

## Bê tông thủy công – Yêu cầu kỹ thuật

*Hydraulic concrete – Technical requirements*

### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu kỹ thuật đối với bê tông thủy công chế tạo bằng cốt liệu nặng (không bao gồm bê tông đầm lăn), dùng để xây dựng công trình thủy lợi, thủy điện (công trình thủy) và những công trình thường xuyên hoặc không thường xuyên tiếp xúc với nước.

### 2 Tiêu chuẩn viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi (nếu có).

TCVN 3118 *Bê tông nặng – Phương pháp xác định cường độ chịu nén.*

TCVN 3119 *Bê tông nặng – Phương pháp xác định cường độ chịu kéo khi uốn.*

TCVN 3120 *Bê tông nặng – Phương pháp xác định cường độ chịu kéo khi bẻ.*

TCVN 3993 *Chống ăn mòn trong xây dựng – Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép – Nguyên tắc cơ bản để thiết kế.*

TCVN 3994 *Chống ăn mòn trong xây dựng – Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép – Phân loại môi trường ăn mòn.*

TCVN 8219 *Hỗn hợp bê tông thủy công và bê tông thủy công – Phương pháp thử.*

### 3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ định nghĩa sau:

#### 3.1

**Bê tông thủy công** (*hydraulic concrete*)

Là hỗn hợp bê tông đã đông cứng

### 4 Phân loại bê tông thủy công

**4.1 Theo vị trí của bê tông thủy công so với mực nước**

- Bê tông thường xuyên nằm trong nước;
- Bê tông ở vùng mực nước thay đổi (khô ẩm liên tiếp);
- Bê tông ở trên khô (nằm trên vùng mực nước thay đổi);
- Bê tông của các kết cấu công trình thủy nằm ở trong đất dưới mực nước ngầm được coi là bê tông thường xuyên nằm dưới nước. Bê tông của các kết cấu công trình thủy nằm ở trong đất có mực nước ngầm thay đổi và bê tông định kỳ có nước tràn qua được coi như bê tông nằm ở vùng có mực nước thay đổi.

**4.2 Theo hình khối của kết cấu bê tông thủy công**

- Bê tông khối lớn là khối bê tông có kích thước lớn đến mức khi thi công nó người ta phải quan tâm đến vấn đề nhiệt, tránh hiện tượng nứt do nhiệt;
- Bê tông khối không lớn.

**4.3 Theo vị trí của bê tông trong công trình bê tông khối lớn**

- Bê tông mặt ngoài;
- Bê tông ở bên trong.

**4.4 Theo tình trạng chịu áp lực nước của bê tông thủy công**

- Bê tông chịu áp lực nước;
- Bê tông không chịu áp lực nước.

**5 Yêu cầu kỹ thuật của bê tông thủy công**

**5.1 Yêu cầu về cường độ**

5.1.1 Cường độ chịu nén được xác định trên mẫu chuẩn hình lập phương có kích thước 150 mm x 150 mm x 150 mm được bảo dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn, tính bằng megapascal theo TCVN 3118. Khi dùng mẫu có kích thước khác mẫu chuẩn, kết quả thử phải nhân với hệ số chuyển đổi  $\alpha$  ghi trong Bảng 1.

Bảng 1 - Hệ số chuyển đổi  $\alpha$ 

Kích thước của mẫu mm	Kích thước cho phép lớn nhất của hạt cốt liệu trong bê tông mm	Hệ số chuyển đổi $\alpha$
Mẫu lập phương (cạnh x cạnh x cạnh) 70,7 x 70,7 x 70,7	10 và nhỏ hơn	0,85
100 x 100 x 100	20	0,91
150 x 150 x 150	40	1,00
200 x 200 x 200	70	1,05
300 x 300 x 300	100	1,10
450 x 450 x 450	120, 150	1,36
Mẫu hình trụ (đường kính x chiều cao )	10 và nhỏ hơn	1,16
71,4 x 143	20	1,17
100 x 200	40	1,20
150 x 300	70	1,24
200 x 400		

Mác bê tông được xác định theo cường độ nén ở tuổi 28 ngày tính bằng megapascal. Đối với kết cấu công trình bê tông chịu lực ở tuổi dài ngày hơn, có thể xác định mác ở các tuổi 60, 90, 180 ngày..., tùy theo yêu cầu của cơ quan thiết kế và được cấp có thẩm quyền phê duyệt, được ghi trên bản vẽ thi công hoặc trong quy định kỹ thuật của dự án.

