên đề và đã được dự kiến trước trong đề cương nghiên cứu của khu vực.

2.57. Việc nghiên cứu tổng thể trong phòng thí nghiệm nhằm xác định :

- Dung trọng của nham thạch ở độ ẩm tự nhiên.
- Dung trọng của nham thạch khi khô gió.
- Tỷ trọng của nham thạch.
- Độ bền của nham thạch khi nén ở trạng thái khô các mẫu tiêu chuẩn và không tiêu chuẩn.
- Độ bền của nham thạch khi nén các mẫu ở trạng thái bão hòa nước.

Các dạng và khối lượng thí nghiệm xác định ở phòng thí nghiệm thực địa được hiệu chỉnh cho từng trường hợp cụ thể tùy thuộc vào khối lượng công tác, thời hạn thực hiện các thiết bị hiện có và trình độ lành nghề của cán bộ.

2.58. Việc nghiên cứu chuyên đề bao gồm :

- Xác định độ bền của nham thạch ở các mẫu quy chuẩn trong các trạng thái ứng suất khác nhau.
- Xác định độ bền lâu dài của các mẫu nham thạch.
- Xác định tính chất đàn hồi của các mẫu nham thạch ở các trạng thái ứng suất khác nhau.
- Nghiên cứu thành phần thạch học của nham thạch.
- Nghiên cứu tính chất hòa tan và thành phần hóa học của các mẫu nham thạch.
- Xác định các tính chất nhiệt của các mẫu nham thạch.

Phương pháp lựa chọn và quyết định các chỉ tiêu tính toán và tiêu chuẩn của các tính chất cơ học của nham thạch trong khối lớn

2.59. Kết quả thí nghiệm tính trên nham thạch ở các điều kiện thực địa để xác định môđun biến dạng và hệ số sức kháng đàn hồi đơn vị của nham thạch đã xác định được rằng : chúng phụ thuộc vào mức độ và đặc tính nứt nẻ. Thí nghiệm tiến hành rất công kênh và đắt tiền, tại một số điểm riêng biệt của khối đá dự định xây dựng công trình ngầm. Tổng hợp các kết quả thí nghiệm ngoài trời và lựa chọn trị số tiêu chuẩn của môđun biến dạng và hệ số sức kháng đơn vị của đất đá cần thấy rằng tính chất nứt nẻ của nham thạch không mang đặc tính ngẫu nhiên, được tính toán không phải bằng phương pháp thống kê toán học mà bằng ngoại suy địa chất. Việc ngoại suy địa chất dựa vào việc xác định hàng loạt trị số môđun đàn hồi động học, hoặc độ rỗng tổng cộng của nham thạch bằng các phương pháp địa vật lí, mặt cắt địa chấn, chiếu địa chấn, nghiên

cứu siêu âm, Karôta điện... trong các khối ở khu vực công trình và ở các vị trí tiến hành thí nghiệm ngoài trời. Cơ sở để xác lập quan hệ giữa các kết quả thí nghiệm tính chất cơ học của nham thạch riêng lẻ ở hiện trường và các kết quả nghiên cứu vật lí hàng loạt là tính chất nứt nẻ của nham thạch. Quan hệ giữa kết quả thí nghiệm tính học và kết quả nghiên cứu địa vật lí với độ nứt nẻ về các đặc tính khác nhau là quan hệ thực nghiệm và đúng ra là xác định cho từng khu vực xây dựng. Do kết quả tổng hợp này, từ các kết quả riêng lẻ của thí nghiệm tính nham thạch mà có được giá trị tiêu chuẩn của môđun biến dạng và hệ số sức kháng theo chiều dài của tụy nen hoặc vòm của nhà máy thủy điện ngầm. Tất cả các tính toán về tính để biến dạng của nham thạch ở nền công trình ngầm được tiến hành theo các giá trị tiêu chuẩn của các chỉ tiêu đó.

- 2.60. Để ngoại suy địa chất, xác lập tương quan thực nghiệm giữa môđun đàn hồi động học và các kết quả thí nghiệm tính ngoài trời bằng phương pháp bàn nén. Trong các trường hợp riêng để xác định sự liên hệ cần tìm, trước tiên cần thiết xác lập hai biểu đồ tương quan phụ trợ. Biểu đồ quan hệ giữa môđun đàn hồi động học và môđun biến dạng tính khi dỡ tải (theo nhánh dỡ tải) và biểu đồ quan hệ giữa môđun biến dạng khi tăng tải và dỡ tải.

Giai đoạn tiếp theo của việc ngoại suy địa chất là thành lập các mặt cắt địa chất công trình theo chiều ngang và đứng đối với từng phần của khối có các công trình ngầm. Trên các mặt cắt, các tính chất của nham thạch được đưa lên dưới dạng các đường đẳng trị của môđun đàn hồi động học.

Ở đây cần phải tính đến tình hình địa chất của vùng công trình (sự tồn tại các đới kiến tạo, trầm tích thạch học của đất đá, đặc tính nứt nẻ...) và các kết quả xác định suất hút nước và các mẫu khô gió của nham thạch cũng như ảnh hưởng phụ thuộc vào tính chất nứt nẻ.

