

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 9149:2012**

Xuất bản lần 1

**CÔNG TRÌNH THUỶ LỢI – XÁC ĐỊNH ĐỘ THẤM NƯỚC  
CỦA ĐÁ BẰNG PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM ÉP NƯỚC  
VÀO LỖ KHOAN**

*Hydraulic structures – Method for determination rock's permeability wick by water  
pressure test into bore hole*

HÀ NỘI – 2012

## MỤC LỤC

Lời nói đầu.....	4
1 Phạm vi áp dụng.....	5
2 Quy định chung .....	5
2.1 Định nghĩa, thuật ngữ.....	5
2.2 Các sơ đồ ép nước.....	6
2.3 Các phương pháp thí nghiệm ép nước .....	7
2.4 Yêu cầu kỹ thuật.....	8
3 Thiết bị và dụng cụ trong thí nghiệm ép nước.....	9
3.1 Máy bơm.....	9
3.2 Dụng cụ đo lưu lượng .....	10
3.3 Dụng cụ đo áp lực nước .....	10
3.4 Dụng cụ đo mực nước trong lỗ khoan ép nước .....	10
3.5 Nút bít để ngăn cách các đoạn thí nghiệm ép nước .....	10
4 Tiến hành thí nghiệm ép nước .....	11
4.1 Công tác chuẩn bị.....	11
4.2 Trình tự thí nghiệm ép nước.....	14
5 Chinh lý tài liệu thí nghiệm ép nước .....	16
5.1 Trong sổ thí nghiệm ép nước cần ghi .....	16
5.2 Tất cả các số liệu trong sổ thí nghiệm ép nước .....	17
5.3 Tính toán lượng mất nước đơn vị q .....	17
5.4 Lập các đồ thị quan hệ .....	17
5.5 Xác định trị số Lugeon .....	18
5.6 Tính hệ số thấm K của đá .....	18
5.7 Dựa vào kết quả xác định lượng mất nước đơn vị .....	19
Phụ lục A .....	20
Phụ lục B .....	21
Thư mục tài liệu tham khảo .....	23

### **Lời nói đầu**

**TCVN 9149:2012** được chuyển đổi từ **14TCN 83-91** của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn theo quy định tại khoản 1 điều 69 của Luật tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật và điểm a khoản 1 điều 7 Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 1/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

**TCVN 9149:2012** do Viện Thủy điện và Năng lượng tái tạo – Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam biên soạn, Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và công nghệ công bố.

## Công trình thủy lợi – Xác định độ thấm nước của đá bằng phương pháp thí nghiệm ép nước vào lỗ khoan

*Hydraulic structures – Method for determination rock's permeability with by water pressure test into bore hole*

### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn đưa ra phương pháp thí nghiệm ép nước vào lỗ khoan nhằm chỉ ra các vùng, đới đá có mức độ thấm nước khác nhau, các biến dạng thấm có thể xảy ra dưới tác dụng của dòng thấm ở nền và thân công trình thủy lợi (bao gồm cả thủy điện) và từ đó chọn các biện pháp chống thấm hay sửa chữa thích hợp khi cần thiết.

Thí nghiệm ép nước được áp dụng cho môi trường cứng: đá, bê tông, đá xây trong các điều kiện địa chất khác nhau (bão hòa hay không bão hòa nước với nhiều độ sâu khác nhau dưới mặt đất).

### 2 Quy định chung

#### 2.1 Định nghĩa, thuật ngữ

##### 2.1.1

##### **Độ thấm nước của đá (Permeability)**

Đặc trưng định lượng về tính thấm của đá, phụ thuộc chủ yếu vào mức độ nứt nẻ của đá, được biểu thị bằng lượng mất nước đơn vị ( $q$ ) hay hệ số thấm ( $K$ ).

##### 2.1.2

##### **Lượng mất nước đơn vị (Flow lost unit) $q$**

Lưu lượng nước tiêu hao trong 1 min trên 1 m chiều dài thí nghiệm dưới áp lực 1 m cột nước, được biểu diễn bằng lít trên phút, mét, mét ( $l/min.m.m$ ).

##### 2.1.3

##### **Hệ số thấm (Permeability coefficient) $K$**

Vận tốc thấm ứng với gradien thủy lực bằng đơn vị, được biểu diễn bằng centimet trên giây ( $cm/s$ ) hoặc mét trên giây ( $m/s$ ), mét trên ngày đêm ( $m/ng.đ$ ).

## **TCVN 9149:2012**

### **2.1.4**

#### **Lugeon**

Lưu lượng nước tiêu hao trong 1 min trên 1 m chiều dài đoạn lỗ khoan thí nghiệm dưới áp lực 100 m cột nước, được biểu thị bằng đơn vị Lugeon (uL).

## **2.2 Các sơ đồ ép nước**

**2.2.1** Sơ đồ ép nước phân đoạn được áp dụng rộng rãi và là yêu cầu bắt buộc khi thí nghiệm ép nước vì:

- Cho phép hạn định độ sâu cần nghiên cứu, phân định được các đới, dải...trong môi trường nghiên cứu theo mức độ thấm nước khác nhau;
- Tiến hành thí nghiệm trong môi trường thấm nước mạnh và rất mạnh (như đới nứt nẻ tầng cao, đá Karst hóa mạnh...) mà phương tiện cấp nước không đủ khả năng khi đoạn thí nghiệm quá dài.

**2.2.1.1** Sơ đồ phân đoạn từ trên xuống là khi khoan tới đáy đoạn thí nghiệm thứ nhất thì ngừng khoan để tiến hành thí nghiệm ép nước; sau đó tiếp tục khoan đoạn thứ hai rồi thí nghiệm. Sau đó cứ tiếp tục theo các bước trên cho đến đoạn cuối cùng của lỗ khoan.

Ưu điểm của sơ đồ này là:

- Hạn chế mòn khoan trám bit thành lỗ khoan, nhất là khi khoan trong đá yếu, các đới đá bị phong hóa, nứt nẻ mạnh...vv.
- Phát hiện sớm các đới đá thấm nước yếu để có thể kết thúc khoan một cách hợp lý;
- Có thể tiếp tục sử dụng lỗ khoan cho các mục đích khác như: nghiên cứu xác định tính chất cơ lý của đá bằng thí nghiệm trong lỗ khoan, đo địa vật lý lỗ khoan, chụp ảnh lỗ khoan, quan trắc nước dưới đất...

