

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 13930:2024

Xuất bản lần 1

**BÊ TÔNG - PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH TỐC ĐỘ
HÚT NƯỚC**

Concrete – Test Method for Measurement of Rate of Absorption of Water

HÀ NỘI – 2024

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 Ý nghĩa và sử dụng 5

5 Thiết bị và dụng cụ 6

6 Vật liệu và hóa chất 6

7 Mẫu thử 7

8 Bảo dưỡng mẫu..... 7

9 Cách tiến hành..... 8

10 Tính toán kết quả..... 9

11 Báo cáo thử nghiệm..... 10

12 Độ chụm và độ chệch 10

Phụ lục A (tham khảo) 11

Lời nói đầu

TCVN 13930:2024 được xây dựng dựa trên cơ sở tham khảo ASTM C1585:2020 Standard Test Method for Measurement of Rate of Absorption of Water by Hydraulic - Cement Concrete.

TCVN 13930:2024 do Viện Vật liệu xây dựng – Bộ 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 tốc độ hút nước

Concrete – Test Method for Measurement of Rate of Absorption of Water

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp xác định tốc độ hút nước của bê tông thủy lực bằng cách đo sự gia tăng khối lượng của mẫu thử từ quá trình hút nước theo một hàm của thời gian, khi chỉ có một bề mặt của mẫu thử được tiếp xúc với nước. Mẫu được ổn định trong môi trường tiêu chuẩn với giá trị độ ẩm tương đối quy định trong môi trường tiêu chuẩn với giá trị độ ẩm tương đối quy định, để tạo ra điều kiện ẩm đồng đều trong hệ thống lỗ rỗng mao quản. Bề mặt tiếp xúc của mẫu được ngâm trong nước và sự xâm nhập của nước vào trong bê tông chưa bão hòa chủ yếu do sự hút nước mao quản trong giai đoạn tiếp xúc ban đầu với nước.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết khi 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 phiên bản mới nhất, bao gồm cả bản sửa đổi, bổ sung (nếu có).

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

TCVN 9337 Bê tông nặng – Xác định tốc độ thẩm ion clo bằng phương pháp đo điện lượng.

TCVN 13051 Bê tông – Bê tông xi măng – Thuật ngữ và định nghĩa

ASTM C42/42M Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete
(Phương pháp lấy và thí nghiệm mẫu lõi khoan và mẫu dầm cắt của bê tông)

3 Thuật ngữ, định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này, áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa nêu trong TCVN 13051.

4 Ý nghĩa và sử dụng

4.1 Tính năng của bê tông trong các môi trường xâm thực bị ảnh hưởng bởi mức độ thẩm thấu do hệ thống lỗ rỗng trong cấu trúc bê tông. Trong bê tông chưa bão hòa, tốc độ xâm nhập của nước hoặc các chất lỏng khác bị ảnh hưởng chủ yếu bởi sức hút mao quản.

4.2 Độ hút nước của bề mặt bê tông phụ thuộc vào nhiều yếu tố, bao gồm: Thành phần cấp phối bê tông, sự có mặt của phụ gia hóa học và phụ gia khoáng, tính chất của chất kết dính và cốt liệu, hàm lượng bọt khí, phương pháp và khoảng thời gian bảo dưỡng, mức độ thủy hóa hoặc tuổi, sự xuất hiện các vết nứt nhỏ, sự có mặt của chất xử lý bề mặt (như chất làm kín hoặc dầu bôi trơn), phương pháp tạo hình bê

TCVN 13930:2024

tông bao gồm đầm chặt và hoàn thiện. Độ hút nước cũng bị ảnh hưởng lớn bởi độ ẩm bề tông tại thời điểm thí nghiệm.

4.3 Phương pháp này nhằm xác định tốc độ hút nước của bê tông chưa bão hòa đối với sự xâm nhập của nước. Nhìn chung, tốc độ hút nước của bê tông ở bề mặt khác với tốc độ hút nước của bê tông được lấy từ phần lõi. Bề mặt bên ngoài thường được bảo dưỡng kém hơn so với dự kiến và chịu nhiều điều kiện bất lợi nhất có thể xảy ra. Phương pháp này được sử dụng để xác định tốc độ hút nước của bề mặt bê tông và phần lõi bê tông. Sự hút nước có thể được đánh giá ở các độ sâu khác nhau so với bề mặt tiếp xúc bằng cách khoan vào lõi và cắt theo chiều ngang ở độ sâu đã chọn. Phần lõi bê tông có thể được khoan theo phương thẳng đứng hoặc phương nằm ngang.

