

TCVN 3112:2022

Xuất bản lần 3

**BÊ TÔNG - PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH
KHỐI LƯỢNG RIÊNG VÀ ĐỘ RỖNG**

Hardened concrete - Test method for absolute density and porosity

HÀ NỘI - 2022

Mục lục

Trang

Lời nói đầu.....	4
1 Phạm vi áp dụng.....	5
2 Tài liệu viện dẫn.....	5
3 Thuật ngữ, định nghĩa.....	5
4 Thiết bị, dụng cụ và vật liệu thử.....	6
5 Xác định khối lượng riêng.....	6
6 Xác định độ rỗng.....	8
7 Báo cáo thử nghiệm.....	8
Phụ lục A (tham khảo) Bình pycnometer 100 mL.....	10
Phụ lục B (quy định) Phương pháp xác định khối lượng riêng sử dụng bình Le Chatelier.....	12
Phụ lục C (quy định) Phương pháp xác định chỉ số rỗng của bê tông theo động học quá trình hút nước.....	14

Lời nói đầu

TCVN 3112:2022 thay thế TCVN 3112:1993.

TCVN 3112:2022 được xây dựng trên cơ sở tham khảo GOST 12730.0-2020, Concretes - General requirements for methods of determination of density, moisture content, water absorptions porosity and watertightness, GOST 12730.1-2020, Concretes - Methods of determination of density và GOST 12730.4-2020, Concretes - Methods of determination of porosity parameters.

TCVN 3112:2022 do Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bê tông - Phương pháp xác định khối lượng riêng và độ rỗng

Hardened concrete - Test method for absolute density and porosity

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp xác định khối lượng riêng sử dụng bình pycnometer và độ rỗng của bê tông dựa trên khối lượng thể tích, độ hút nước và độ ẩm.

Phương pháp xác định khối lượng riêng sử dụng bình Le Chatelier được trình bày tại Phụ lục B.

2 Tài liệu viện dẫn

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

TCVN 3105:2022, *Hỗn hợp bê tông và bê tông - Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử.*

TCVN 3113:2022, *Bê tông - Phương pháp xác định độ hút nước.*

TCVN 3115:2022, *Bê tông - Phương pháp xác định khối lượng thể tích.*

3 Thuật ngữ, định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

3.1

Khối lượng riêng (absolute density)

Tỷ lệ khối lượng bê tông trên thể tích thực của nó (không có các lỗ rỗng).

3.2

Khối lượng thể tích (density)

Tỷ lệ khối lượng bê tông trên tổng thể tích của nó (bao gồm các lỗ rỗng).

3.3

Thể tích thực (true volume)

Thể tích pha rắn của bê tông.

3.4

TCVN 3112:2022

Độ rỗng toàn phần (total porosity)

Độ rỗng toàn phần là tỉ lệ thể tích các lỗ rỗng có trong bê tông trên tổng thể tích của nó.

3.5

Độ rỗng mao quản hở (open capillary porosity)

Tỷ lệ thể tích lỗ rỗng trong bê tông mà nước có thể chiếm chỗ khi bão hòa nước trên thể tích của nó.

3.6

Độ rỗng mao quản kín (close capillary porosity)

Tỷ lệ thể tích lỗ rỗng trong bê tông mà nước không thể chiếm chỗ khi bão hòa nước trên thể tích của nó.

4 Thiết bị, dụng cụ và vật liệu thử

4.1 Bình pycnometer có dung tích 100 mL (xem Phụ lục A);

4.2 Cân có khả năng cân phù hợp và độ chính xác không lớn hơn 0,01 g;

4.3 Tủ sấy có bộ phận điều chỉnh nhiệt độ, có khả năng sấy ở nhiệt độ (105 ± 5) °C;

4.4 Máy nghiền thô (hoặc thiết bị phù hợp) có thể đập hay nghiền mẫu đến cỡ hạt nhỏ hơn 1,25 mm;

4.5 Máy nghiền mịn có khả năng nghiền mẫu đến cỡ hạt nhỏ hơn 0,125 mm;

4.6 Bếp đun cách thủy (cách cát);

4.7 Sàng có kích thước 5,0 mm; 1,25 mm và 0,125 mm;

4.8 Bình hút ẩm;

4.9 Axít H₂SO₄ đậm đặc; CaCl₂ khan;

4.10 Nước cất.

5 Xác định khối lượng riêng

5.1 Lấy mẫu và chuẩn bị mẫu thử

Mẫu thử khối lượng riêng của bê tông được lấy theo quy định tại Bảng 1.

Bảng 1 - Quy định mẫu thử khối lượng riêng của bê tông

Kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu, mm	Thể tích nhỏ nhất của mẫu, cm ³
20 hoặc nhỏ hơn	500
40	1 000
70 hoặc lớn hơn	3 000

- Mẫu bê tông ban đầu được nghiền trong máy nghiền đến cỡ hạt nhỏ hơn 5 mm, trộn đều mẫu và rút gọn đến khối lượng 150 g;
- Phần mẫu thu được sau rút gọn tiếp tục nghiền đến cỡ hạt nhỏ hơn 1,25 mm. Trộn đều và rút gọn mẫu đến khối lượng khoảng 30 g, sau đó nghiền mịn mẫu đến kích thước nhỏ hơn 0,125 mm;
- Sấy khô mẫu đến khối lượng không đổi, sau đó để nguội đến nhiệt độ phòng trong bình hút ẩm. Cân 2 mẫu mỗi mẫu 10 g để tiến hành thử nghiệm.