**2.2.1.2** Sơ đồ phân đoạn từ dưới lên là thực hiện khoan lỗ khoan liên tục tới độ sâu đã ấn định cuối cùng. Đoạn ép nước thí nghiệm thứ nhất được giới hạn bởi đáy lỗ khoan và nút bit ở trên. Thí nghiệm xong, tiến hành lấp đoạn thứ nhất bằng xi măng - cát. Đoạn thí nghiệm ép nước tiếp theo có đầu dưới là nút xi măng - cát đã đông cứng, đầu trên là nút bit. Tiếp tục tiến hành theo các bước như trên cho các đoạn tiếp theo dần lên miệng hố khoan. Nếu dùng bộ nút kép thì không phải lấp các đoạn đã thí nghiệm bằng xi măng - cát, mà chỉ cần nâng bộ nút lên trên để thí nghiệm cho các đoạn kế trên.

Sơ đồ này có những ưu điểm là việc khoan không bị gián cách bởi công tác thí nghiệm và việc phân định đoạn thí nghiệm được chủ động và đúng đắn hơn. Tuy nhiên nó có nhược điểm:

- Thành lỗ khoan bị trám bit nhiều, nhất là trong đá yếu, nứt nẻ nhiều. Ngoài ra trong đá chứa nước, thành lỗ khoan bị trám xi măng khi lấp các đoạn đã thí nghiệm (khi dùng nút đơn).

Mất thời gian lấp từng đoạn lỗ khoan, chờ xi măng đông cứng;

Mất cơ hội dùng lại lỗ khoan cho các mục đích khác

Chỉ phù hợp cho nền đá cứng, ít nứt nẻ.

Không đảm bảo hiện trạng tự nhiên của thành lỗ khoan khi tiến hành thí nghiệm cơ học.

**2.2.2** Sơ đồ thí nghiệm tổng hợp cho từng phần hoặc toàn bộ lỗ khoan. Việc thí nghiệm cho từng phần lỗ khoan hoàn toàn tương tự theo sơ đồ phân đoạn đã nêu trong 2.2.1

Trong sơ đồ thí nghiệm tổng hợp toàn bộ lỗ khoan, nút bít được đặt tại miệng lỗ khoan hoặc tại bề mặt đá gốc cứng tại lỗ khoan. Các thí nghiệm này chỉ thực hiện với mục đích kiểm tra và chỉ nên áp dụng với đá cứng đồng nhất, thấm nước yếu, không chứa vật chất lấp nhét trong khe nứt.

**2.2.3** Sơ đồ thí nghiệm phân đoạn từ trên xuống có thể áp dụng cho mọi đối tượng nên được lựa chọn là sơ đồ tiêu chuẩn cho phương pháp ép nước thí nghiệm vào lỗ khoan.

Các sơ đồ khác chỉ được áp dụng khi các điều kiện phù hợp và cho phép.

### **2.3 Các phương pháp thí nghiệm ép nước**

**2.3.1** Thí nghiệm ép nước để nghiên cứu tính thấm nước được thực hiện với áp lực tiêu chuẩn bằng 10 m cột nước và tiến hành cho tới khi lưu lượng ổn định trong thời gian 30 min.

Trường hợp thí nghiệm ép nước trong đá không ổn định thấm (dolomit, có bột dolomit, đá vôi karst mạnh, các muối halogar) có thể tăng độ thấm nước khi thấm kéo dài, trước hết phải thực hiện một số đoạn thí nghiệm kiểm tra với thời gian kéo dài ổn định ít nhất 2 h khi thí nghiệm ép nước với áp lực 10m cột nước.

**2.3.2** Thí nghiệm ép nước để nghiên cứu biến dạng thấm của môi trường đá do sự di chuyển các vật liệu lấp nhét trong hệ thống khe nứt của đá dưới áp lực lớn.

**2.3.3** Thí nghiệm ép nước theo chu trình là thí nghiệm nghiên cứu biến dạng thấm được thực hiện theo phương pháp sau: ban đầu thí nghiệm với áp lực thấp tiêu chuẩn 10 m cột nước để nghiên cứu thấm, sau đó thí nghiệm với áp lực cao (hoặc nâng dần qua một số cấp áp lực) để nghiên cứu biến dạng thấm rồi hạ dần theo các cấp áp lực đã tiến hành, sau cùng thí nghiệm lại với áp lực để nghiên cứu thấm lúc đầu (hoặc thí nghiệm với các cấp áp lực thấp dần).

**2.3.4** Thí nghiệm Lugeon là một dạng của phương pháp thí nghiệm ép nước theo chu trình. Trong đó, ban đầu thí nghiệm với áp lực tiêu chuẩn 10 m cột nước và kéo dài tới lưu lượng ổn định trong 30 min; tiếp tục thí nghiệm với áp lực cao 10 kG/cm<sup>2</sup> (tương đương 100 m cột nước) giữ không đổi trong quá trình thí nghiệm và kéo dài trong thời gian 10 min, sau đó thí nghiệm lại với áp lực 10 m cột nước và kéo dài trong 30 min.

## **TCVN 9149:2012**

2.3.3 Thí nghiệm ép nước và hút nước kết hợp nhằm đánh giá định lượng gần đúng lượng mất nước đơn vị  $q$  của đá có giá trị từ 0,1 l/min.m.m đến 1 l/min.m.m tại cùng một đoạn lỗ khoan bằng cách tiến hành theo trình tự sau:

- Ép nước với cột nước áp lực tiêu chuẩn 10m và tính lượng mất nước đơn vị;
- Hút nước thí nghiệm và tính hệ số thấm;
- Ép nước lặp lại với cột nước áp lực 10 m và tính lượng mất nước đơn vị;
- Lập đồ thị quan hệ giữa lượng mất nước đơn vị và hệ số thấm. Dùng đồ thị này để tính đổi hai đại lượng đó cho từng loại đá trong khu vực nghiên cứu.

Ngoài ra so sánh lượng mất nước đơn vị thu được trước và sau khi hút nước ở cùng một đoạn để đánh giá ảnh hưởng của sự trám bít mùn khoan lên thành lỗ khoan.

### **2.4 Yêu cầu kỹ thuật**

2.4.1 Rửa lỗ khoan trước khi tiến hành thí nghiệm ép nước bắt buộc phải rửa lỗ khoan bằng nước sạch để mùn khoan không hay rất ít trám bít vào thành lỗ khoan.

2.4.1.1 Việc rửa lỗ khoan phải được thực hiện trước khi thí nghiệm ép nước bằng nước lã trong không có chứa phù sa lơ lửng theo phương pháp tuần hoàn: nước rửa được đẩy mạnh đến đáy lỗ khoan và cuốn theo mùn khoan trở lên miệng lỗ khoan. Đầu dưới của ống dẫn nước phải hạ tới cách đáy lỗ khoan từ 10 cm đến 20 cm. Cũng có thể rửa (thối) bằng máy nén khí.