Các bản vẽ mặt cắt ngang và đứng đã có với các đường đẳng trị của môđun đàn hồi động học được thay thế bằng các đường đẳng trị của môđun biến dạng qua sử dụng quan hệ tương hỗ đã được xác lập theo điều (2-60). Các đường đẳng trị về giá trị môđun đàn hồi động học có thể sẽ được thay thế bằng các đới có vẽ khoảng giá trị môđun đàn hồi.

- 2.61. Việc mở rộng các kết quả xác định riêng lẻ ở ngoài trời về cường độ chống trượt của nham thạch theo các khe nứt hoặc theo các lớp kẹp yếu của nham thạch trong khối ứng suất tự nhiên của nham thạch trong khối, cũng như áp lực mỏ được tiến hành trên cơ sở nghiên cứu tình hình địa chất. Vì thế, việc xác định ngoài trời đã nêu ở trên cần phải luôn luôn thực hiện trên các khu vực có thể nằm và trạng thái nham thạch điển hình.

Các trị số trung bình có được do thí nghiệm hiện trường về cường độ chống trượt theo các khe nứt hoặc lớp kẹp sét trong đá cứng là các chỉ tiêu về tính chất cơ học tiêu chuẩn của đá.

Trị số tính toán về cường độ chống trượt theo các khe nứt hoặc các lớp kẹp sét ở trong đá cứng lấy tương tự như các chỉ tiêu tính toán về trạng thái vật lí của nham thạch theo giới hạn trung bình nhỏ nhất của trường phân tán cường độ chống trượt.

Chương III**KHẢO SÁT ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH****CÁC CÔNG TRÌNH THỦY CÔNG NGẦM Ở CÁC GIAI ĐOẠN THIẾT KẾ****Khảo sát địa chất công trình sơ bộ (giai đoạn nhiệm vụ thiết kế)**

3.1. Nhiệm vụ nghiên cứu thiết kế sơ lược và khảo sát địa chất công trình đối với công trình thủy công ngầm khi lập báo cáo kinh tế kĩ thuật về sơ đồ sử dụng thủy năng của dòng sông là xác định các phương án có khả năng bố trí các công trình ngầm. Công tác này do chủ nhiệm công trình thiết kế tiến hành phối hợp với các kĩ sư địa chất công trình.

3.2. Việc đánh giá các điều kiện địa chất công trình của khu vực và xác định các phương án có khả năng bố trí công trình ngầm tiến hành theo các tài liệu lưu trữ hiện có, các kết quả và các tài liệu chung khi khảo sát sơ lược ở tất cả các công trình đầu mối. Ở giai đoạn này, việc khảo sát chuyên môn đối với các công trình thủy công ngầm, ngoài việc điều tra tổng quát thường không phải tiến hành.

Nếu trong các tài liệu khảo sát ở lưu trữ (đối với các công trình thủy công ngầm) hoặc các tài liệu khảo sát sơ lược các công trình đầu mối mà không có bản đồ địa chất và địa chất công trình ở tỉ lệ 1 : 5000 ; 1 : 2500 và lớn hơn, thì đối với khu vực công trình thủy công ngầm ở các công trình đầu mối cần tiến hành đo vẽ địa chất công trình ở các tỉ lệ đó.

Trong trường hợp, các điều kiện địa chất công trình của khu vực nói chung không thuận tiện hoặc rất phức tạp, hoặc nếu áp lực ở công trình ngầm dự kiến là hơn 100m, thì cho phép tiến hành một khối lượng không nhiều công tác thăm dò (như thăm dò điện, thăm dò địa chấn, đào hố và đào rãnh, khoan các lỗ khoan...).

3.3. Nhiệm vụ cơ bản của việc quan sát thực địa do kĩ sư địa chất công trình kết hợp với kĩ sư thủy công tiến hành cho các tuyến công trình đã được dự kiến trong phòng là phải chú ý phát hiện và đánh giá các khu vực bất lợi đối với việc xây dựng và sử dụng các công trình ngầm (xem điều 2-49).

3.4. Theo các tài liệu lưu trữ, các tài liệu tổng quát qua khảo sát sơ lược cho toàn bộ công trình đầu mối theo các kết quả quan sát thực địa và các công tác thăm dò, nếu đã tiến hành phải lập các mặt cắt địa chất công trình sơ bộ cho toàn bộ các tuyến đã dự kiến trong phòng và chú ý khi tiến hành quan sát thực địa các tuyến công trình ngầm.

Trên các mặt cắt cần phải tách ra các khu vực bất lợi đối với xây dựng và khai thác công trình thủy công ngầm.

3.5. Cần phải nêu đặc tính chung về các điều kiện địa chất công trình của vùng công trình ngầm, các đặc điểm địa chất công trình của mỗi phương án có khả năng bố trí công trình đã dự kiến trong phòng và kiến nghị chọn những phương án làm đối tượng để nghiên cứu và thăm dò chuyên môn ở giai đoạn thiết kế sơ bộ, nên đặt phù hợp với chương mục trong phần nhiệm vụ thiết kế.