5.2 Cách tiến hành

- Mỗi mẫu thử được đổ vào bình pycnometer khô và sạch, rót nước cất ở nhiệt độ phòng với lượng sao cho bình pycnometer được làm đầy không lớn hơn một nửa thể tích của bình;
- Đặt bình pycnometer hơi nghiêng trên bếp cát (hoặc bếp cách thủy) và đun bình trong thời gian 20 min để loại hết các bọt khí;
- Sau khi loại bỏ bọt khí, bình pycnometer được lau khô bên ngoài và để nguội đến nhiệt độ phòng, đổ nước cất đến vạch chia và đem cân;
- Đổ nước và mẫu trong bình đong ra và làm sạch, đổ lại nước cất ở nhiệt độ phòng đến vạch chia và cân.

5.3 Biểu thị kết quả

Khối lượng riêng của bê tông (ρ_a), được tính bằng gam trên centimet khối (g/cm^3), chính xác đến 0,01 g/cm^3 theo công thức:

$$\rho_a = \frac{m \times \rho_w}{m - (m_1 - m_2)} \quad (1)$$

trong đó:

m là khối lượng bột bê tông, tính bằng gam (g);

ρ_w là khối lượng riêng của nước, lấy bằng 1 gam trên centimet khối (g/cm^3);

m_1 là khối lượng của bình pycnometer với mẫu và nước cất sau khi loại bỏ bọt khí, tính bằng gam (g);

m_2 là khối lượng của bình pycnometer và nước cất, tính bằng gam (g);

Kết quả thử khối lượng riêng là giá trị trung bình số học của hai kết quả thử song song. Nếu kết quả giữa hai lần thử chênh lệch nhau lớn hơn 0,02 g/cm^3 cần tiến hành thử lần thứ ba. Kết quả thử là trung bình cộng của 2 giá trị gần nhau nhất.

6 Xác định độ rỗng

6.1 Độ rỗng mao quản hở của bê tông (P_o), được tính bằng phần trăm (%), chính xác đến 0,1 % theo công thức:

$$P_o = W_A \quad (2)$$

trong đó:

W_A là độ hút nước theo thể tích của bê tông, xác định theo TCVN 3113:2022, tính bằng phần trăm (%).

6.2 Độ rỗng mao quản kín của bê tông (P_c), được tính bằng phần trăm (%), chính xác đến 0,1 % theo công thức:

$$P_c = P - P_o \quad (3)$$

6.3 Độ rỗng toàn phần của bê tông (P), được tính bằng phần trăm (%), chính xác đến 0,1 % theo công thức:

$$P = \frac{\rho_a - \rho}{\rho_a} \times 100\% \quad (4)$$

trong đó:

ρ là khối lượng thể tích của bê tông đã sấy khô, xác định theo TCVN 3115:2022, tính bằng gam trên centimét khối (g/cm^3).

6.4 Kích thước trung bình của lỗ rỗng và độ đồng nhất kích thước lỗ rỗng được xác định theo Phụ lục C.

7 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm bao gồm ít nhất các thông tin sau:

7.1 Khối lượng riêng

- a) Ngày lấy mẫu, ngày thử nghiệm;
- b) Ký hiệu mẫu;
- c) Khối lượng riêng;
- d) Phương pháp xác định khối lượng riêng;
- f) Viện dẫn tiêu chuẩn này;
- g) Người thử nghiệm.

7.2 Độ rỗng

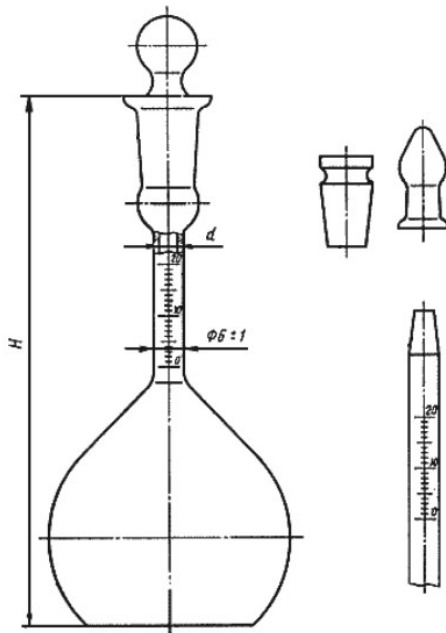
- a) Ngày lấy mẫu, ngày thử nghiệm;
- b) Ký hiệu mẫu;
- c) Độ rỗng toàn phần;
- d) Độ rỗng mao quản hở;
- e) Độ rỗng mao quản kín;
- f) Viện dẫn tiêu chuẩn này;
- g) Người thử nghiệm.