Trong đá chứa nước, nếu điều kiện cho phép có thể "rửa" bằng cách hút nước (hay mức nước) từ lỗ khoan.

2.4.1.2 Trong quá trình rửa lỗ khoan phải quan trắc lượng tiêu hao nước rửa, xác định rõ tỷ lệ phần trăm nước bị mất so với lượng nước đã dùng (mất từng phần hoặc toàn bộ).

2.4.1.3 Lỗ khoan được coi là rửa sạch khi nước trào lên miệng lỗ khoan không có mùn khoan.

### **2.4.2 Đoạn thí nghiệm**

2.4.2.1 Đoạn thí nghiệm phải tương đối đồng nhất về tính thấm nước và nằm hoàn toàn trong môi trường chứa nước hay không chứa nước (trừ trường hợp khi nghiên cứu các lớp kẹp đất đá, các đới tiếp xúc hay phá hủy kiến tạo...vv).

2.4.2.2 Chiều dài đoạn thí nghiệm cố gắng bằng nhau trong phạm vi nghiên cứu của cùng công trình nhằm so sánh đánh giá đúng đắn hơn mức độ thấm nước của đá ở các vị trí khác nhau.

Chiều dài đoạn thí nghiệm ép nước tiêu chuẩn là 5m. Trong trường hợp đá thấm nước quá yếu hay rất mạnh thì chiều dài đoạn thí nghiệm có thể thay đổi (tăng dài hay rút ngắn), nhưng trong bất kỳ trường hợp nào cũng phải đảm bảo:

- Chiều dài nhỏ nhất của đoạn thí nghiệm phải lớn hơn 5 lần bán kính lỗ khoan

- Khi đã giảm như vậy, nếu không nâng được áp lực cần thiết thì phải cung cấp nước tối đa theo khả năng có thể của phương tiện và quan trắc áp lực.
- Chiều dài lớn nhất của đoạn thí nghiệm không được lớn hơn 10 m.
- Khi có các khe nứt phát triển theo chiều dọc lỗ khoan, sau khi thí nghiệm đoạn thứ nhất, nên tiến hành phun xi măng cho đoạn đó, để khi thí nghiệm đoạn dưới, nước không dâng lên trên theo khe nứt.

**2.4.2.3** Đối với thân công trình bằng bê tông, đá xây, nếu có bề dày từ 5 m đến 10 m và lớn hơn nữa thì việc phân định chiều dài đoạn thí nghiệm như theo 2.4.2.2. Nếu bề dày công trình nhỏ hơn 5 m thì chiều dài đoạn thí nghiệm tối thiểu để có thể ép nước phải lớn hơn 1 m. Khi bề dày công trình nhỏ hơn 1 m phải dùng lỗ khoan đường kính nhỏ và bộ nút bít riêng, đồng thời phải đảm bảo yêu cầu của 2.4.2.2

**2.4.3** Đường kính lỗ khoan ở đoạn thí nghiệm ít ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm. Khi đường kính lỗ khoan nhỏ hơn 0,25 m thì không cần xét ảnh hưởng của đường kính lỗ khoan tới kết quả thí nghiệm.

**2.4.4** Nước dùng trong thí nghiệm không được chứa phù sa lơ lửng để tránh hiện tượng bít tắc thành lỗ khoan, có nhiệt độ tương đương với nhiệt độ của tầng chứa nước để tránh hiện tượng tách bọt khí...gây cản trở tính thấm nước trong môi trường nứt nẻ, lỗ rỗng. Nước có độ khoáng hóa không cao.

**2.4.5** Áp lực thí nghiệm ép nước phải đủ lớn để đảm bảo thu được các kết quả thí nghiệm đúng.

Khi thí nghiệm ép nước để nghiên cứu mức độ thấm của nền đá và thân công trình dùng áp lực tiêu chuẩn bằng 10m cột nước. Còn để nghiên cứu biến dạng thấm của môi trường sẽ dùng nhiều cấp áp lực, trong đó áp lực lớn nhất là 100 m cột nước (thí nghiệm Lugeon) hoặc với cột nước bằng 1,1 đến 1,5 lần (tùy cấp công trình) cột nước tác dụng tại công trình.

Khi thân công trình không chịu được áp lực tiêu chuẩn 10 m cột nước thì áp lực thí nghiệm ép nước phải được ấn định dựa vào trạng thái ứng suất – biến dạng của công trình, bề dày thân công trình.

### **3 Thiết bị và dụng cụ trong thí nghiệm ép nước**

#### **3.1 Máy bơm**

Là thiết bị chủ yếu để đưa nước vào hệ thống phân phối của bộ thiết bị dụng cụ thí nghiệm ép nước

Máy bơm thông dụng nhất là các máy bơm ly tâm vì nó tạo được áp lực đều. Năng suất của máy bơm được lựa chọn sao cho nước được bơm vào đoạn thí nghiệm với lưu lượng đủ để tạo áp lực đã quy định.



### **3.2 Dụng cụ đo lưu lượng**

Để đo lưu lượng nước trong thí nghiệm ép nước thường dùng lưu lượng kế (hay đồng hồ đo lưu lượng) kiểu cánh quạt dựa trên nguyên tắc xác định sự quy đổi số vòng quay của cánh quạt thành tổng lượng nước đi qua từ khi bắt đầu thí nghiệm, được kim chỉ trên mặt số của lưu lượng kế. Để tránh hư hỏng lưu lượng kế và giảm bớt sự hiệu chuẩn, khi sử dụng phải tuân thủ các điều kiện sau:

- Nước qua lưu lượng kế phải trong;
- Áp lực nước ổn định; không được thay đổi đột ngột để tránh hiện tượng nước va;
- Tránh va đập lưu lượng kế.

**3.3 Dụng cụ đo áp lực nước** đưa vào đoạn thí nghiệm ép nước thường dùng áp kế kiểu đồng hồ. Khi sử dụng phải đảm bảo chế độ làm việc của áp kế như sau:

- Khi áp lực không đổi hoặc thay đổi dần, áp lực đo trên áp kế không được vượt quá 2 phần 3 đầu thang chia trên áp kế;
- Khi áp lực dao động mạnh không được đo các áp lực quá nửa đầu thang chia trên áp kế;
- Khi áp lực thay đổi đều đặn, trong thời gian ngắn có thể đo các áp lực của toàn bộ thang chia trên áp kế;
- Không nên đo áp lực của một phần tư đầu thang chia trên áp kế vì khi đó sai số lớn hơn sai số cho phép theo độ chính xác của áp kế.