Mác bê tông thủy công được quy định như sau: M10, M15, M20, M25, M30, M35, M40, M45 v.v... và sau mác có thể ghi thêm tuổi xác định mác để trong ngoặc đơn, ví dụ M20 (28).

Cường độ chịu nén của bê tông ở tuổi  $t$  ngày được quy đổi về cường độ tuổi 28 ngày theo công thức sau:

$$R_{28} = \frac{R_t}{k}$$

trong đó:

$R_{28}, R_t$  Là cường độ bê tông ở tuổi 28 và  $t$  ngày, tính bằng megapascal;

$k$  Là hệ số quy đổi được xác định sơ bộ lấy theo Bảng 2.

**Bảng 2 - Hệ số quy đổi cường độ chịu nén của bê tông ở các tuổi về cường độ nén ở tuổi 28 ngày,  $k_t$ .**

Tuổi bê tông, ngày	3	7	14	21	28	60	90	180
$k$	0,50	0,70	0,83	0,92	1,00	1,10	1,15	1,2

CHÚ THÍCH:

- Hệ số  $k_t$  của bảng này áp dụng cho bê tông không pha phụ gia trong điều kiện nhiệt độ không khí  $T > 20^\circ\text{C}$ ;
- $k$  ở tuổi 3, 7 ngày lấy tương ứng bằng 0,45 và 0,65 khi nhiệt độ không khí  $T$  từ  $15^\circ\text{C}$  đến  $20^\circ\text{C}$ ;
- $k$  ở tuổi 3, 7 ngày lấy tương ứng bằng 0,40 và 0,60 khi nhiệt độ không khí  $T$  từ  $10^\circ\text{C}$  đến  $15^\circ\text{C}$ ;

4) ở các tuổi nằm giữa các tuổi được ghi trong bảng, thì kt được xác định bằng phương pháp nội suy.

5) Khi pha phụ gia vào bê tông, thì hệ số k được xác định bằng thực nghiệm

Các hệ số trong bảng chỉ là sơ bộ, phục vụ cho tính toán cấp phối bê tông. Giá trị chính xác cần được xác định thông qua thí nghiệm.

**5.1.2** Cường độ chịu kéo khi uốn (cường độ chịu uốn) được xác định trên mẫu chuẩn hình dầm có kích thước 150 mm x 150 mm x 600 mm và được tính bằng megapascal theo TCVN 3119. Khi dùng các vật liệu thông thường, tương quan giữa cường độ chịu nén và cường độ chịu uốn của bê tông có thể tham khảo số liệu trong Bảng 3. Khi cần xác định chính xác cường độ chịu uốn, phải thí nghiệm trên mẫu bê tông theo phương pháp tiêu chuẩn TCVN 3119.

**Bảng 3 - Tương quan giữa cường độ chịu nén và cường độ chịu uốn**

Cường độ chịu nén/Cường độ chịu uốn						
15/2,5	20/3,0	25/3,5	30/4,5	35/4,5	40/5,0	50/5,5

Khi dùng mẫu có kích thước không chuẩn để thí nghiệm uốn, kết quả thử phải nhân với hệ số chuyển đổi  $\beta$  ghi trong Bảng 4.

**Bảng 4 - Hệ số chuyển đổi  $\beta$**

Kích thước của mẫu dầm mm	Kích thước cho phép lớn nhất của hạt cốt liệu trong bê tông mm	Hệ số chuyển đổi $\beta$
100 x 100 x 400	10 và 20	1,05
150 x 150 x 600	40	1,00
200 x 200 x 800	70	0,95

**5.1.3** Cường độ chịu kéo khi bừa của bê tông được xác định trên mẫu hình trụ hoặc mẫu lập phương 150 mm x 150 mm x 150 mm, tính bằng megapascal theo TCVN 3120.