Phụ lục A

(tham khảo)

Bình pycnometer 100 mL

Kích thước tính bằng milimét



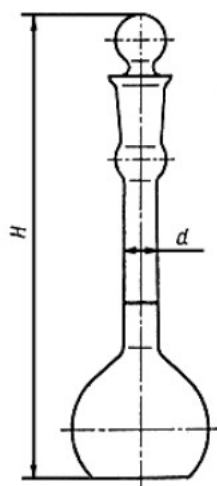
CHÚ DẪN:

H = 110 mm

d = (3 ± 0,8) mm

Hình A.1 - Pycnometer kiểu 1

Kích thước tính bằng milimét



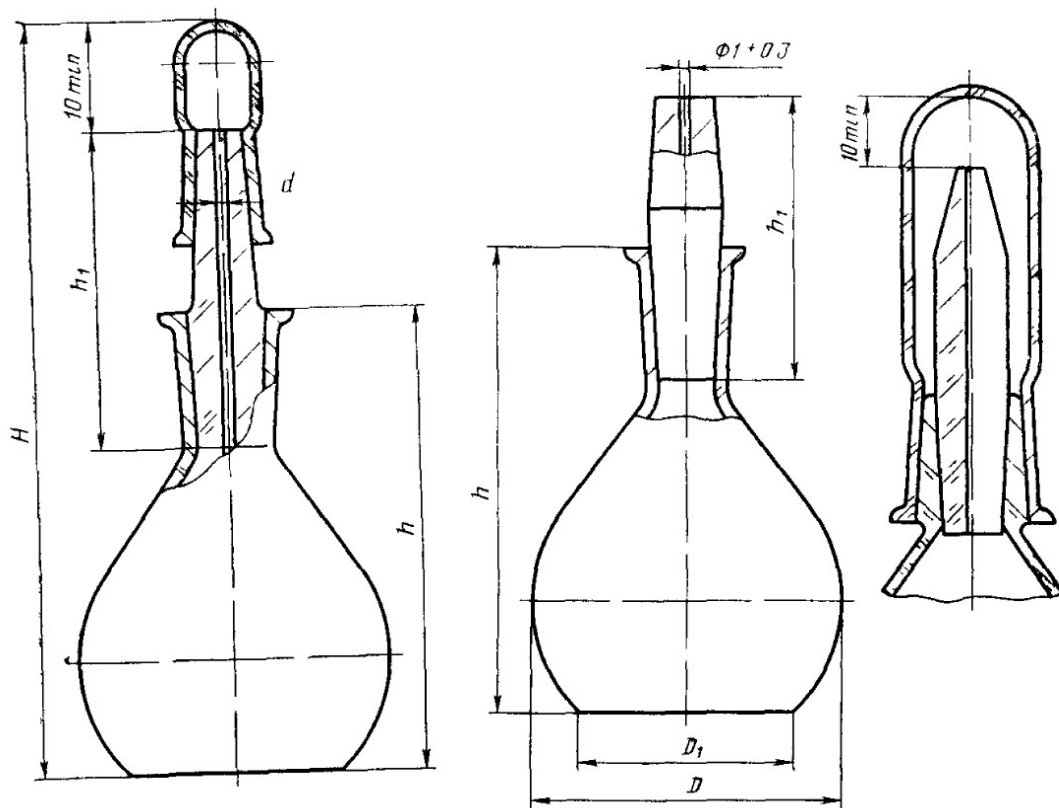
CHÚ DẪN:

H = 140 mm

d = (9 ± 1) mm

Hình A.2 - Pycnometer kiểu 2

Kích thước tính bằng milimét



CHÚ DẪN:

$H = 100 \text{ mm}$ $h = 65 \text{ mm}$ $h_1 = 40 \text{ mm}$ $d = (0,7 \pm 0,2) \text{ mm}$

Hình A.3 - Pycnometer kiểu 3

Phụ lục B

(quy định)

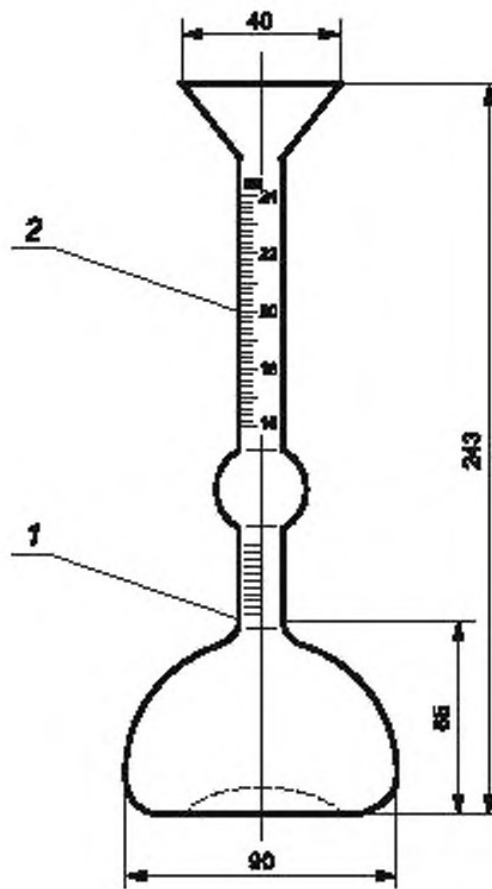
Phương pháp xác định khối lượng riêng sử dụng bình Le Chatelier

B.1 Thiết bị, dụng cụ

B.1.1 Các thiết bị dụng cụ và vật liệu thử theo Điều 4.