- 3.6. Các chỉ tiêu tính toán về các tính chất cơ học của nham thạch ở cao độ bố trí công trình ngầm của công trình đầu mối tiến hành theo phương pháp giải tích và lấy tương tự theo những vùng khác đã được nghiên cứu.

**Khảo sát và nghiên cứu địa chất công trình
ở giai đoạn thiết kế sơ bộ**

- 3.7. Nhiệm vụ của thiết kế sơ bộ với công trình thủy công ngầm và khảo sát nghiên cứu địa chất công trình ở giai đoạn này là lập cơ sở để luận chứng sự hợp lý về kinh tế kĩ thuật của việc xây dựng, lựa chọn phương án bố trí và kiểu công trình, giải quyết những vấn đề cơ bản hợp lý hơn cả về tổ chức thi công và xác định giá thành.

Các kết quả khảo sát và nghiên cứu địa chất công trình trong bản thiết kế là tài liệu cơ sở để lập luận.

- 3.8. Khảo sát và nghiên cứu địa chất công trình ở giai đoạn thiết kế sơ bộ được thực hiện theo 2 giai đoạn :

- Khảo sát theo hàng loạt các phương án bố trí dự định trước để so sánh và lựa chọn một trong số các phương án đó.
- Khảo sát theo phương án bố trí đã được chọn, lập cơ sở để thiết kế riêng cho công trình ngầm.

- 3.9. Ở giai đoạn đầu, cần phải coi việc đo vẽ địa chất công trình, thăm dò bằng các phương pháp địa vật lí, thăm dò bằng các lỗ khoan và các công trình khai đào cũng như nghiên cứu địa chất công trình là các dạng công tác địa chất công trình cơ bản, còn ở giai đoạn thứ hai, cũng với các dạng công tác như thế (mục đích chi tiết hơn) được bổ sung thêm các thí nghiệm ngoài trời và nghiên cứu địa vật lí, nghiên cứu các tính chất biến dạng của nham thạch nghiên cứu ngoài trời cường độ chống trượt và đo ứng suất tự nhiên của nham thạch.

Giai đoạn khảo sát đầu

- 3.10. Nên tiến hành đo vẽ địa chất công trình ở tỉ lệ 1 : 10.000 đối với tất cả vùng có các phương án tuyến bố trí công trình đã dự kiến trước trong phòng hoặc ở tỉ lệ 1 : 5000 cũng ở các vùng đó khi điều kiện cấu tạo địa chất phức tạp, hoặc tại các vùng bất lợi đối với xây dựng và khai thác công trình ngầm (xem điều 2-49).

Trong các vùng động đất lớn (lớn hơn cả cấp 7) phải tiến hành đo vẽ địa chất công trình ở tỉ lệ 1 : 5000 đối với toàn bộ vùng tuyến và vùng bố trí, ở tỉ lệ 1 : 2000 đối với các khu vực đặc biệt bất lợi về động đất.

- 3.11. Việc thăm dò bằng các phương pháp địa vật lí, khoan các lỗ khoan và đào ở giai đoạn này (thăm dò sơ lược) cho các phương án bố trí của công trình ngầm được đem so sánh với nhiệm vụ làm chính xác các lát cắt địa chất công trình thông thường chỉ tiến hành ở những khu vực bất lợi đối với xây dựng và khai thác công trình ngầm.

Chú thích : Thăm dò địa vật lí có thể được thực hiện đối với tất cả các tuyến công trình ngầm.

- 3.12. Khối lượng của các công tác khoan đào thăm dò được xác định tùy thuộc vào mức độ phức tạp của các điều kiện địa chất công trình khu vực, số lượng và phạm vi của khu vực bất lợi đối với xây dựng và khai thác các công trình ngầm.
- Các kết quả thăm dò địa vật lý trong mỗi một khu vực đó được khẳng định lại ở 1 - 2 điểm, bằng các công trình khoan đào tính toán sao để thu được mức độ tin cậy ngang nhau về các điều kiện địa chất công trình cho mỗi phương án trong các phương án bố trí đó. Cần tiến hành Karota điện, địa chấn, siêu âm... ở tất cả các lỗ khoan thăm dò đã tiến hành.
- 3.13. Các công tác địa chất thủy văn, việc nghiên cứu và quan trắc trong các công trình thăm dò và trắc hội (hút nước thí nghiệm, ép nước, đổ nước...) cần được thực hiện để nghiên cứu các điều kiện địa chất công trình chung của vùng công trình, cũng như các điều kiện địa chất công trình, trên tất cả các khu vực bất lợi về địa chất công trình đối với xây dựng và khai thác các công trình ngầm.
- 3.14. Các chỉ tiêu tính toán về các tính chất cơ học của nham thạch vùng đặt công trình ngầm cần xác định qua sử dụng những tài liệu khảo sát chung ở các công trình đầu mối và những tài liệu khảo sát riêng cho các công trình ngầm của đầu mối thủy lực đó, cũng như cần sử dụng phương pháp giải tích và lấy tương tự với các vùng đã nghiên cứu khác.