## **5.2 Yêu cầu về độ bền của bê tông thủy công khi tiếp xúc với nước**

**5.2.1** Bê tông nằm ở dưới nước, bê tông ở vùng mực nước thay đổi, cũng như bê tông ở dưới đất chịu tác dụng của nước ngầm phải có tính bền, chống được tác dụng ăn mòn của môi trường nước xung quanh.

**5.2.2** Việc xác định tính chất ăn mòn của môi trường nước đối với bê tông thủy công, việc lựa chọn xi măng dùng cho bê tông cũng như việc sử dụng các biện pháp chống ăn mòn bê tông được tiến hành theo các tiêu chuẩn về ăn mòn bê tông và bê tông cốt thép TCVN 3993 và TCVN 3994.

5.2.3 Đối với bê tông nằm trong môi trường biển phải tuân thủ tiêu chuẩn về bê tông và bê tông cốt thép vùng biển.

### 5.3 Yêu cầu về độ chống thấm nước của bê tông thủy công

5.3.1 Độ chống thấm nước của bê tông thủy công được xác định bằng áp lực nước tối đa tác dụng lên tổ mẫu (gồm 6 mẫu) ở tuổi 28 ngày, mà 4 trong 6 mẫu vẫn chưa bị thấm theo TCVN 3116. Khi công trình hoặc kết cấu công trình chịu áp lực nước thiết kế ở tuổi dài ngày hơn, thì xác định độ chống thấm của bê tông ở tuổi đó (ví dụ ở các tuổi 60, 90 hoặc 180 ngày) theo yêu cầu của cơ quan thiết kế. Nếu xác định độ chống thấm ở tuổi sớm để quy đổi ra tuổi dài ngày, phải có luận chứng tin cậy và được sự đồng ý của cấp có thẩm quyền.

5.3.2 Độ chống thấm nước của bê tông thủy công được đặc trưng bởi mức chống thấm (ký hiệu là W) và được phân cấp như trong Bảng 5.

**Bảng 5 - Quy định mức chống thấm của bê tông thủy công**

Mức chống thấm	Áp lực nước tối đa daN/cm <sup>2</sup>
W-2	≥ 2
W-4	≥ 4
W -6	≥ 6
W-8	≥ 8
W-10	≥ 10
W-12	≥ 12

CHÚ THÍCH: Độ thấm nước của bê tông thủy công được biểu thị bằng hệ số thấm kt, cm/s. Hệ số thấm kt được xác định theo TCVN 8219 : 2009. Tùy theo quy định kỹ thuật của từng dự án mà chọn chỉ tiêu độ chống thấm hoặc hệ số thấm nước của bê tông để dùng trong thiết kế công trình.

5.3.3 Mức chống thấm của bê tông thủy công ở dưới nước và ở vùng mực nước thay đổi được xác định theo đặc điểm của kết cấu và cột nước tác dụng lớn nhất lên kết cấu công trình như trong Bảng 6.

**Bảng 6 - Mác chống thấm của bê tông thủy công  
nằm ở dưới nước và ở vùng mực nước thay đổi**

Tỉ số giữa cột nước tác dụng lớn nhất và bề dày lớp bên ngoài của kết cấu (gradien)	Mác chống thấm
Nhỏ hơn 5	W-4
Từ 5 đến 10	W-6
Lớn hơn 10	W-8

**CHÚ THÍCH:**

1) Lớp bên ngoài kết cấu được quy định là lớp có chiều dày không lớn hơn 2 m (tùy theo điều kiện về yêu cầu chống thấm và công nghệ thi công bê tông).

2) Mác chống thấm hoặc hệ số thấm của bê tông trong các kết cấu công trình thủy công được quy định theo thiết kế.

Tương quan giữa cường độ chịu nén và mác chống thấm nước của bê tông có thể tham khảo Bảng 7.