B.1.2 Bình Le Chatelier (Hình B.1).

Kích thước tính bằng milimét



CHÚ DẪN:

- 1 Thang chia dưới 2 Thang chia trên

Hình B.1 - Bình Le Chatelier

B.2 Chuẩn bị mẫu

Mẫu bột bê tông được chuẩn bị theo 5.1, đổ mẫu đã chuẩn bị vào cốc hoặc chén sứ để cân, sấy mẫu đến khối lượng không đổi, để mẫu nguội đến nhiệt độ phòng trong bình hút ẩm chứa axit H₂SO₄ đậm đặc hoặc CaCl₂ khan, sau đó cân hai mẫu với khối lượng mỗi mẫu là 50 g (*m*).

CHÚ THÍCH: Khối lượng mẫu ở từng công đoạn theo 5.1 cần tăng gấp 5 lần để đảm bảo khối lượng mẫu khi thí nghiệm.

B.3 Cách tiến hành

- Đổ nước cất vào bình Le Chatelier đến vạch không (0) tại thang chia dưới (mức nước được xác định bằng mặt võng dưới).
- Đổ mẫu qua phễu của dụng cụ theo từng lượng nhỏ cho đến khi mức nước ở trong bình (mặt võng) dâng lên đến vạch chia bất kỳ trên thang chia trên.

CHÚ THÍCH: Không được để mẫu dính trên cổ và thành bình sau khi đổ mẫu.

- Xoay bình theo trục thẳng đứng và hơi lắc bình để loại bỏ bọt khí trong mẫu.
- Đọc thể tích nước dâng lên trong bình (trên thang chia trên) do mẫu chiếm chỗ (V).
- Cân khối lượng mẫu còn giữ lại (m_1) chính xác đến 0,01 g.

B.4 Biểu thị kết quả

Khối lượng riêng của bê tông (ρ_a), được tính bằng gam trên centimét khối (g/cm^3), chính xác đến 0,01 g/cm^3 theo công thức:

$$\rho_a = \frac{m - m_1}{V} \quad (\text{B.1})$$

trong đó:

m là khối lượng mẫu ban đầu, tính bằng gam (g);

m_1 là khối lượng của mẫu còn lại, tính bằng gam (g);

V thể tích nước do mẫu chiếm chỗ, tính bằng centimét khối (cm^3).

Kết quả thử khối lượng riêng là giá trị trung bình số học của hai kết quả thử song song. Nếu kết quả giữa hai lần thử chênh lệch nhau lớn hơn 0,02 g/cm^3 cần tiến hành thử lần thứ ba. Kết quả thử là trung bình cộng của 2 giá trị gần nhau nhất.

Phụ lục C

(quy định)

Phương pháp xác định chỉ số rỗng của bê tông theo động học quá trình hút nước**C.1 Quy định chung**

Phụ lục này quy định phương pháp xác định chỉ số rỗng của bê tông theo động học quá trình hút nước. Động học quá trình hút nước được đặc trưng bởi sự gia tăng khối lượng mẫu theo thời gian.

C.2 Thiết bị, dụng cụ

C.2.1 Cân kỹ thuật có khả năng cân phù hợp và độ chính xác không lớn hơn 0,1 % khối lượng được cân.

C.2.2 Cân thủy tĩnh có khả năng cân phù hợp và độ chính xác không lớn hơn 0,1 % khối lượng được cân.

C.2.3 Tủ sấy có bộ phận điều chỉnh nhiệt độ, có khả năng sấy ở nhiệt độ (105 ± 5) °C.

C.2.4 Bình hút ẩm phù hợp với kích thước mẫu thử.

C.2.5 Khay đựng mẫu phù hợp với kích thước mẫu thử.

C.2.6 Thùng ngâm mẫu phù hợp kích thước mẫu thử.

C.3 Chuẩn bị mẫu

Mẫu chuẩn để xác định các thông số rỗng theo động học quá trình hút nước là mẫu lập phương cạnh 70 mm hoặc mẫu trụ có đường kính và chiều cao bằng 70 mm.

CHÚ THÍCH: Cho phép xác định động học quá trình hút nước trên các mẫu lập phương, mẫu trụ có chiều cao bằng đường kính cũng như các mẫu hình dạng không chuẩn nhưng gần với hình lập phương, hình cầu hoặc hình trụ. Khi đó, cần xác định bằng thực nghiệm hệ số chuyển đổi về mẫu chuẩn cho các thông số λ và α .