Giai đoạn khảo sát thứ hai

- 3.15. Phải tiến hành đo vẽ địa chất công trình ở giai đoạn này với tỉ lệ 1 : 1000 đối với các khu vực địa chất công trình bất lợi phức tạp theo phương án bố trí đã được chấp nhận.
- Các bản đồ chuyên môn và bản đồ địa chất công trình đã được lập ở giai đoạn khảo sát cần phải được bổ sung và làm chính xác hơn có sử dụng các tài liệu thăm dò chi tiết đang được tiến hành đồng thời.

Ghi chú : Đối với các phạm vi riêng lẻ đặc biệt bất lợi về địa chất công trình và động đất nên tiến hành đo vẽ địa chất công trình ở tỉ lệ 1 : 500.

- 3.16. Thăm dò bằng các phương pháp địa vật lý cần được tiến hành ở tất cả các tuyến công trình ngầm của các phương án bố trí công trình đã được chọn, nếu như công tác này đã không được thực hiện ở giai đoạn khảo sát đầu. Ở đây, chiều rộng của dải thăm dò không nên nhỏ hơn chiều sâu đặt công trình.
- 3.17. Cần phải tiến hành thăm dò bằng các lỗ khoan và các công trình khai đào ở giai đoạn này (thăm dò chi tiết) chủ yếu trên các diện tích của từng công trình ngầm riêng biệt như cửa tụy nén, cũng như trên các khu vực bất lợi đối với việc xây dựng các công trình thủy công ngầm mà thăm dò chưa được đầy đủ ở giai đoạn khảo sát đầu khi thiết kế sơ bộ.

Trên các tuyến nằm giữa các diện tích đặt các công trình và các khu vực khá thuận lợi đối với xây dựng các công trình thủy công ngầm chỉ cần tiến hành một khối lượng công tác khoan đào vừa đủ để kiểm tra các kết quả thăm dò bằng phương pháp địa vật lý.

Khối lượng của công tác khoan đào trên các diện tích của các công trình riêng biệt và cửa tụy nén được xác định do sự cần thiết thu thập các đặc điểm chi tiết về các

yếu tố thể nằm, tính chất nứt nẻ, tính phong hóa, các tính chất cơ lí của nham thạch, các điều kiện địa chất công trình, nhiệt độ của đá và nước ngầm, độ chứa khí và tùy theo khả năng xác định cả ứng suất tự nhiên trong đất đá.

Trên các khu vực bất lợi đối với xây dựng các công trình ngầm, khối lượng các công tác này được xác định do sự cần thiết (ngoài các yếu tố đã kể trên) để khoanh ra được ranh giới các khu vực như vậy trong phạm vi khu vực ảnh hưởng của công trình.

Trên tất cả các lỗ khoan thăm dò đã thực hiện cần phải tiến hành việc đo Karota điện, địa chấn hoặc siêu âm, còn trên tất cả các công trình khai đào thăm dò ngầm thì làm mặt cắt địa chấn. Cần phải tiến hành địa chấn qua các khối nham thạch.

- 3.18. Công tác nghiên cứu và quan trắc địa chất thủy văn ở các công trình thăm dò (như hút nước thí nghiệm, ép nước, đổ nước...) phải được tiến hành để thu được các mặt cắt địa chất thủy văn và điều kiện địa chất thủy văn ở các diện tích riêng biệt của công trình cũng như cho tất cả các tuyến của phương án bố trí công trình được chọn.

Ghi chú : Ở ngoài phạm vi khu vực và tuyến công trình khi không có các công trình thăm dò nhưng cần thiết để nghiên cứu các điều kiện địa chất thủy văn của sườn bờ, nơi tiếp xúc với các đường dẫn nước ngầm có áp, cần phải tiến hành các lỗ khoan địa chất thủy văn chuyên môn (điều 2-30).

Khối lượng công tác nghiên cứu và quan trắc địa chất thủy văn trong các công trình thăm dò được xác định do sự cần thiết thu được đầy đủ các tài liệu để giải quyết các nhiệm vụ chuyên đề về địa chất thủy văn khi thiết kế và xây dựng các công trình ngầm (xem điều 2.24, 2.30).