**3.4 Dụng cụ đo mực nước** trong lỗ khoan ép nước thường dùng loại ống dẹt âm hay dụng cụ đo điện, tùy theo độ sâu mực nước.

**3.5 Nút bít** để ngăn cách các đoạn thí nghiệm ép nước thông dụng là loại vòng cao su hay nút thủy lực (hay khí nén).

**3.5.1 Các vòng cao su** (hay còn gọi là "quả bo") làm nút bít là khối cầu bằng cao su có đường kính hơi nhỏ hơn đường kính lỗ khoan ở đoạn thí nghiệm. Khối cầu được đục một lỗ hình trụ có trục qua tâm khối cầu và có đường kính hơi lớn hơn đường kính ngoài của ống ép. Một bộ nút thường gồm 4 đến 8 vòng cao su, ngăn cách nhau bằng các vòng đệm kim loại cứng. Loại nút bít này bền, có thể dùng nhiều lần, dễ sử dụng, bảo quản đơn giản nên được sử dụng rộng rãi.

**3.5.2 Nút bít thủy lực hay khí nén** là một buồng kín hình trụ bằng kim loại gắn chặt lên cột ống ép. Mặt ngoài của nó làm bằng vật liệu dễ đàn hồi, thường là cao su. Khi bơm nước (hoặc chất khí) vào buồng, thành chất dẻo bị căng phồng và áp sát vào thành lỗ khoan. Loại nút này có ưu điểm: gọn nhẹ, dễ sử dụng, tháo lắp, nâng hạ đơn giản, không cần bộ kích cơ giới, rất thích hợp khi thí nghiệm phân đoạn từ dưới lên. Nhưng có nhược điểm là thành chất dẻo dễ bị hư hỏng, phải thường xuyên theo dõi áp lực trong buồng hút để kịp thời phát hiện hư hỏng của nó.

### 3.5.3 Các loại nút bít

- Nút đơn dùng cho sơ đồ thí nghiệm phân đoạn từ trên xuống hoặc dưới lên.
- Nút kép dùng cho sơ đồ phân đoạn thí nghiệm được giới hạn bằng nút ở hai đầu.

## 4 Tiến hành thí nghiệm ép nước

### 4.1 Công tác chuẩn bị

**4.1.1** Để tiến hành ép nước thí nghiệm vào lỗ khoan phải lập đề cương tổ chức thí nghiệm. Trong đề cương phải xác định cấu tạo lỗ khoan thí nghiệm, đường kính và chiều dài đoạn ép, số đoạn và chiều sâu đoạn ép, loại và nhãn hiệu máy bơm, áp kế, lưu lượng kế, các phương pháp và tần số đo lượng tiêu hao nước, phương pháp dẫn nước ra, nguồn cấp nước cho máy bơm, biện pháp cách ly đoạn ép.

**4.1.2** Trước khi đưa máy móc, thiết bị vào vị trí cần tổ chức hiện trường nhằm kiểm tra đường, nền đảm bảo an toàn cho người và thiết bị máy móc tập kết vào lỗ khoan thí nghiệm; lựa chọn phương án cấp nước và thoát nước để đảm bảo yêu cầu kỹ thuật và bảo vệ môi trường.

**4.1.3** Làm việc với chính quyền địa phương để đảm bảo sự an toàn, an ninh tài sản cho đơn vị thi công.

**4.1.4** Kiểm tra đảm bảo máy bơm phải hoạt động liên tục, ổn định và đạt yêu cầu bơm nước vào lỗ khoan. Nếu cần máy dự phòng phải cùng có tính năng tương tự.

Các dụng cụ đo áp lực, lưu lượng, mực nước cần phải đủ và phù hợp, sử dụng tốt.

**4.1.5** Để tránh mưa nắng, ở lỗ khoan phải bố trí nhà lưu động hay lều bạt, trong đó có kê bàn để vẽ các đồ thị và thực hiện các tính toán cần thiết.

**4.1.6** Nhân lực trong quá trình ép nước phải bố trí đủ năng lực làm liên tục 1 ngày 3 ca. Mỗi ca có ít nhất 1 kỹ thuật địa chất thủy văn – địa chất công trình.

**4.1.7** Tiến hành các công việc theo trình tự sau đây:

- Khoan đoạn lỗ khoan thí nghiệm, rồi rửa sạch lỗ khoan;
- Hạ ống chống (ống chèn) tới đáy lỗ khoan khi thành lỗ khoan kém ổn định;
- Đo độ sâu lỗ khoan;
- Múc hết nước trong lỗ khoan. Nếu đoạn thí nghiệm nằm trong tầng chứa nước thì mức đi khối lượng nước bằng 2 đến 3 lần thể tích nước có trong lỗ khoan.
- Quan trắc mực nước trong lỗ khoan để khẳng định đoạn thí nghiệm có nằm trong tầng chứa nước hay không.

## TCVN 9149:2012

Trường hợp mực nước hạ thấp dần thì đoạn thí nghiệm nằm trong tầng không chứa nước;