5 Thiết bị và dụng cụ

5.1 Thùng chứa, thùng nhựa polyetylen có khả năng chống thấm nước hoặc thùng kim loại có khả năng chống ăn mòn, đủ lớn để chứa các mẫu thử với các bề mặt được thử tiếp xúc với nước.

5.2 Dụng cụ đỡ mẫu, gồm các thanh tròn, chốt hoặc các dụng cụ khác, được làm từ vật liệu chống ăn mòn trong môi trường nước hoặc dung dịch kiểm và cho phép nước tiếp xúc tự do với bề mặt của mẫu trong quá trình thử nghiệm. Ngoài ra, mẫu có thể được đỡ trên nhiều lớp giấy thấm hoặc giấy lọc với tổng độ dày ít nhất là 1 mm.

5.3 Cân kỹ thuật, độ chính xác đến $\pm 0,01$ g.

5.4 Đồng hồ bấm giây, độ chính xác lên đến ± 1 s.

5.5 Khăn giấy hoặc vải dùng để lau nước đọng trên bề mặt mẫu.

5.6 Máy cắt làm mát bằng nước, có khả năng cắt mẫu thử từ các mẫu lớn hơn.

5.7 Buồng khí hậu, cho phép không khí đối lưu, có thể duy trì nhiệt độ ở $(50 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ và độ ẩm tương đối ở $(80 \pm 3)\%$. Ngoài ra, cho phép sử dụng tủ sấy có thể duy trì nhiệt độ ở $(50 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ và bình hút ẩm đủ lớn để chứa các mẫu thử. Độ ẩm tương đối (RH) trong bình hút ẩm được duy trì ở $(80 \pm 0,5)\%$ được tạo ra bằng dung dịch bão hòa kali bromide (KBr), độ hòa tan ở 50°C của kali bromide là 80,2g/100g nước. Dung dịch phải được duy trì ở trạng thái bão hòa trong suốt thời gian thử nghiệm. Trạng thái bão hòa có thể được nhận biết bằng sự xuất hiện của các tinh thể trong dung dịch.

5.8 Hộp chứa, làm bằng nhựa polyetylen, có nắp kín, đủ lớn để chứa ít nhất một mẫu thử nhưng không lớn hơn 5 lần thể tích mẫu.

5.9 Thước kẹp, độ chính xác đến 0,1 mm.

6 Vật liệu và hóa chất

6.1 Kali Bromide, tinh khiết phân tích, được dùng nếu sử dụng tủ sấy và bình hút ẩm theo 5.7

6.2 Vật liệu làm kín, các tấm dính có độ thấm thấp, sơn epoxy, băng điện vinyl, băng keo hoặc băng nhôm. Yêu cầu thời gian khô không lớn hơn 10 min.

6.3 Túi nhựa hoặc tấm nhựa, được dán kín vào bề mặt mẫu thử không tiếp xúc với nước để hạn chế sự bay hơi nước trong suốt quá trình đo.

7 Mẫu thử

7.1 Mẫu thử hình trụ, có đường kính (100 ± 6) mm, chiều cao (50 ± 3) mm. Mẫu thử có thể được đúc hoặc khoan theo TCVN 3105 và ASTM C42/42M. Diện tích mặt cắt ngang của mẫu thử không được thay đổi quá 1% từ phần trên xuống phần dưới của mẫu. Khi lấy mẫu khoan, mẫu phải được đánh dấu để nhận biết được bề mặt thí nghiệm là vị trí nào trong kết cấu ban đầu. Không đánh dấu trên bề mặt thí nghiệm để tránh ảnh hưởng tới kết quả thí nghiệm

7.2 Kết quả thử nghiệm là trung bình của ít nhất 02 mẫu thử. Bề mặt thí nghiệm của các mẫu thử phải có cùng khoảng cách so với bề mặt của bê tông trong kết cấu ban đầu.