- 3.19. Việc nghiên cứu các tính chất biến dạng của nham thạch bằng nghiên cứu ngoài trời (thí nghiệm bàn nén) và bằng các phương pháp địa vật lí cần được tiến hành tổng hợp ở tất cả các khu vực công trình thăm dò nào điển hình về thành phần, về các điều kiện thể nằm, tính chất nứt nẻ, tính chất phong hóa của nham thạch trong khu vực công trình ngầm.
- 3.20. Việc nghiên cứu ngoài trời cường độ chống trượt cần phải tiến hành trước hết ở các công trình khai đào trong phạm vi khu vực nhà máy thủy điện hoặc ở các công trình khai đào mà nham thạch có khuynh hướng kéo dài và đổ về khu vực nhà máy.
- 3.21. Việc đo ứng suất tự nhiên của nham thạch phải thực hiện trước hết ở các công trình thăm dò, phân bố trong phạm vi khu vực nhà máy thủy điện, ở cao độ bằng hay gần bằng cao độ đặt công trình.
- 3.22. Các chỉ tiêu tính toán về các tính chất cơ học của nham thạch vây quanh công trình ngầm được quyết định qua sử dụng tất cả các tài liệu khảo sát chung ở công trình đầu mối và các tài liệu khảo sát trên các diện tích và các tuyến công trình ngầm cụ thể ; các tài liệu nghiên cứu về tính chất biến dạng của nham thạch ở ngoài trời (thí nghiệm bàn nén) và các phương pháp địa vật lí ở các khu vực điển hình và ở tất cả các khu vực thăm dò khác cũng như các kết quả hiện có qua các công tác nghiên cứu hiện trường khác (xem điều 2.59, 2.61).

**Khảo sát và nghiên cứu địa chất công trình
ở giai đoạn lập bản vẽ thi công và trong thời kì xây dựng**

3.23. Nhiệm vụ của việc khảo sát và nghiên cứu địa chất công trình ở giai đoạn thành lập bản vẽ thi công là chỉnh lí và làm chính xác các vấn đề kĩ thuật riêng biệt phát sinh trong quá trình thiết kế và xây dựng các công trình ngầm.

Vì rằng, bản vẽ thi công thường được thành lập ở thời kì xây dựng nên để làm cơ sở luận chứng cho nó cũng sử dụng các tài liệu địa chất công trình thu thập được ở các công trình thi công ngầm.

3.24. Các dạng công tác địa chất công trình cơ bản ở giai đoạn lập bản vẽ thi công là điều tra địa chất công trình chi tiết ở các sườn dốc của thung lũng sông, ở các khu vực của tuy nèn và khu vực lấy nước ; thăm dò bằng các công trình khai đào và các lỗ khoan nghiên cứu địa chất thủy văn, đo ứng suất tự nhiên trong nham thạch, nghiên cứu trong phòng thí nghiệm và ngoài trời về cường độ chống trượt của nham thạch, các tính chất biến dạng, sức kháng của nham thạch nghiên cứu áp lực mỏ.

3.25. Việc điều tra địa chất công trình chi tiết các sườn dốc của thung lũng sông ở khu vực cửa tuy nèn và các khu vực lấy nước cần phải tiến hành bằng phương pháp đo vẽ địa chất công trình. Việc khảo sát được tiến hành nhằm mục đích xác định mức độ ổn định trong thời kì thi công và khai thác của các khối nham thạch phân bố ở cao độ đặt công trình cũng như cao hơn.

Các tài liệu khảo sát chi tiết cần kết luận được đặc điểm địa chất công trình của khu vực (bản thuyết minh, bản đồ, mặt cắt, bản vẽ phác) có đánh giá độ ổn định và xác định khối lượng nham thạch có thể năng không ổn định ở trên sườn dốc, kiến nghị biện pháp bảo đảm hoặc là gia cố tại chỗ nham thạch không bền vững, hoặc đào lấy đi cho an toàn.

Ghi chú : Khối lượng của công tác khảo sát được xác định tùy thuộc vào các điều kiện thiên nhiên cụ thể và có thể bao gồm cả việc đo vẽ cấu trúc địa chất ở tỉ lệ 1 :1000 hoặc 1 :5000 có đo nối tọa độ cao độ các điểm quan trắc đặc biệt bằng máy đặt các mốc tọa độ và cao độ để quan sát sự chuyển dịch của nham thạch và một số khối lượng công tác thăm dò khác...

3.26. Cần phải tiến hành thăm dò bằng các công trình khai đào và các lỗ khoan ở giai đoạn này (thăm dò cuối cùng) để thăm dò chính xác hơn các khu vực phức tạp và bất lợi nhất về địa chất công trình trên các khu vực công trình thi công, trước hết ở các khu vực dự kiến có áp lực mỏ và các nguồn nước chảy vào lớn.

Các công trình thăm dò mới có thể được mở từ mặt đất, từ các công trình thăm dò đã tiến hành ở giai đoạn thiết kế sơ bộ hay từ các công trình thi công hiện có trong thời gian ấy.

Cần phải tiến hành đo Karôta điện, địa chấn hay siêu âm trong tất cả các lỗ khoan thăm dò đã thực hiện, còn ở trên tất cả các công trình thăm dò ngầm tiến hành đo mặt cắt địa chấn. Nhất thiết phải thực hiện việc chiếu địa chấn.

3.27. Công tác nghiên cứu và quan trắc địa chất thủy văn cần phải được thực hiện để làm chính xác các điều kiện địa chất thủy văn của khu vực thăm dò (xem điều 3.26) và ép nước thí nghiệm vào các buồng hầm để xác định tổn thất nước thấm từ các công trình có áp (xem điều 2.29).