C.4 Tiến hành thí nghiệm

C.4.1 Độ hút nước của mẫu (W_t), sau các thời gian t khác nhau, được tính bằng phần trăm (%) theo thể tích, theo công thức sau:

$$W_t = W_v \times [1 - e^{-(\lambda \times t)^\alpha}] \quad (\text{C.1})$$

trong đó:

W_v là độ hút nước của mẫu xác định theo TCVN 3113:2022, tính bằng phần trăm (%);

e là cơ số logarit tự nhiên, bằng 2,718;

t là thời gian hút nước, tính bằng giờ (h);

λ là kích thước trung bình của lỗ rỗng hở mao quản, bằng giới hạn tỷ lệ gia tốc của quá trình hút nước trên tốc độ hút nước;

α là độ đồng nhất kích thước lỗ rỗng hở mao quản.

C.4.2 Động học quá trình hút nước được xác định bằng cách theo dõi liên tục hoặc định kỳ khối lượng mẫu đã được sấy khô trước đó trong quá trình ngâm nước sau 24 h theo TCVN 3113:2022.

C.4.3 Theo dõi liên tục

C.4.3.1 Cân thủy tĩnh liên tục xác định khối lượng mẫu và tính toán độ hút nước của mẫu. Xây dựng đường tương quan giữa độ hút nước của mẫu và thời gian ngâm mẫu (Ví dụ như Hình C.1a).

C.4.3.2 Trên đồ thị Hình C.1a xác định điểm A và B trên trục tung ứng với độ hút nước $W_{t_1} = 0,632 \times W_v$ và $W_{t_2} = 0,5 \times W_v$. Từ giao điểm của hai đường thẳng song song với trục hoành kẻ từ hai điểm A và B với đường cong, kẻ đường song song với trục tung, cắt trục hoành ở điểm C và D. Xác định giá trị t_1 ứng với điểm C và t_2 ứng với điểm D.

C.4.3.3 Trên đồ thị Hình C.1b, xác định điểm C và D trên trục tung ứng với giá trị t_1 và t_2 . Từ điểm C kẻ đường song song với trục hoành, cắt đường chéo ngoài tại điểm C_1 . Từ điểm C_1 , kẻ đường song song với trục tung cắt trục hoành tại điểm E. Xác định giá trị λ ứng với điểm E. Từ điểm D, kẻ đường song song với trục hoành cắt đoạn C_1 -E tại điểm G. Xác định giá trị α ứng với điểm G theo các đường đồng mức trên đồ thị.

C.4.4 Cân mẫu định kỳ

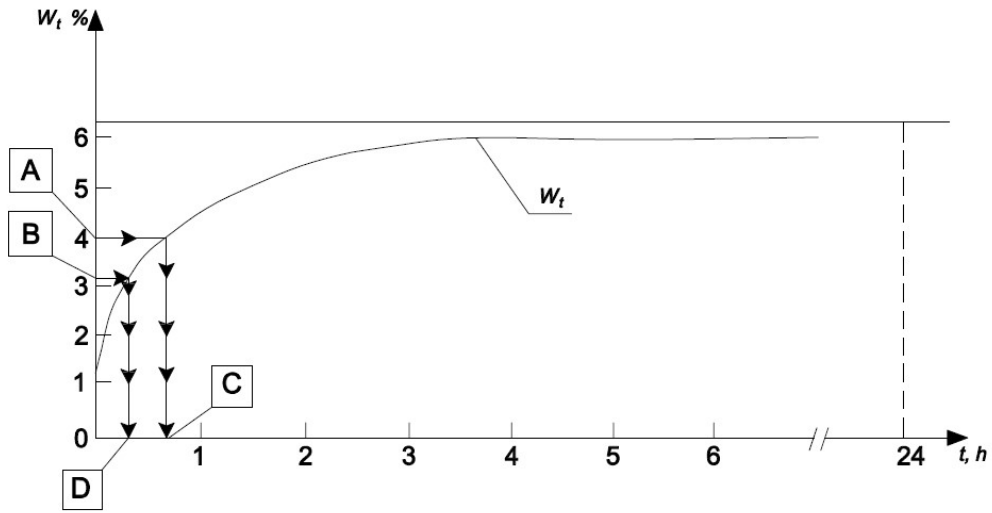
C.4.4.1 Sau khi ngâm mẫu đã sấy khô vào nước, cân mẫu ở thời điểm 0,25 h và 1,0 h. Tiếp tục ngâm mẫu trong nước và cân mẫu sau mỗi 24 h cho đến khi khối lượng không đổi. Khối lượng không đổi là khối lượng mẫu mà kết quả hai lần cân liên tục không khác nhau quá 0,1 %.

C.4.4.2 Trên đồ thị Hình C.2, xác định điểm A và B trên trục tung ứng với độ hút nước tại thời điểm 1,0 h và 0,25 h. Từ điểm A kẻ đường song song với trục hoành, cắt đồ thị $t = 1,0$ h tại điểm C. Từ điểm C kẻ đường song song với trục tung cắt trục hoành tại điểm D. Xác định giá trị λ_1 ứng với điểm D. Từ điểm B kẻ đường song song với trục hoành cắt đoạn CD tại điểm E. Xác định giá trị α ứng với điểm E theo các đường đồng mức trên đồ thị.