**Bảng 7 - Tương quan giữa cường độ chịu nén và mác chống thấm nước của bê tông**

Rn (Mpa)	15	20	25	30	35	40	50 đến 60
W	2	4	6	8	10	12	>12

## Hỗn hợp bê tông thủy công và bê tông thủy công – Phương pháp thử

*Hydraulic concrete mixture hydraulic concrete – Test method*

### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định việc lấy mẫu và các phương pháp thử hỗn hợp bê tông thủy công và bê tông thủy công chế tạo bằng cốt liệu nặng (không bao gồm hỗn hợp bê tông đầm lăn và bê tông đầm lăn) dùng để xây dựng công trình thủy lợi, thủy điện (công trình thủy) và những công trình thường xuyên hoặc không thường xuyên tiếp xúc với nước.

### 2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi (nếu có).

TCVN 3105 Hỗn hợp bê tông nặng và bê tông nặng – Lấy mẫu, chế tạo và bảo quản mẫu thử.

TCVN 3106 Hỗn hợp bê tông – Phương pháp xác định độ sụt.

TCVN 3107 Hỗn hợp bê tông nặng – Phương pháp Vebe xác định độ cứng.

TCVN 3108 Hỗn hợp bê tông nặng – Phương pháp xác định khối lượng thể tích.

TCVN 3109 Hỗn hợp bê tông nặng – Phương pháp xác định độ tách vữa và độ tách nước.

TCVN 3110 Hỗn hợp bê tông nặng – Phương pháp phân tích thành phần.

TCVN 3111 Hỗn hợp bê tông nặng – Phương pháp xác định hàm lượng bọt khí.

TCVN 3112 Bê tông nặng – Phương pháp thử xác định khối lượng riêng.

TCVN 3113 Bê tông nặng – Phương pháp xác định độ hút nước.

TCVN 3115 Bê tông nặng – Phương pháp xác định khối lượng thể tích.

TCVN 3116 Bê tông nặng – Phương pháp xác định độ chống thấm nước.

## **TCVN 8219 : 2009**

TCVN 3117 *Bê tông nặng – Phương pháp xác định độ co.*

TCVN 3118 *Bê tông nặng – Phương pháp xác định cường độ chịu nén.*

TCVN 3119 *Bê tông nặng – Phương pháp xác định cường độ chịu kéo khi uốn.*

TCVN 3120 *Bê tông nặng – Phương pháp xác định cường độ chịu kéo khi bẻ.*

TCVN 5726 *Bê tông nặng – Phương pháp xác định mô đun đàn hồi khi nén tĩnh.*

### **3 Phương pháp thử**

#### **3.1 Phương pháp lấy mẫu, chế tạo và bảo quản mẫu thử hỗn hợp bê tông thủy công**

Theo tiêu chuẩn TCVN 3105.

#### **3.3 Phương pháp xác định độ sụt của hỗn hợp bê tông thủy công**

Theo tiêu chuẩn TCVN 3106.

#### **3.3 Phương pháp xác định độ cứng Vebe của hỗn hợp bê tông thủy công**

Theo tiêu chuẩn TCVN 3107.

#### **3.4 Phương pháp xác định khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông thủy công**

Theo tiêu chuẩn TCVN 3108.

#### **3.5 Phương pháp xác định độ tách vữa tách nước của hỗn hợp bê tông thủy công**

Theo tiêu chuẩn TCVN 3109.

#### **3.6 Phương pháp phân tích thành phần hỗn hợp bê tông thủy công**

Theo tiêu chuẩn TCVN 3110.

#### **3.7 Phương pháp xác định hàm lượng bọt khí trong hỗn hợp bê tông thủy công**

Theo tiêu chuẩn TCVN 3111.

#### **3.8 Phương pháp xác định khối lượng riêng của bê tông thủy công**

Theo tiêu chuẩn TCVN 3112.

#### **3.9 Phương pháp xác định độ hút nước của bê tông thủy công**

Theo tiêu chuẩn TCVN 3113.

#### **3.10 Phương pháp xác định khối lượng thể tích của bê tông thủy công**

Theo tiêu chuẩn TCVN 3115.



**3.11 Phương pháp xác định độ chống thấm nước của bê tông thủy công**

Theo tiêu chuẩn TCVN 3116.