CHÚ THÍCH: Bê tông không phải là một vật liệu đồng nhất hoàn toàn. Ngoài ra, bề mặt bê tông hiếm khi có độ rỗng xốp tương đồng với một kết cấu. Do đó, phải thực hiện trên cùng độ sâu để giảm sai số trong quá trình thí nghiệm.

8 Bảo dưỡng mẫu

8.1 Trước khi bảo dưỡng đối với các mẫu khoan thu được từ hiện trường, trước tiên phải làm bão hòa chúng theo quy trình hút chân không trong TCVN 9337:2012, nhưng bỏ qua bước sơn phủ bề mặt mẫu thử.

8.2 Sau khi bão hòa, cân và ghi lại khối lượng của mẫu thử, chính xác đến 0,01 g.

8.3 Đặt mẫu thử vào buồng khí hậu ở nhiệt độ $(50 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ và độ ẩm tương đối $(80 \pm 3)\%$ trong 3 ngày, hoặc đặt mẫu thử vào bình hút ẩm bên trong tủ sấy ở nhiệt độ $(50 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ trong vòng 3 ngày. Nếu sử dụng bình hút ẩm, kiểm soát độ ẩm tương đối trong bình hút ẩm bằng dung dịch bão hòa kali bromide (xem 5.7), nhưng không để mẫu thử tiếp xúc với dung dịch.

CHÚ THÍCH: Nếu độ ẩm được kiểm soát bằng cách sử dụng dung dịch kali bromide bão hòa, dung dịch này phải được đặt trong đáy bình hút ẩm chứ không phải trong bình chứa riêng biệt, để tối đa hóa diện tích tiếp xúc của dung dịch.

8.4 Sau 3 ngày, đặt từng mẫu thử vào trong một hộp chứa (như mô tả trong 5.8). Sử dụng hộp đựng riêng cho từng mẫu thử. Trong quá trình thí nghiệm phải để không khí được lưu thông tự do xung quanh mẫu bằng cách đảm bảo mẫu tiếp xúc tối thiểu với thành của thùng chứa.

8.5 Bảo dưỡng mẫu thử ở nhiệt độ $(27 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ ít nhất 15 ngày trước khi tiến hành quá trình xác định tốc độ hút nước.

CHÚ THÍCH: Bảo quản trong thùng kín ít nhất 15 ngày dẫn đến sự cân bằng về phân bố độ ẩm trong các mẫu thử và cho thấy độ ẩm tương đối bên trong là $(50-70)\%$, tương tự như độ ẩm tương đối được tìm thấy trên bề mặt trong một số kết cấu.

9 Cách tiến hành

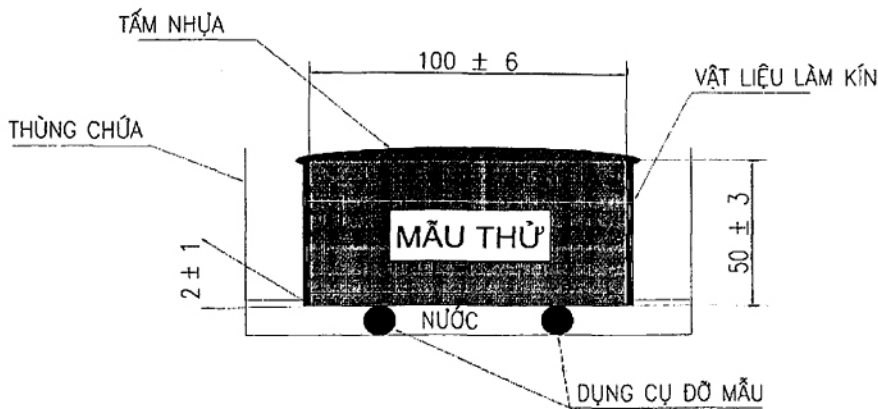
9.1 Lấy mẫu ra khỏi hộp chứa, cân và ghi lại khối lượng của mẫu đã được bảo dưỡng, chính xác đến 0,01g, trước khi làm kín các bề mặt bên của mẫu.

9.2 Đo đường kính bề mặt mẫu thử tiếp xúc với nước tại ít nhất 4 vị trí, chính xác đến 0,1 mm và tính đường kính trung bình chính xác đến 0,1 mm.