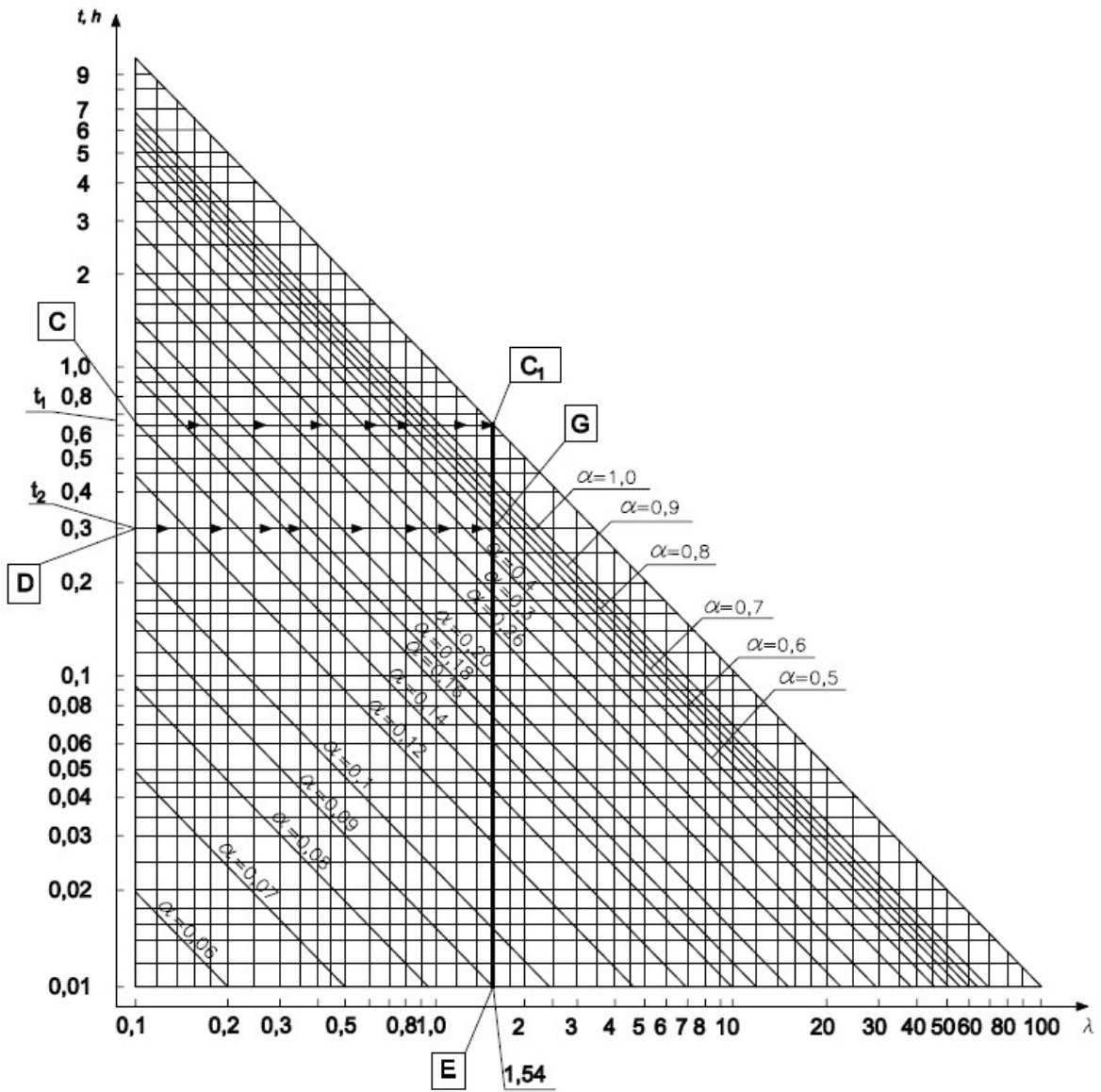
C.4.4.3 Trên đồ thị Hình C.3 hoặc Hình C.4, xác định điểm G trên trục tung ứng với giá trị λ_1 đã biết. Từ điểm G kẻ đường song song với trục hoành cắt đường đồng mức ứng với giá trị α đã biết tại điểm H. Từ điểm H kẻ đường song song với trục tung cắt trục hoành tại điểm I. Xác định giá trị λ ứng với điểm I.

CHÚ THÍCH: Đường đồng mức ứng với các giá trị α trung gian có thể được xác định bằng cách nội suy.

C.4.5 Thông số rỗng λ và α của tổ mẫu bê tông được xác định bằng trung bình cộng kết quả thí nghiệm của toàn bộ các mẫu trong tổ.