- 3.28. Các tụy nen thi công thường là các công trình thi công đầu tiên trong các công trình của đầu mối thủy lực, cần thu thập tài liệu địa chất công trình ở đây để nghiên cứu và đánh giá các điều kiện ổn định của nham thạch và chuyển các kinh nghiệm để đánh giá các công trình thi công sau : muốn vậy cần áp dụng rộng rãi việc nghiên cứu địa chấn âm học trong các hố đào (2-15) trên các khu vực điển hình của tụy nen thi công.
- 3.29. Cần tiến hành nghiên cứu các tính chất đàn hồi của nham thạch bằng các phương pháp địa vật lí tổng hợp hoặc riêng lẻ trong các công trình thăm dò, các công trình thi công nhưng chỉ nằm trong phạm vi đường viền của công trình tương lai.
- 3.30. Việc đo ứng suất tự nhiên phải được thực hiện ở nham thạch bao quanh các công trình thi công có tiết diện lớn (nhà máy thủy điện và các trạm biến áp).
- 3.31. Việc nghiên cứu ngoài trời cường độ chống trượt của nham thạch cần phải tiến hành ở trong các công trình thăm dò cũng như trong các công trình thi công.
- Các công trình đào có tiết diện lớn (nhà máy thủy điện và các trạm biến áp) là đối tượng chính của việc nghiên cứu.
- 3.32. Việc nghiên cứu ngoài trời các tính chất biến dạng của nham thạch cần phải tiến hành trong các công trình thăm dò và công trình thi công, các đường dẫn nước có áp tiến hành trên các khu vực riêng biệt điển hình về thành phần và các điều kiện thế nằm, tính chất nứt nẻ, tính phong hóa của nham thạch và các đặc điểm địa chất công trình khác.
- Cũng trên các khu vực đó, cần phải tiến hành nghiên cứu các tính chất đàn hồi của nham thạch, bằng các phương pháp địa vật lí.
- 3.33. Việc nghiên cứu thí nghiệm để xác định áp lực mỏ và lực kháng của nham thạch (ép nước vào buồng hầm) có thể do các cơ quan chuyên môn tiến hành trực tiếp ngay trong công trình thi công (khu vực thí nghiệm) hoặc trong các buồng hầm đặc biệt ở gần các công trình thi công.
- Trong trường hợp này khi chọn các khu vực, cơ quan địa chất công trình sẽ tham gia cùng với cơ quan chuyên môn trên công trường.
- Cơ quan địa chất công trình các công trường phải tiến hành thu thập tài liệu địa chất công trình ở các khu vực thí nghiệm ở các công trình và buồng hầm tham gia vào việc thành lập báo cáo nghiên cứu kĩ thuật phân địa chất công trình.
- 3.34. Cần phải quyết định các chỉ tiêu tính toán về các tính chất cơ học của nham thạch bao quanh công trình sau khi đã sử dụng các tài liệu chủ yếu của công tác nghiên cứu ngoài trời : ứng suất tự nhiên trong nham thạch, cường độ chống trượt của nham thạch, các tính chất biến dạng của nham thạch, cũng như việc nghiên cứu thí nghiệm lực kháng của nham thạch và áp lực mỏ. Ở đây cần phải sử dụng tất cả các tài liệu khảo sát và nghiên cứu đã có từ trước ở công trình đầu mối. (Trong số đó kể cả việc nghiên cứu trong phòng thí nghiệm các tính chất cơ lí của nham thạch) và các tài liệu địa chất công trình ở các công trình thi công.

Chương IV

KHẢO SÁT ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH BỔ SUNG ĐỂ THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG CÁC CÔNG TRÌNH THỦY CÔNG NGẦM TRONG CÁC VÙNG CÓ CẤP ĐỘNG ĐẤT CAO

4.1. Các vùng chịu các lực động đất từ cấp 7 và lớn hơn là các vùng có cấp động đất cao. Lực động đất đối với toàn bộ khu vực công trình (cấp ban đầu) được lấy theo bản đồ phân vùng động đất.

Trên bản đồ này, động đất của vùng ở các điều kiện đất trung bình (đất cát - sét khi mực nước ngầm ở thấp).

Nhiệm vụ khảo sát địa chất công trình trên lãnh thổ (ở trường hợp của chúng ta là trên khu vực vùng công trình) có cấp động đất cao là làm chính xác các cấp động đất (cấp ban đầu) đã được xác định theo bản đồ phân vùng động đất ; đối với tất cả khu vực công trình ngầm cũng như đối với tất cả khu vực riêng biệt của nó trong các điều kiện địa chất công trình cụ thể.

Cần phải giải quyết nhiệm vụ này dựa trên cơ sở vi phân vùng động đất ở khu vực công trình.

Khu vực sườn ven sông có các cửa tụy nèn và khu vực phá hủy kiến tạo trẻ dạng phay thuận, phay ngang, phay nghịch chồm... là các khu vực có độ ổn định chấn động gần hơn trong vùng công trình thủy công ngầm và vì vậy yêu cầu phải chú ý đặc biệt khi đánh giá chúng.