**3.12 Phương pháp xác định độ co của bê tông thủy công**

Theo tiêu chuẩn TCVN 3117.

**3.13 Phương pháp xác định cường độ chịu nén của bê tông thủy công**

Theo tiêu chuẩn TCVN 3118.

**3.14 Phương pháp xác định cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông thủy công**

Theo tiêu chuẩn TCVN 3119.

**3.15 Phương pháp xác định mô đun đàn hồi khi nén tĩnh của bê tông thủy công**

Theo tiêu chuẩn TCVN 5726.

**3.16 Phương pháp xác định cường độ chịu kéo khi bừa**

Theo tiêu chuẩn TCVN 3120.

**3.17 Phương pháp xác định hệ số thấm nước của bê tông thủy công****3.17.1 Quy định chung**

Hệ số thấm nước của bê tông: là thể tích nước thấm qua một khối bê tông có diện tích bề mặt bằng  $1 \text{ m}^2$  (hoặc  $1 \text{ cm}^2$ ), chiều dày bằng  $1 \text{ m}$  (hoặc  $1 \text{ cm}$ ) trong thời gian 1 giờ (hoặc 1 s), khi độ chênh lệch áp suất thủy tĩnh ở hai bề mặt khối bê tông bằng  $1 \text{ m}$  (hoặc  $1 \text{ cm}$ ) cột nước. Đơn vị của hệ số thấm nước là đơn vị vận tốc tính bằng m/h (hoặc cm/s). Hệ số thấm nước của bê tông được xác định trên các loại mẫu sau đây, tùy thuộc vào điều kiện của công trình:

- Mẫu ở trạng thái bão hòa nước, khi bê tông tiếp xúc với nước thường xuyên;
- Mẫu trạng thái độ ẩm cân bằng, khi bê tông làm việc ở môi trường không khí ẩm, cũng như khô ẩm liên tiếp.

**3.17.2 Thiết bị thử**

Máy tự động đo độ thấm nước của bê tông kiểu C430 (hoặc C431) của hãng Matest (Italia) có các thông số sau đây:

- Áp lực điều chỉnh được từ  $0 \text{ daN/cm}^2$  đến  $30 \text{ daN/cm}^2$  đối với máy kiểu C430 (từ  $0 \text{ daN/cm}^2$  đến  $20 \text{ daN/cm}^2$  đối với máy kiểu C431).

## TCVN 8219 : 2009

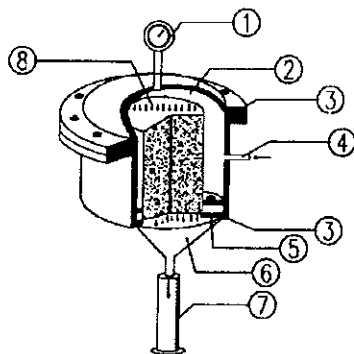
- Có bốn khoang chứa mẫu để thí nghiệm cùng một lúc bốn mẫu thử hình lập phương 15 cm x 15 cm x 15 cm hoặc hình trụ có đường kính tối đa bằng 16 cm.
- Dùng điện một pha 220 V, 50 Hz.

Thiết bị thí nghiệm thấm chuyên dụng đó có các khoang thử được lắp khuôn và mẫu thử như Hình 1.

- Có thể dùng các máy thí nghiệm thấm khác của các nước khác với số lượng và kích thước mẫu thử nghiệm qui định.

Yêu cầu cơ bản đối với thiết bị thử thấm như sau:

- Cấu trúc của khoang thử và khuôn phải đảm bảo, sao cho có thể kiểm tra được độ kín khít giữa khuôn và mẫu thử;
- Đảm bảo thu được và đo được lượng nước thấm qua mẫu và không để nước thu được bị bay hơi;
- Nước dùng trong thiết bị phải được loại bỏ trước các chất khí hòa tan bằng cách đun sôi và không chứa các chất ăn mòn.