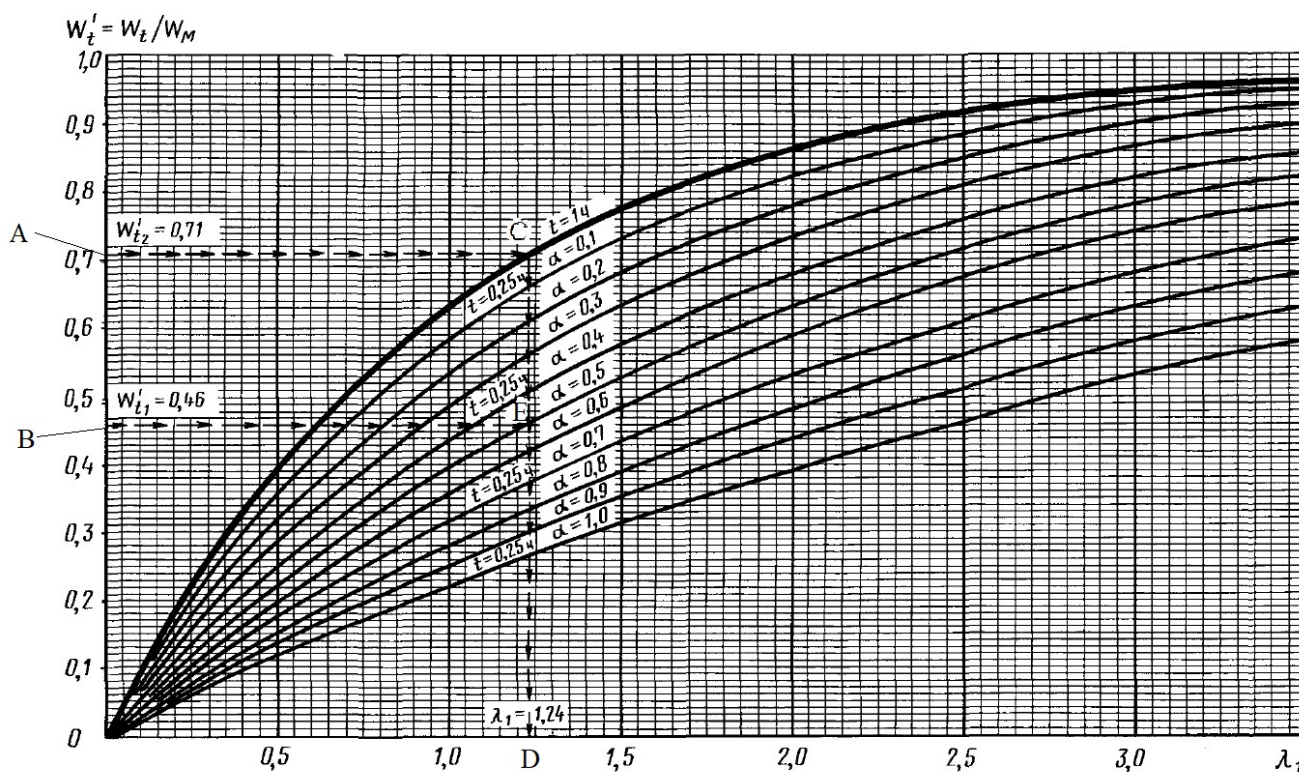


C.1a



C.1b

Hình C.1 - Ví dụ về tính toán thông số động học quá trình hút nước (phương pháp liên tục)



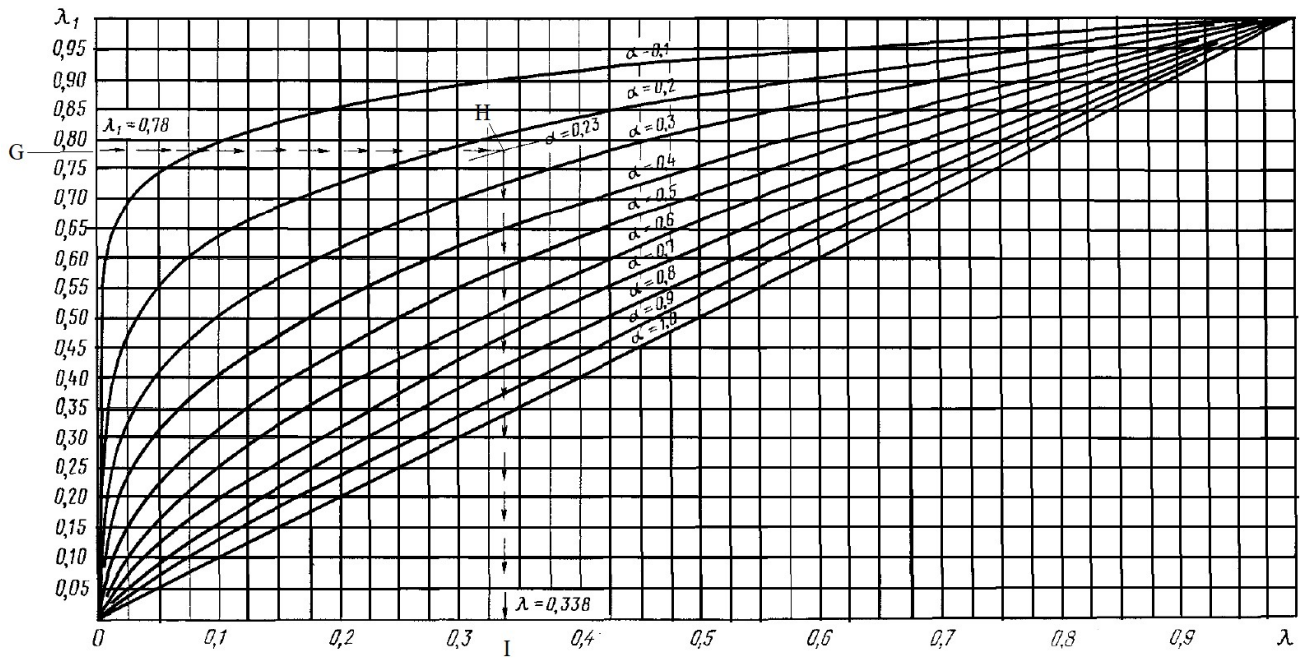
Thời gian thí nghiệm, h	0	0,25	1,0	24,0
Khối lượng mẫu, g	815,0	838,5	851,0	866,0
Khối lượng mẫu cân trong nước, g	--	--	--	512,0