9.3 Làm kín bề mặt xung quanh của từng mẫu thử bằng vật liệu làm kín thích hợp. Bịt phần cuối của mẫu thử không tiếp xúc với nước bằng một tấm nhựa. Tấm nhựa có thể được giữ chặt bằng dây thun hoặc cách tương tự khác (xem hình 1).

9.4 Sử dụng quy trình dưới đây để xác định độ hút nước theo thời gian. Tiến hành quy trình hút nước ở nhiệt độ $(27 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ với nước máy được ổn định ở cùng nhiệt độ.

Đơn vị: Tính bằng milimet (mm)



Hình 1 – Sơ đồ nguyên lý quá trình xác định tốc độ hút nước của bê tông

9.5 Quy trình thí nghiệm

9.5.1 Cân khối lượng của mẫu thử, chính xác đến 0,01 g và ghi lại khối lượng ban đầu.

9.5.2 Đặt dụng cụ đỡ mẫu vào đáy của thùng chứa và đổ nước vào thùng, sao cho mực nước cao hơn mặt trên của dụng cụ đỡ mẫu từ 1 mm đến 3 mm. Duy trì mực nước từ 1 mm đến 3 mm so với đỉnh của dụng cụ đỡ mẫu trong suốt thời gian thử nghiệm.

9.5.3 Bấm đồng hồ đo thời gian ngay khi đặt bề mặt mẫu thử nghiệm lên dụng cụ đỡ mẫu. Ghi lại thời gian ngay khi mẫu tiếp xúc với nước.

9.5.4 Ghi lại khối lượng trong các khoảng thời gian sau khi tiếp xúc với nước được nêu trong Bảng 1. Sử dụng quy trình được nêu tại 9.5.5, điểm đo đầu tiên ở (60 ± 2) s và điểm đo thứ hai ở $5 \text{ min} \pm 10 \text{ s}$. Các điểm đo tiếp theo bao gồm 10 min, 20 min, 30 min và 60 min, với sai số cho phép là $\pm 2 \text{ min}$. Thời

gian đo thực tế phải được ghi lại trong khoảng ± 10 s. Tiếp tục các điểm đo sau mỗi giờ ± 5 min cho đến 6 h. Sau 6 h ban đầu, thực hiện các điểm đo mỗi ngày một lần cho đến 3 ngày, tiếp theo là 3 điểm đo cách nhau ít nhất là 24h khoảng từ ngày thứ 4 đến ngày thứ 7, thực hiện điểm đo cuối cùng cách ít nhất 24 h so với phép đo 7ngày. Thời gian đo thực tế phải được ghi lại trong khoảng ± 1 min. Các phép đo này sẽ cho 7 dữ liệu tương ứng với thời gian tiếp xúc từ 2 đến 8 ngày. Bảng 1 đưa ra thời gian mục tiêu của điểm đo và sai số thời gian cho phép.

Bảng 1 - Thời gian đo và sai số cho phép

Thời gian	60s	5min	10min	20min	30min	60min	Mỗi h - 6 h	Một lần một ngày -3 ngày	Ngày 4 – ngày 7 (3 phép đo ít nhất 24h)	7 ngày – 9 ngày (1 phép đo)
Sai số cho phép	2s	10s	2min	2min	2min	2min	5min	2h	2h	2h

9.5.5 Đối với mỗi lần xác định khối lượng, lấy mẫu thử ra khỏi thùng chứa. Nếu mẫu tiếp xúc với nước dưới 10 min thì dùng đồng hồ bấm giây và thấm sạch nước trên bề mặt bằng khăn giấy thấm ẩm. Sau khi thấm để loại bỏ nước thừa, lật ngược mẫu vật để bề mặt ướt không tiếp xúc với mặt cân (để tránh phải lau khô mặt cân). Trong vòng 15 s, sau khi lấy mẫu ra khỏi thùng chứa, cân khối lượng chính xác đến 0,01 g. Ngay sau khi cân, đặt ngay mẫu thử trên thiết bị hỗ trợ và khởi động lại thiết bị đồng hồ bấm giây.