### CHÚ THÍCH:

1. ĐỒNG HỒ ÁP LỰC 0-3MPa
2. BUỒNG ÁP SUẤT
3. GIƯỜNG CAO SU
4. ỐNG CẤP NƯỚC ÁP LỰC
5. BỘ PHẬN KẸP MẪU
6. PHIẾU HỨNG NƯỚC
7. BÌNH ĐỒNG
8. MẪU BÊ TÔNG THÍ NGHIỆM ĐÃ SƠN CHỐNG THẤM EPOXY

Hình 1 – Sơ đồ lắp mẫu trong khuôn để thí nghiệm hệ số thấm

### 3.17.3 Chế tạo mẫu

- Hệ số thấm của bê tông thủy công được thí nghiệm trên mẫu đúc hoặc khoan từ kết cấu công trình.

Mẫu đúc hình lập phương hoặc hình trụ có kích thước cạnh và đường kính quy định. Cạnh của mẫu lập phương và chiều cao của mẫu hình trụ tùy thuộc vào đường kính lớn nhất của hạt cốt liệu như trong Bảng 1.

**Bảng 1 – Kích thước quy định của mẫu thí nghiệm hệ số thấm của bê tông thủy công**

Kích thước lớn nhất của hạt cốt liệu, D <sub>max</sub>	Chiều cao (mẫu hình trụ) hoặc cạnh (của mẫu hình lập phương)
mm	mm
20	100
40	150

- Mẫu khoan cũng có kích thước như mẫu đúc hình trụ, tùy thuộc vào kích thước của kết cấu và độ lớn của hạt cốt liệu;
- Việc đúc mẫu dùng cho thí nghiệm hệ số thấm của bê tông thủy công được tiến hành theo TCVN 3105;
- Sau khi đúc, mẫu để trong khuôn bảo dưỡng hai ngày đêm trong môi trường ẩm ướt (phủ bao tải ướt) ở nhiệt độ  $(27 \pm 2) ^\circ\text{C}$ . Sau đó tháo khuôn và bảo dưỡng chuẩn cho đến tuổi thí nghiệm quy định trong thiết kế;
- Khi tháo khuôn, nếu thấy trên mặt mẫu xuất hiện các vết nứt rộng hơn 0,1 mm và những vết rỗ lớn hơn 5 mm hoặc các hiện tượng kém đặc chắc thì phải loại bỏ. Khi có hai mẫu có hiện tượng trên thì phải loại bỏ cả nhóm mẫu và đúc lại;
- Tùy theo điều kiện thí nghiệm yêu cầu, ở trạng thái độ ẩm cân bằng hay bão hòa nước, mà mẫu thí nghiệm sau khi kết thúc giai đoạn bảo dưỡng phải giữ trong không khí của phòng thí nghiệm hoặc trong nước cho đến khi hai lần cân mẫu cách nhau một ngày đêm cho khối lượng mẫu thay đổi không quá 0,1 %;
- Trước khi làm thí nghiệm cần phải loại bỏ màng xi măng trên mặt mẫu bằng bàn chải sắt hoặc dụng cụ khác.

#### 3.17.4 Cách tiến hành

Thí nghiệm xác định hệ số thấm nước của bê tông tiến hành theo các bước sau đây:

1. Quét epoxy dạng lỏng trên mặt bên của mẫu;
2. Lắp mẫu vào khoang thử (theo hướng dẫn của từng loại máy);
3. Kiểm tra độ kín khít của các khe tiếp giáp và khuyết tật trên cạnh bên của mẫu thử bằng cách ép không khí qua mẫu với áp lực bằng 1 daN/cm<sup>2</sup> đến 3 daN/cm<sup>2</sup>;
4. Tiến hành ép nước lên mặt mẫu; khi nước thấm qua mặt bên kia của mẫu được thu vào ống đong, không để nước bay hơi;