Khi đánh giá độ ổn định chấn động của khu vực này hay khu vực khác cần phải tính đến khả năng xấu đi ở khu vực đó sau khi đã xây dựng công trình ngầm và các công trình khác, do mức nước ngầm (dòng thấm) dâng cao.

4.2. Vi phân vùng động đất ở khu vực công trình có thể phân ra sơ bộ và cuối cùng.

Vi phân vùng một cách sơ bộ cần phải tiến hành khi khảo sát sơ lược các công trình thủy công ngầm. Từ đó, thành lập được sơ đồ vi phân vùng động đất ở tỉ lệ 1 : 10.000 hay 1 : 25.000.

Để phân nhỏ sơ bộ, nên dùng bảng 1.

Bảng 1

Sự thay đổi động đất trong các cấp theo các tài liệu địa chất công trình (theo X.V.Metvedev)

Cấp nham thạch theo tính chất địa chấn	Nham thạch và độ sâu phân bố nước ngầm (dòng thấm)	Cường độ điều chỉnh ở các cấp theo phân vùng động đất (cấp ban đầu)		
		7	8	9
1	2	3		
I	Đá cứng, nứt nẻ, phún xuất biến chất và trầm tích (granit, gnai, đá vôi, cát, cuội kết...)	7	8	9
	Đá nửa cứng (đá phấn sét silic, cát sét, tup, đá vôi vò sò, thạch cao...) Đá mảnh vụn thô, rất chặt, có cường độ chống nén tính toán không ít hơn 6 kG/cm ² khi độ sâu phân bố nước ngầm kể từ mặt đất không ít hơn 15m	6	7	8

1	2	3		
II	Sét và á sét chặt. Cát và á cát khi độ sâu phân bố nước ngầm không nhỏ hơn 8m.	7	8	9
	Nham thạch vụn thô khi nước ngầm phân bố từ 6-10m			
III	Sét ở trạng thái dẻo. Cát, á cát, á sét khi độ sâu thế nằm của nước ngầm nhỏ hơn 4m	8	9	10
	Đá mảnh vụn thô khi độ sâu phân bố nước ngầm nhỏ hơn 3m			

Ghi chú : Đất cát và á cát trong đó nước ngầm nằm ở độ sâu từ 4m đến 8m và đá mảnh vụn thô có nước ngầm ở độ sâu từ 3-6m có thể ở cấp II hay III theo các tính chất địa chấn. Đất đá mảnh vụn thô khi độ sâu mực nước ngầm từ 10-15m có thể ở cấp I hoặc II. Cấp nham thạch theo các tính chất địa chấn trong trường hợp này được xác định có tính đến các đặc điểm địa hình, điều kiện thế nằm của lớp và chiều dày của chúng, tính phong hóa của nham thạch, sự giống nhau về kiến tạo và các yếu tố khác.

- 4.3. Vi phân vùng động đất cuối cùng cần tiến hành khi khảo sát ở giai đoạn thiết kế sơ bộ. Khi đó, bản đồ vi phân vùng động đất cần ở tỉ lệ 1 : 10.000 hoặc lớn hơn nữa.

Các tài liệu được dùng để vi phân vùng động đất cuối cùng là các bản đồ địa chất công trình tỉ lệ 1 : 10.000 và lớn hơn, những hiểu biết về tốc độ truyền sóng địa chấn dọc (tài liệu của công tác thăm dò địa chấn) hoặc bản đồ địa chất công trình và quan trắc địa chấn bằng các thiết bị.

Đối với việc vi phân vùng động đất cuối cùng theo các tài liệu của bản đồ địa chất công trình và tốc độ truyền của các sóng địa chấn dọc nên sử dụng bảng 2.

Bảng 2
Gia cố ở các cấp địa chấn theo nham thạch
(theo X.V.Metvedev)

Nham thạch	Tốc độ sóng dọc địa chấn (km/s)	Gia cố ở
1	2	3
Đá cứng :		
Granit	5,6	0
Đá vôi, đá phiến, gnei (chặt)	3,5 - 4,5	0,2 - 0,4
Cát kết chặt xít	2,2 - 3	0,5 - 0,8
Đá vôi, đá phiến, cát kết đã bị phá hủy	1,5 - 2,3	0,7 - 1,1
Đá nửa cứng :		
Thạch cao	2,4 - 3	0,6 - 0,8
Đá phấn	2 - 2,6	0,7 - 1,0
Các xi măng hóa	1,4 - 1,9	1,0 - 1,2
Đá mảnh vụn thô :		
Dăm và cuội	1,3 - 2,1	0,9 - 1,3
Sỏi (từ đá kết tinh)	1,2 - 1,9	1,0 - 1,4
Sỏi (từ đá trầm tích)	1,1 - 1,7	1,1 - 1,5