10 Tính toán kết quả

10.1 Độ hút nước, (I), tính bằng milimét, được xác định thông qua sự thay đổi khối lượng của mẫu thử theo thời gian chia cho tích diện tích mặt cắt ngang của mẫu thử và khối lượng riêng của nước. Trong thí nghiệm này không tính đến ảnh hưởng của nhiệt độ tới khối lượng riêng của nước và giá trị khối lượng riêng của nước được quy ước là 0,001 g/mm³.

$$I = \frac{m_t}{a \times d}$$

trong đó:

I là độ hút nước, tính bằng milimét (mm)

m_t là sự thay đổi khối lượng mẫu tại thời điểm t, tính bằng gam (g).

a là diện tích bề mặt tiếp xúc với nước của mẫu, tính bằng milimét vuông (mm²).

d là khối lượng riêng của nước, tính bằng gam trên milimét khối (g/mm³).

10.2 Tốc độ hút nước sơ cấp (mm/s^{1/2}) được xác định thông qua độ dốc của đường biểu diễn mối quan hệ giá trị độ hút nước theo căn bậc hai của thời gian (s^{1/2}). Độ dốc này được xác định bằng phân tích hồi quy tuyến tính sử dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất các giá trị độ hút nước so với căn

TCVN 13930:2024

bậc hai của thời gian. Khi phân tích bình phương nhỏ nhất, sử dụng tất cả các giá trị từ 1 min đến 6 h, loại bỏ các điểm làm sai lệch rõ ràng độ dốc của đường biểu diễn. Nếu các điểm biểu diễn độ hút nước trong khoảng thời gian từ 1 min đến 6 h không tuân theo mối quan hệ tuyến tính (hệ số tương quan nhỏ hơn 0,98) và thể hiện đồ thị đường cong, thì tốc độ hút nước sơ cấp không được xác định.

CHÚ THÍCH: Phụ lục A đưa ra một ví dụ về giá trị thấm nước và kết quả của quá trình phân tích hồi quy tuyến tính.

10.3 Tốc độ hút nước thứ cấp ($\text{mm/s}^{1/2}$) được xác định thông qua độ dốc của đường biểu diễn mối quan hệ độ hút nước theo căn bậc hai của thời gian ($\text{s}^{1/2}$). Sử dụng phân tích hồi quy tuyến tính sử dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất các giá trị từ 1 ngày đến 7 ngày để xác định độ dốc của đồ thị. Nếu các điểm biểu diễn độ hút nước từ 1 ngày đến 7 ngày không tuân theo mối quan hệ tuyến tính (hệ số tương quan nhỏ hơn 0,98) và thể hiện đồ thị đường cong, thì tốc độ hút nước thứ cấp không được xác định.

11 Báo cáo thử nghiệm

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

- a) Ngày lấy mẫu hoặc chế tạo mẫu bê tông.
- b) Nguồn gốc mẫu.
- c) Thông tin cơ bản của mẫu như thành phần cấp phối, thời gian đông kết, phương pháp hoàn thiện mẫu và tuổi bê tông nếu có.
- d) Kích thước mẫu trước khi phủ lớp vật liệu làm kín.
- e) Khối lượng của mẫu trước khi bảo dưỡng, trước và sau khi phủ lớp vật liệu làm kín.
- f) Đồ thị của độ hút nước, tính bằng mm so với căn bậc hai của thời gian tính bằng $\text{s}^{1/2}$.
- g) Tốc độ hút nước trung bình ban đầu của mẫu thử, được tính toán chính xác đến $(0,1 \times 10^{-4}) \text{ mm/s}^{1/2}$ và tốc độ hút nước ban đầu riêng cho hai hoặc nhiều mẫu thử.
- h) Tốc độ hút nước trung bình thứ cấp của mẫu thử, được tính toán chính xác đến $(0,1 \times 10^{-4}) \text{ mm/s}^{1/2}$ và tốc độ hút nước riêng hoặc hai hoặc nhiều mẫu thử nghiệm.

12 Độ chụm và độ chệch

12.1 Độ chụm - Hệ số biến thiên lặp lại đã được xác định là 6.0% trong các phép đo sơ bộ đối với độ hút nước được đo bằng phương pháp thử nghiệm này đối với một phòng thí nghiệm và nhà vận hành đơn lẻ. Một chương trình thí nghiệm liên phòng là được tổ chức để phát triển các giá trị lặp lại và tái lập.

12.2 Độ chệch - Phương pháp thí nghiệm không có độ chệch vì phương pháp xác định tốc độ hút nước chỉ có thể được xác định theo phương pháp thử nghiệm này.