$$W_{24} = \frac{866 - 815}{815} \cdot 100 = 6,26 \% ; \rho_H = \frac{815}{866 - 512} = 2,31 \text{ g/cm}^3 ; W_0 = 6,26 \cdot 2,31 = 14,5 \% ;$$

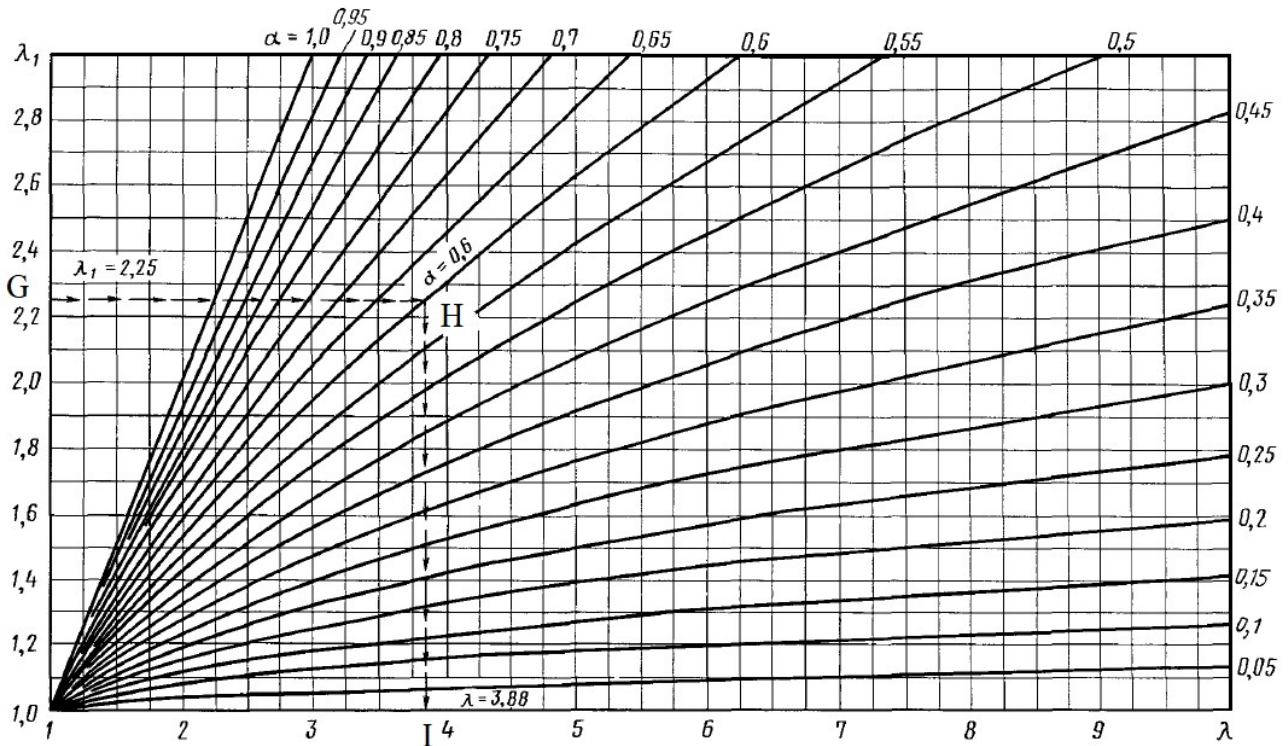
$$W_{t_2} = \frac{851 - 815}{815} \cdot 100 = 4,42 \% . W'_{t_2} = \frac{4,42}{6,26} = 0,71 ; \lambda_1 = 1,24 ; W_{t_1} = \frac{838,5 - 815}{815} \cdot 100 = 2,88 \% ;$$

$$W'_{t_1} = \frac{2,88}{6,26} = 0,46 ; \alpha = 0,5 ; \lambda = \sqrt[0,5]{1,24} = 1,54 .$$

Hình C.2 - Ví dụ về tính toán thông số động học quá trình hút nước (phương pháp gián đoạn)



Hình C.3 - Ví dụ về xác định chỉ số $\lambda = \alpha\sqrt{\lambda_1}$ ($\lambda_1 \leq 1$)



Hình C.4 - Ví dụ về xác định chỉ số $\lambda = \alpha\sqrt{\lambda_1}$ ($\lambda_1 \geq 1$)