1	2	3
Đá cát :		
Cát gravelit và hạt lớn	1,1 - 1,6	1,2 - 1,4
Cát độ lớn trung bình	1,0 - 1,4	1,3 - 1,6
Cát nhỏ và bụi	0,7 - 1,2	1,1 - 1,8
Đất sét :		
Sét	0,9 - 1,5	1,2 - 1,6
Á sét	0,8 - 1,1	1,3 - 1,7
Á cát	0,7 - 1,2	1,4 - 1,8
Á sét khi hệ số rỗng là 1 và Á cát khi hệ số rỗng là 0,7	0,5 - 0,8	1,7 - 2,1
Đất đắp và đất trồng :		
Đất đắp	0,3 - 0,5	2,3 - 2,6
Đất trồng	0,2 - 0,3	2,6 - 3
Đất đá ngầm nước :		
Sỏi - cuội		1,6 - 2
Cát		2 - 2,4
Có chứa sét (á cát, á sét)		2,4 - 2,8
Đất đắp và đất trồng		3,3 - 3,9

Ghi chú : Theo GOCT 6249 : 52 và quy phạm xây dựng trong vùng địa chấn sự hoạt động địa chấn được phân loại theo các cấp bằng các chữ số nguyên. Vì thế, đối với các giá trị ở bảng 2 cần phải xem như dùng để tính toán trung gian cũng như là cơ sở để xác định gia số của cấp nằm giữa hai cấp bất kì trong toàn bộ vị trí có ở bảng. Kết luận cuối cùng sau khi tính toán các yếu tố bất lợi và có lợi rút ra dưới đây (bảng 3) cần phải cho độ chính xác đến cấp 1.

Theo bảng 2, gia số các cấp được xác định không chỉ đối với đá tiêu chuẩn granit mà còn cho gia số tương đối với các tổ hợp khác nhau của nham thạch.

Theo bảng 2, các đất cát - sét khi mực nước ngầm ở thấp thì theo bản đồ phân vùng địa chấn sơ bộ của Liên Bang Nga.

Có gia số trung bình của các cấp so với granit là 1,5 cấp. Do đó, nếu theo bản đồ phân vùng động đất thì khu vực công trình theo độ chấn động là cấp 7, thì tùy theo sự phức tạp thực tế của khu vực quan sát, thí dụ là granit thì cấp của nó được xác định là 5,5 ; còn khi sự phức tạp thực tế của khu vực là cát ngầm nước thì cấp được xác định là 7,5 đến 7,9.

Đặc điểm về yếu tố bất lợi và thuận lợi bổ sung theo đó độ động đất tăng lên hay giảm cấp được nêu ra ở bảng 3 (cần phải làm tròn các giá trị đã thu được theo bảng 2 thành các cấp nguyên).

Bảng 3

Đặc điểm về các điều kiện bổ sung làm tăng hay giảm cấp động đất của khu vực (theo X.V.Métvedev)

Các yếu tố bất lợi	Các yếu tố thuận lợi
Địa hình phân cắt cục bộ. Sườn dốc lớn bờ dốc đứng. Mương xói hẻm sâu...	Không phân cắt địa hình
Nhiều lớp nham thạch với thể nằm dựng đứng	Nham thạch có thể nằm ngang Có các lớp đá bờ rời, chiều dày nhỏ cắt qua đá cứng
Sự phong hóa nham thạch và sự thay đổi đáng kể của chúng do các quá trình địa chất vật lí.	Đới nham thạch chặt xít hơn (thí dụ khu vực dọc trục, các nón phóng vật)
Khu vực mà trên đó nham thạch có thể có biến dạng dư dưới tác dụng của các lực hấp dẫn (trượt, sập lở, lở tích, cáctơ hóa)	Khu vực không chịu biến dạng dư.
Các đới phân bố ở gần mặt phẳng nghiêng của chỗ tiếp xúc nham thạch có tuổi khác nhau (phay thuận, ngang, phay nghịch chờm)	Khu vực nằm xa các phá hủy kiến tạo.

4.4. Cần phải tiến hành quan trắc bằng thiết bị với mục đích xác định trực tiếp đặc điểm về số lượng dao động địa chấn trên các khu vực điển hình, đã được phân chia trên cơ sở các bản đồ địa chất công trình để làm luận chứng cho việc vi phân vùng động đất của toàn vùng bố trí các công trình thủy công với thủy đầu trên 100m cho các đới tượng xây dựng đặc biệt quan trọng. Với mục đích đó cần phải tổ chức mạng lưới các trạm địa chấn tạm thời và các điểm quan trắc. Để nghiên cứu toàn diện sự dao động của đất ở các trạm tạm thời cần phải trang bị bằng các máy móc khác nhau như : các máy ghi địa chấn, các máy ghi gia tốc, các máy đo địa chấn, các máy đo biến dạng, veloximet. Các máy móc được đặt ở các điểm quan trắc không yêu cầu chúng phải làm việc thường xuyên (không phải chỉ theo thời gian).

Trên các bản đồ vi phân vùng động đất trong phạm vi các khu vực đã được phân chia ở một cấp nào đó nên chỉ ra các đới thuận lợi nhiều hay ít hơn đối với việc xây dựng.

Việc tổ chức mạng lưới các trạm địa chấn tạm thời, các điểm quan trắc và việc quan trắc chúng do các cơ quan chuyên môn tiến hành.