Phụ lục A
(Tham khảo)

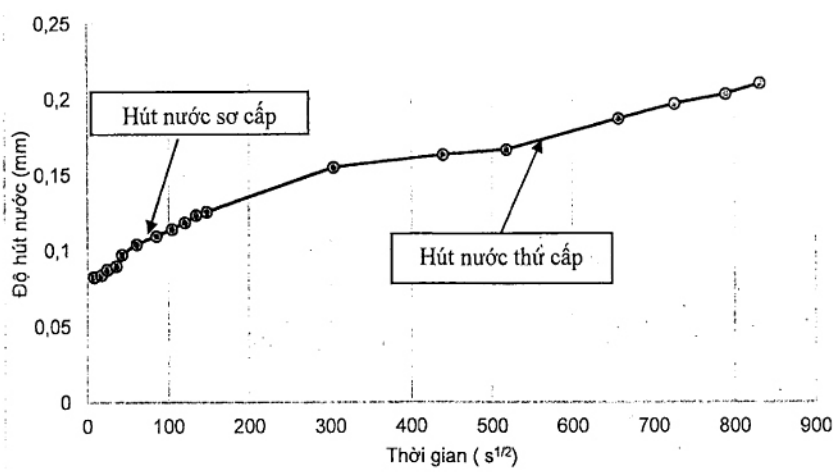
Ví dụ về thử nghiệm tốc độ hút nước của bê tông

Bảng A.1 Ví dụ về dữ liệu thu được và tính toán

Mẫu số: 30RSFA0	Nhiệt độ nước: 26,8 °C
Điều kiện mẫu: Đúc, bảo dưỡng bằng hơi nước, mặt thử nghiệm là bề mặt đỉnh	Ngày tạo mẫu: 12/9/2020
Mẫu: 70 ngày tuổi	Ngày thử nghiệm: 22/11/2020
Tổng khối lượng mẫu: 664,5g (trước khi làm kín mặt bên)	Hỗn hợp bê tông: hỗn hợp tiêu chuẩn
Đường kính: 100,1 mm	Tổng khối lượng mẫu sau khi phủ lớp vật liệu chống thấm: 706,4g
	Diện tích bề mặt tiếp xúc với nước: 7865mm ²

Bảng A.2. Kết quả đo giá trị hấp hút nước tại thời điểm khác nhau

Thời gian thử nghiệm		\sqrt{t} (s ^{1/2})	Khối lượng (g)	Δ khối lượng (g)	I (mm)
Ngày	Giây				
1	0	0	706,40	0	0
	60	8	707,05	0,65	0,0826
	300	17	707,06	0,66	0,0839
	600	24	707,09	0,69	0,0875
	1200	35	707,10	0,70	0,0898
	1800	42	707,16	0,76	0,0974
	3600	60	707,22	0,82	0,1042
	7200	85	707,26	0,86	0,1097
	10800	104	707,30	0,90	0,1143
	14400	120	707,33	0,93	0,1186
	18000	134	707,37	0,97	0,1235
	21600	147	707,39	0,99	0,1256
	92220	294	707,62	1,22	0,1548
	193200	416	707,68	1,28	0,1629
	268500	509	707,70	1,30	0,1662
	432000	657	707,87	1,47	0,1867
2	527580	726	707,94	1,54	0,1962
3	622200	788	707,99	1,59	0,2027
4	691200	831	708,05	1,65	0,2098



Hình A.1 – Ví dụ về đồ thị biểu diễn tốc độ hút nước của mẫu thử

Tính toán:

Hút nước sơ cấp:

$I = S_{sơ\ cấp} \cdot \sqrt{t} + b$ (các điểm đo ước tính đến 6 giờ được sử dụng)

Giá trị tốc độ hút nước sơ cấp là: $S_{sơ\ cấp} = 3,5 \times 10^{-4} \text{ mm}/\sqrt{s}$ $r = 0,99$

Hút nước thứ cấp:

$I = S_{thứ\ cấp} \cdot \sqrt{t} + b$ (các điểm đo ước tính sau ngày đầu được sử dụng)

Giá trị tốc độ hút nước thứ cấp là: $S_{thứ\ cấp} = 1,1 \times 10^{-4} \text{ mm}/\sqrt{s}$