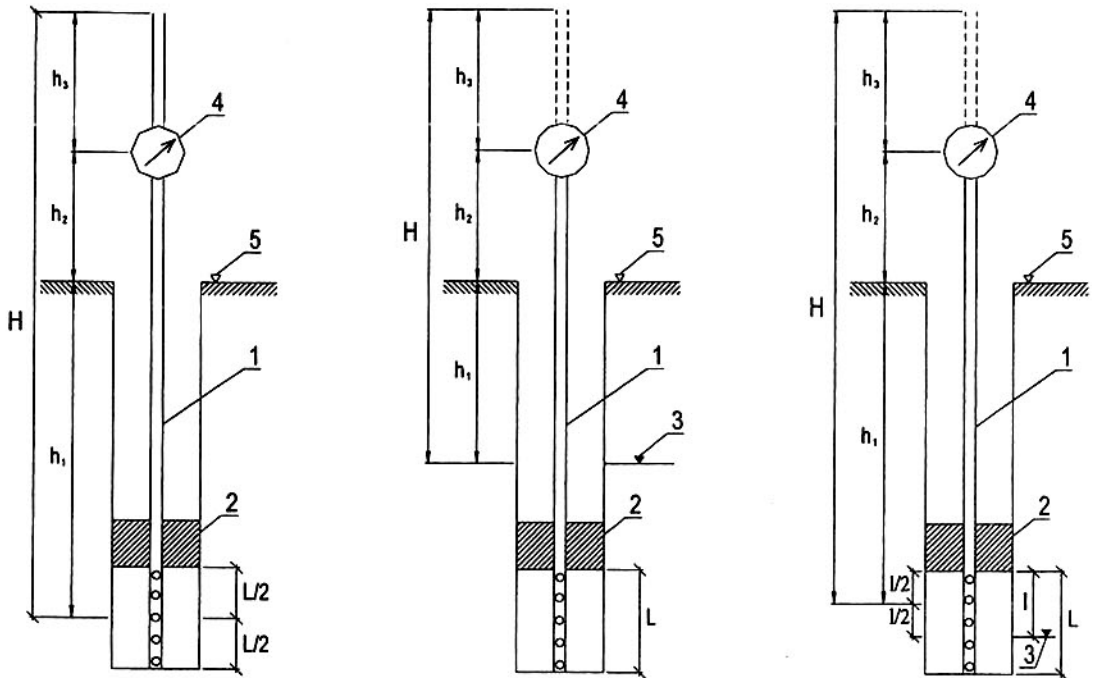
Trường hợp mực nước dâng cao dần thì đoạn thí nghiệm nằm trong tầng chứa nước. Khi đó quan trắc cho đến khi mực nước đạt ổn định, nghĩa là sau 3 đến 6 lần đo cách nhau 5 min một lần nếu mực nước chỉ thay đổi từ 1 cm đến 2 cm. Ghi chép số liệu quan trắc này vào sổ thí nghiệm.

- Lắp ráp bộ dụng cụ thí nghiệm. Hạ bộ nút vào lỗ khoan
- Kéo ống chống lên trong trường hợp có hạ ống chống tới đáy lỗ khoan;
- Kiểm tra sự kín nước của các khớp nối trên các ống ép, đường dẫn nước thuộc hệ thống phân phối nước.
- Xiết chặt bộ nút;
- Kiểm tra tính kín nước của bộ nút ở đoạn thí nghiệm bằng cách ép nước thử với áp lực cao nhất sẽ phải thực hiện cho đoạn thí nghiệm và kéo dài khoảng từ 10 min đến 15 min; đồng thời quan trắc nước trên bộ nút. Nếu đoạn nằm trong đá không chứa nước thì trên nút phải khô; nếu đoạn nằm trong đá chứa nước thì nước có thể rò rỉ yếu vào khoảng trống giữa ống trong và ống ngoài. Khi các điều kiện này được đảm bảo thì việc ngăn cách đoạn thí nghiệm coi là tốt;
- Đo lại mực nước trong lỗ khoan trước khi thí nghiệm ép nước và ghi số liệu vào sổ ép nước (chiều sâu mực nước dưới đất so với mặt đất – “điểm không”);
- Đo độ cao đồng hồ áp lực (áp kế) đến mặt đất – “điểm không” (nếu lỗ khoan đặt trên mặt đất) hoặc đến mực nước sông, suối (nếu lỗ khoan đặt trên mặt nước) và ghi số liệu vào sổ ép nước.
- Xác định trị số áp lực trên đồng hồ (áp kế) sao cho cột nước áp lực thực tế tác dụng lên đoạn thí nghiệm ứng với 10 m, 20 m, 30 m... 100 m cột nước (tương đương với 1, 2, 3... 10 kG/cm<sup>2</sup>)

### 4.1.8 Cột nước áp lực tác dụng lên đoạn thí nghiệm được xác định như sau (xem Hình 1)

- Khi đoạn thí nghiệm nằm trong đá không chứa nước, cột nước áp lực (H) được tính từ giữa đoạn thí nghiệm tới áp kế cộng thêm số chỉ áp lực trên áp kế (quy đổi ra mét cột nước) (Hình 1.a);
- Khi đoạn thí nghiệm nằm trong đá chứa nước, cột nước áp lực (H) được xác định từ mực nước ngầm ổn định tới áp kế, cộng thêm số chỉ áp lực trên áp kế (quy đổi ra mét cột nước) (Hình 1.b);
- Khi mực nước ngầm nằm trong đoạn thí nghiệm, cột nước áp lực (H) được tính từ giữa đoạn từ mực nước ngầm ổn định với nút trên của đoạn thí nghiệm tới áp kế, cộng với số chỉ áp lực trên áp kế (quy đổi ra mét cột nước) (Hình 1.c);

Trường hợp đoạn thí nghiệm trong lỗ khoan ở dưới nước (lòng suối, sông) thì cột nước áp lực (H) được tính từ mực nước sông (suối) tới áp kế, cộng thêm số chỉ áp lực trên áp kế (quy đổi ra mét cột nước).



**(a) đoạn thí nghiệm nằm  
trong đá không chứa nước**

**(b) đoạn thí nghiệm nằm  
trong đá chứa nước**

**(c) mực nước ngầm nằm  
trong đoạn thí nghiệm**

**CHÚ DẪN:**

- 1 Cột ống ép;                      4 Áp kế;  
2 Nút bít (cách ly);              5 "điểm không"-mặt đất.  
3 Mực nước dưới đất;  
trong đó:

H là cột nước áp lực tác dụng lên đoạn thí nghiệm, tính bằng mét (m);

$h_1$  là chiều sâu từ mặt đất (điểm không "0") đến mực nước ngầm hay giữa đoạn thí nghiệm..., tính bằng mét (m);

$h_2$  là độ cao áp kế, tính bằng mét (m);

$h_3$  là chỉ số trên áp kế, tính bằng mét (m);

L là chiều dài đoạn ép, tính bằng mét (m);

L là khoảng cách từ mực nước ngầm tới nút bít, tính bằng mét (m);

Trường hợp thí nghiệm ép nước dưới nước (sông, suối) thì cột nước thí nghiệm tác dụng lên đoạn thí nghiệm cũng tính theo công thức:

$$H = h_1 + h_2 + h_3$$

trong đó:

H là cột nước áp lực tác dụng lên đoạn thí nghiệm, tính bằng mét (m);

$h_1$  là cột nước từ bề mặt đặt máy khoan đến mực nước sông (suối), tính bằng mét (m);

$h_2$  là cột nước từ áp kế đến mặt bề ("điểm không" là miệng lỗ khoan nằm ngang mặt bề), tính bằng mét (m);

$h_1 + h_2$  là cột nước từ mực nước sông (suối) đến áp kế, tính bằng mét (m);

$h_3$  là chỉ số trên áp kế, tính bằng mét (m);

**Hình 1 – Sơ đồ xác định cột nước (H) tác dụng lên đoạn thí nghiệm ép nước**

**4.1.9** Trường hợp mực nước ngầm nằm sâu (đoạn thí nghiệm ép nước nằm trong đá không chứa nước) thì nên kết hợp tiến hành ép nước và đổ nước vào lỗ khoan.