5. Việc tăng áp lực nước được tiến hành theo từng cấp và giữ cấp áp lực đó trong một thời gian quy định;
6. Trong trường hợp không quy định áp lực thử, thí nghiệm ép nước được tiến hành theo chế độ sau đây: giữ mẫu ở áp lực 1 daN/cm<sup>2</sup> trong 1 h, sau đó cứ 1 h lại tăng áp lực 1 daN/cm<sup>2</sup>. Khi xuất hiện nước thấm thì giữ nguyên áp lực đó cho đến khi đạt được dòng chảy ổn định, thì xác định lượng nước thấm theo phương pháp trọng lượng hoặc thể tích và tính hệ số thấm nước ở áp lực đã đạt được.
- Trong trường hợp quy định áp lực thử  $P_t$  (thường không nhỏ hơn 13 daN/cm<sup>2</sup>), thì tăng áp lực không ít hơn năm cấp để đạt được áp lực thử đó và mỗi cấp áp lực không lớn hơn 0,2  $P_t$ . Sau khi đạt được áp lực thử, thì không tăng áp lực nữa và tiến hành đo lượng nước thấm.
7. Việc đo lượng nước thấm qua mẫu bê tông được tiến hành không ít hơn sáu lần.
8. Đối với mẫu có độ ẩm cân bằng, việc đo tiến hành sau từng 30 min. Đối với mẫu bão hòa nước, việc đo tiến hành sau từng khoảng thời gian mà lượng nước thấm không ít hơn 1 cm<sup>3</sup>.
9. Khi xác định lượng nước thấm qua mẫu có độ ẩm cân bằng, lần đo đầu tiên không sớm hơn 1 h sau khi bắt đầu thấm với điều kiện là giá số của ba lần đo liên tiếp không vượt quá 20 %.
10. Khi xác định lượng nước thấm qua mẫu có độ ẩm bão hòa, việc đo được tiến hành sau khi xác lập được dòng thấm ổn định không sớm hơn bốn ngày đêm sau khi bắt đầu thấm. Dòng chảy được coi là ổn định khi bốn lần đo liên tiếp không khác nhau quá 20 %.
11. Sau khi xác định lượng nước thấm sáu lần hoặc nhiều hơn cho từng mẫu thử, tính trị số bình quân của năm giá trị đo lớn nhất.

### 3.17.5 Tính kết quả

Hệ số thấm nước của từng mẫu bê tông  $k_t$  được xác định bằng cm/s the công thức:

$$k_t = \eta \frac{Q\delta}{S\tau\Delta P}$$

trong đó

- Q là lượng nước thấm, tính bằng centimét khối;
- $\delta$  là chiều dày của mẫu, tính bằng centimét;
- $\eta$  là hệ số xét đến độ nhớt của nước phụ thuộc vào nhiệt độ;
- S là diện tích của mẫu, tính bằng centimét vuông;
- $\tau$  là thời gian nước thấm qua mẫu, tính bằng giây;

$\Delta P = P_1 - P_2$  là hiệu số áp lực nước ở đầu vào và đầu ra của mẫu, biểu thị bằng centimét cột nước. Trị số  $P_1$  được lấy bằng áp suất được biểu thị trên đồng hồ của thiết bị, trị số  $P_2$  được coi bằng 0 khi nước chảy ra một cách tự do khỏi mặt mẫu;

Tùy thuộc vào nhiệt độ của nước, hệ số  $\eta$  được lấy theo Bảng 2.

**Bảng 2 – Hệ số  $\eta$  theo nhiệt độ của nước**

Nhiệt độ của nước °C	5	10	15	20	25	30
Hệ số $\eta$	1,50	1,30	1,13	1,00	0,89	0,80

Khi thí nghiệm hệ số thấm của mẫu bê tông khoan từ kết cấu hoặc mẫu đúc có đường kính khác 150 mm, thì kết quả phải nhân với hệ số chuyển đổi  $\alpha$  được quy định trong bảng 3.

**Bảng 3 – Hệ số chuyển đổi  $\alpha$**

Đường kính mẫu mm	150	130	120	100	80	50
Hệ số $\alpha$	1,0	1,1	1,4	1,8	2,5	5,5

Hệ số thấm nước của bê tông là giá trị trung bình cộng của các hệ số thấm tính được của các mẫu bê tông trong nhóm mẫu làm thí nghiệm.

CHÚ THÍCH: Khi thí nghiệm trên các máy khác nhau, thì quy trình thí nghiệm cần tuân theo chỉ dẫn của nhà sản xuất ra máy đó.