## **4.2 Trình tự thí nghiệm ép nước**

**4.2.1** Công tác ép nước thí nghiệm phục vụ thiết kế công trình thủy lợi thường tiến hành theo chu trình hay Lugeon để nghiên cứu thấm và biến dạng thấm. Tùy theo phương pháp thí nghiệm ép nước theo chu trình hay Lugeon mà trình tự ép nước như sau:

- Ép nước theo chu trình được thực hiện theo các cấp áp lực. Cấp áp lực đầu tiên là 10 m cột nước. Cấp áp lực lớn nhất bằng 1,1 đến 1,5 lần (tùy cấp công trình) cột nước tác dụng tại công trình (xem 2.4.5). Giữa cấp áp lực nhỏ nhất, (đầu tiên) đến cấp áp lực lớn nhất phải có ít nhất 1 cấp áp lực. Sau đó tiến hành thí nghiệm trở lại với các cấp áp lực đã thực hiện. Ví dụ, các cấp áp lực tiến hành cho một đoạn thí nghiệm là 10 m, 30 m, 50 m, 30 m, 10 m cột nước hoặc 10 m, 20 m, 40 m, 60 m, 40 m, 20 m, 10 m cột nước.
- Ép nước thí nghiệm Logeon được thực hiện theo 3 cấp áp lực. Cấp áp lực đầu tiên là 10 m cột nước. Cấp áp lực thứ hai (lớn nhất) là 100 m cột nước. Sau đó thí nghiệm ép nước trở về cấp áp lực 10 m cột nước.

**4.2.2** Sau khi đã hoàn thành công tác chuẩn bị, bắt đầu tiến hành thí nghiệm bằng cách bơm nước vào đoạn thí nghiệm với lưu lượng vừa đủ để tạo áp lực đã quy định bằng cách điều chỉnh van áp kế. Lượng nước thừa được thải qua ống xả bằng van điều chỉnh.

**4.2.3** Luôn giữ áp lực không đổi trong suốt quá trình thí nghiệm đoạn ép nước.

**4.2.4** Trong suốt quá trình thí nghiệm, cùng với việc theo dõi áp lực không đổi, phải tiến hành quan trắc liên tục lượng nước tiêu hao vào đoạn thí nghiệm.

Thời lượng đo quy định như sau: 10 min đầu cứ 2 min đo 1 lần, 20 min tiếp cứ 5 min đo 1 lần, sau đó cứ 10 min đo 1 lần cho đến lượng nước tiêu hao ổn định và ghi chép các số liệu thu thập được vào sổ ép nước thí nghiệm.

### **4.2.5 Thời hạn kéo dài thí nghiệm**

Trừ trường hợp thí nghiệm áp lực cao nhất 100 m cột nước (theo Lugeon) có thời hạn kéo dài thí nghiệm khi lượng tiêu hao nước ổn định trong 10 min, còn ở các trường hợp khác thí nghiệm theo chu trình ở mỗi cấp áp lực, thời hạn kéo dài thí nghiệm phải đạt được khi lượng tiêu hao nước ổn định trong 30 min.

**4.2.6** Lưu lượng nước tiêu hao được coi là ổn định khi tỷ lệ phần trăm giữa hiệu số lưu lượng nước tiêu hao lớn nhất ( $Q_{max}$ ) và lưu lượng nước tiêu hao trung bình ( $Q_{tb}$ ) trên  $Q_{tb}$  của các lần đọc trong 30 min không quá 10 %.

$$\frac{(Q_{max} - Q_{tb})}{Q_{tb}} \times 100\% \leq 10\%$$

Khi các điều kiện đó được đảm bảo, thí nghiệm được coi là kết thúc với cấp áp lực đang xét và chuyển ngay sang thí nghiệm với các cấp áp lực khác.

**4.2.7** Sau khi kết thúc thí nghiệm 1 đoạn ép tiến hành đo mực nước sau khi ép. Sau 24 h đo mực nước tĩnh trong lỗ khoan.

**4.2.8** Các bước tiến hành thí nghiệm ép nước trên không phụ thuộc vào sơ đồ phân đoạn (từ trên xuống hay từ dưới lên) hoặc thí nghiệm tổng hợp. Trường hợp dùng nút đơn cho sơ đồ thí nghiệm phân đoạn từ dưới lên phải thêm bước lắp đoạn đã thí nghiệm và chờ vật liệu lấp đông cứng.

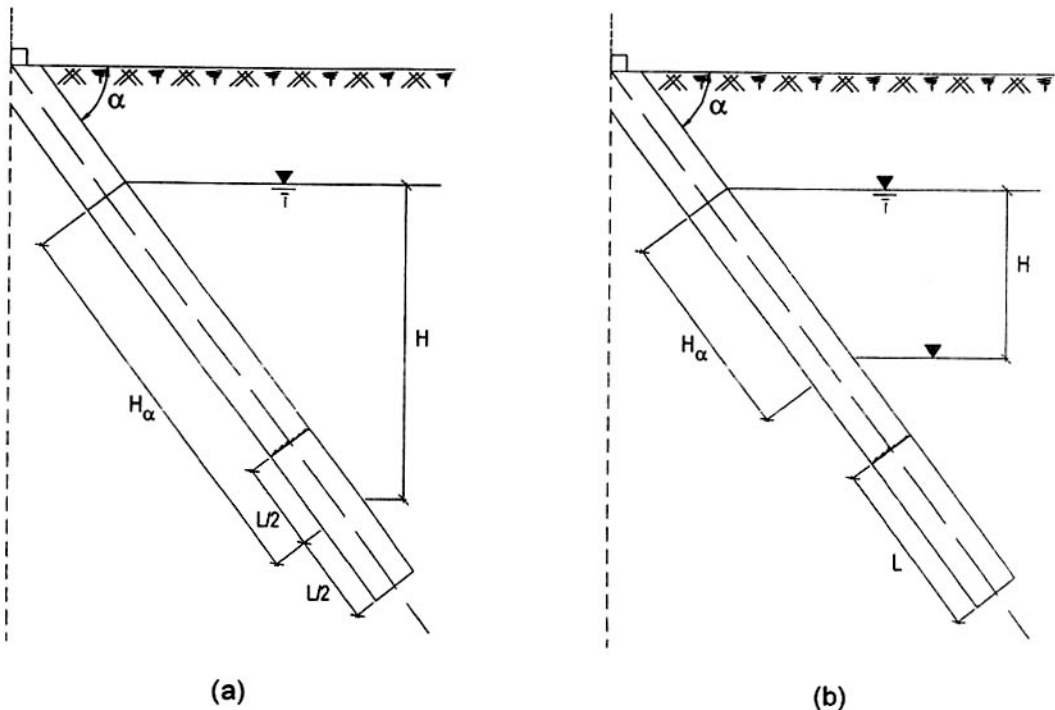
**4.2.9** Các thí nghiệm ép nước trong các hố khoan xiên để nghiên cứu tính thấm nước của các khe nứt, đứt gãy... cũng được tiến hành như đối với các lỗ khoan thẳng đứng. Trong trường hợp này, áp lực cột nước ở lỗ khoan xiên được xác định như sau:

$$H = H_0 \times \sin \alpha$$

trong đó

$H_0$  là cột nước tác dụng lên đoạn thí nghiệm ở lỗ khoan xiên

$H$  là độ chênh cao giữa mực nước khống chế khi thí nghiệm với mực nước ngầm ổn định (đoạn thí nghiệm trong tầng chứa nước) hoặc mực giữa đoạn thí nghiệm (khi đoạn nằm trong đá không chứa nước) (xem Hình 2).



(a) Trong đá không chứa nước

(b) Trong đá chứa nước

Hình 2 – Sơ đồ thí nghiệm ép nước trong lỗ khoan xiên

## **TCVN 9149:2012**

**4.2.10** Trong quá trình thí nghiệm ép nước, nếu vì nguyên nhân thiết bị (máy bơm hỏng, nút hờ, đường dẫn nước vỡ...) phải tạm ngừng thì phải tiến hành lại từ đầu thí nghiệm.

Nếu thấy nước rò rỉ lên mặt đất hay chảy sang các hố thăm dò, giếng xung quanh thì cần quan trắc lưu lượng, mực nước ở những vị trí đó. Trường hợp nếu đất ở trên đoạn thí nghiệm bị trôi, nứt... cần giảm áp lực thí nghiệm tới mức vừa đủ.

**4.2.11** Kết thúc thí nghiệm, thu dọn thiết bị dụng cụ, rút ống chống khỏi lỗ khoan, lấp lỗ khoan theo quy định và sau đó xây mố. Mặt bằng của mố ngang bằng với vị trí "điểm không" để định vị tọa độ lỗ khoan thí nghiệm.

## **5 Chính lý tài liệu thí nghiệm ép nước**

**5.1** Trong sổ thí nghiệm ép nước cần ghi đầy đủ các thông tin cho từng cấp áp lực trong một đoạn ép gồm:

- Vị trí lỗ khoan;
- Số hiệu đoạn ép nước;
- Ngày thí nghiệm;
- Chiều sâu đoạn ép: từ...đến...,m;
- Chiều dài đoạn ép...,m;
- Độ sâu thời điểm thí nghiệm:.....,m;
- Đường kính lỗ khoan của đoạn ép.....,m;
- Loại nút: đơn (hay kép). Đường kính nút.....,m;
- Máy bơm: nhãn hiệu, công suất.....l/min;
- Đồng hồ áp lực: nhãn hiệu, giá trị cực đại và khoảng chia;
- Dụng cụ đo lưu lượng;
- Dụng cụ đo mực nước ngầm;
- Độ cao đồng hồ áp lực so với mặt đất (Trường hợp lỗ khoan dưới nước đo độ cao đồng hồ so với miệng lỗ khoan - ngang mặt bè phao), m;
- Mực nước ngầm (từ mặt đất đến mặt nước ngầm) trước ép và sau ép (Trường hợp lỗ khoan dưới nước đo độ sâu của mực nước sông, suối so với miệng lỗ khoan ngang với mặt bè phao), m;
- Các số đọc lượng tiêu hao trước và sau tại thời điểm bắt đầu và kết thúc quan trắc đã quy định;
- Chỉ số đọc trên đồng hồ áp lực (áp kế).

5.2 Tất cả các số liệu trong sổ thí nghiệm ép nước được tổng hợp, chỉnh lý tính toán theo mẫu quy định tại Phụ lục A.

5.3 Tính toán lượng mất nước đơn vị  $q$  theo công thức:

$$q = \frac{Q}{L.H}, \text{ l/min.m.m}$$

trong đó:

$Q$  là lưu lượng nước ổn định, l/min;

$L$  là chiều dài đoạn thí nghiệm, tính bằng mét (m);

$H$  là áp lực thí nghiệm, m cột nước;

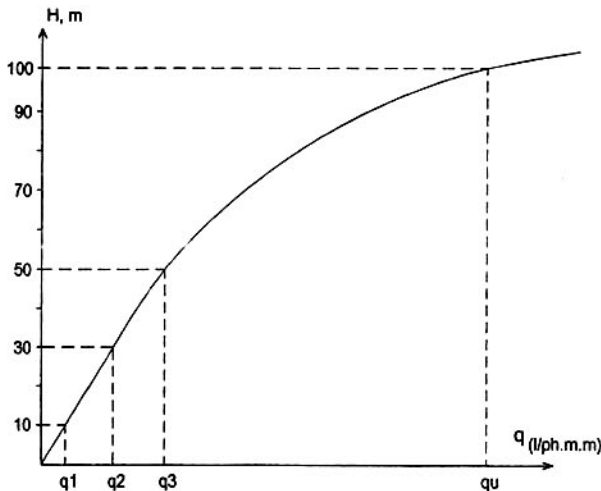
Các giá trị của  $q$  chỉ lấy hai số lẻ;

Các giá trị của  $q$  quá nhỏ chỉ ghi là  $q < 0,01$  l/min.m.m.

5.4 Lập các đồ thị quan hệ giữa lưu lượng nước tiêu hao với thời gian  $Q = f(t)$  và quan hệ giữa lưu lượng nước tiêu hao qua đoạn ép nước  $L$  với áp lực thí nghiệm  $Q_0 = f(H)$ , được quy định trong Phụ lục B.

$$Q_0 = \frac{Q}{L}, \text{ l/min.m}$$

5.5 Xác định trị số Lugeon cho đoạn thí nghiệm bằng cách lập đồ thị quan hệ giữa áp lực thí nghiệm  $H, m$  và lưu lượng mất nước đơn vị  $q, \text{ l/min.m.m}$  (Hình 3).



#### CHÚ DẪN:

$q_u$  là lượng mất nước trên 1 m đoạn thí nghiệm dưới áp lực 100 m cột nước (hay Lugeon), quy đổi đơn vị 1 l/min.m.m bằng 100 Lugeon (uL).

Hình 3 – Đồ thị xác định trị số Lugeon của đoạn thí nghiệm



## TCVN 9149:2012

### 5.6 Tính hệ số thấm K của đá

- Theo trị số Lugeon  $q_u$  của đoạn thí nghiệm (công thức gần đúng)

$$K = 1,3 \times 10^{-5} \times q_u$$

trong đó:

K là hệ số thấm, tính bằng m/ngày đêm;

$q_u$  là trị số Lugeon của đoạn thí nghiệm hay lượng mất nước trên 1 m đoạn thí nghiệm dưới áp lực 100 m cột nước, tính bằng Lugeon (uL).

- Theo lượng mất nước đơn vị  $q$  (l/min.m.m) của đoạn thí nghiệm nằm trong đá bão hòa nước:

+ Đối với đá magme (granit, diaba):  $K = 2,43 q^{0,921}$

+ Đối với đá trầm tích (cát kết, bột kết):  $K = 1,59 q^{0,841}$

+ Đối với đá Cacbonat (đá vôi, dolomit):  $K = 2,74 q^{0,908}$

trong đó

K là hệ số thấm, tính bằng m/ngày.đêm

Các công thức trên áp dụng trong khoảng giá trị hệ số thấm từ 0,01 m/ng.đ đến 10 m/ng.đ và lượng mất nước đơn vị từ 0,01 l/min.m.m đến 10 l/min.m.m.

**5.7** Dựa vào kết quả xác định lượng mất nước đơn vị trước và sau khi thí nghiệm ép nước có thể xác định được khả năng xảy ra biến dạng thấm: coi là xảy ra biến dạng thấm khi lượng mất nước đơn vị  $q$  trước và sau khi thí nghiệm với áp lực cao chênh nhau. Nếu lượng mất nước đơn vị tăng lên thì xảy ra xói rửa, ngược lại nếu giảm thì xảy ra ứ tắc.



## Phụ lục B

(Quy định)

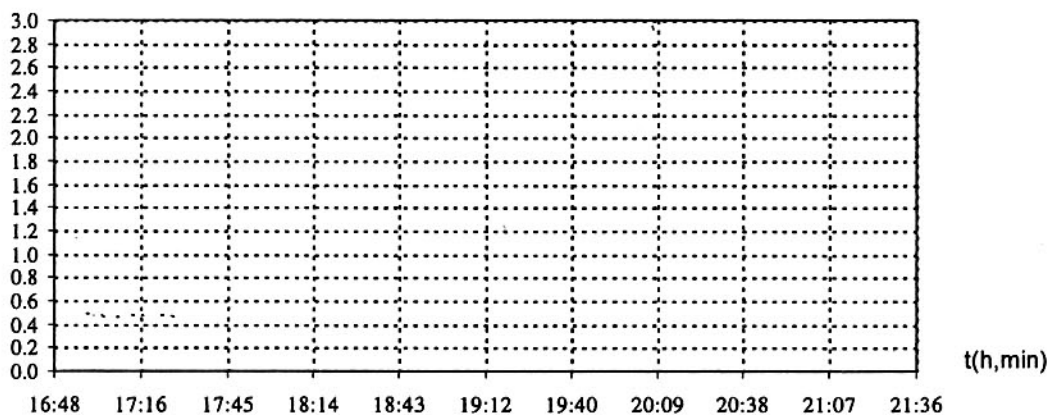
Các đồ thị quan hệ  $Q = f(t)$ ,  $Q_0 = f(H)$  và  $H = f(q)$ 

Logo	Tên cơ quan khảo sát	THÍ NGHIỆM ÉP NƯỚC LỖ KHOAN:
Công trình:		Ngày thí nghiệm:
Giai đoạn:		Đoạn ép số:
Vị trí:		Người thí nghiệm:
Cao độ lỗ khoan, m:		Người kiểm tra:

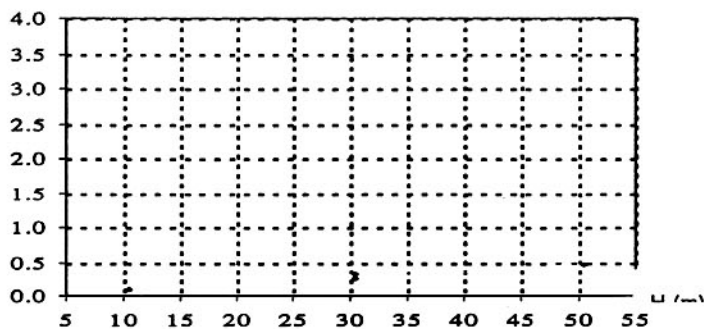
## ĐỒ THỊ THAY ĐỔI LƯU LƯỢNG TRONG THỜI GIAN ÉP NƯỚC

 $Q = f(t)$ 

Q (l/min)

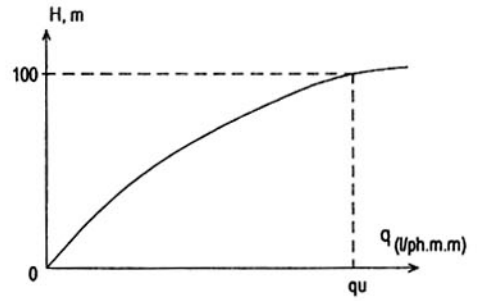
 $Q_0$  (l/ph.m)ĐỒ THỊ QUAN HỆ  $Q_0 = f(H)$ 

H, m	$Q_0$
10	0,10
30	0,15
50	0,23
70	0,29
100	0,350



ĐỒ THỊ XÁC ĐỊNH TRỊ SỐ LUGEON CỦA ĐOẠN THÍ NGHIỆM  $H=f(q)$ 

$$q_u = \frac{Q_0}{H} = \frac{0,350}{100}$$
$$= 0,035 \text{ l/min.m.m}$$
$$= 3,5 \text{ uL}$$



**Thư mục tài liệu tham khảo**

- [1] Quy trình xác định độ thấm của đá bằng phương pháp thí nghiệm ép nước vào lỗ khoan (14TCN83-91 của Bộ Thủy lợi phê duyệt và ban hành tại Quyết định số 304QĐ/TL ngày 15 tháng 05 năm 1991).
  - [2] Đất xây dựng công trình thủy lợi. Phương pháp xác định độ thấm nước của đất bằng cách đổ nước thí nghiệm trong hố đào và hố khoan. 14TCN 153: 2006.
-