

Gạch gốm ốp lát – Phương pháp thử – Phần 17: Xác định hệ số ma sát

*Ceramic floor and wall tiles – Test methods –
Part 17: Determination of coefficient of friction*

1 Phạm vi áp dụng

Phần này của TCVN 6415 : 2005 quy định phương pháp động và tĩnh, xác định hệ số ma sát của bề mặt gạch gốm ốp lát nền, có phủ men và không phủ men.

2 Thuật ngữ, định nghĩa

2.1

Hệ số ma sát (coefficient of friction)

Tỉ số của lực tiếp tuyến với tải trọng thẳng đứng lên con trượt. Với một số phương pháp thì tỷ số này tương đương với tiếp tuyến của góc giữa sàn nghiêng và đường nằm ngang.

2.2

Góc tới hạn (critical angle)

Góc tạo bởi mặt phẳng nền và mặt phẳng sàn nghiêng, nơi người thao tác thử nghiệm bước đi trên đó để thực hiện phép thử.

3 Nguyên tắc

Hệ số ma sát động được đo bằng con trượt di chuyển với tốc độ đều trên một bề mặt nằm ngang (Phương pháp A). Hệ số ma sát tĩnh được đo bằng lực cần thiết để di chuyển một con trượt từ một vị trí tĩnh trên một bề mặt nằm ngang (Phương pháp B).

Góc tới hạn động được xác định theo độ dốc điều chỉnh thích hợp của một sàn bôi trơn, nơi người thao tác thử nghiệm bước đi trên đó để thực hiện phép thử (Phương pháp C).

4 Các phương pháp thử

4.1 Phương pháp A: Con trượt động

Phương pháp này sử dụng thiết bị xách tay di động trên bề mặt gạch thử nghiệm. Sử dụng đế ma sát bằng cao su 4S dưới một tải trọng cố định để đo hệ số ma sát khô và ướt.

Phụ lục A mô tả chi tiết cách tiến hành này theo phương pháp này.

CHÚ THÍCH: Có thể áp dụng phương pháp này trong phòng thí nghiệm hoặc trên nền thực tế.

4.2 Phương pháp B: Con trượt tĩnh

Phương pháp này sử dụng cụm con trượt được bịt cao su 4S làm bề mặt tiếp xúc.

Đồng hồ đo lực kéo được sử dụng để xác định lực nằm ngang tối đa cần thiết để khởi động sự dịch chuyển giữa con trượt và bề mặt gạch ở cả các điều kiện khô và ướt.

Phụ lục B mô tả chi tiết cách tiến hành theo phương pháp này.

CHÚ THÍCH: Có thể áp dụng phương pháp này trong phòng thí nghiệm hoặc trên nền thực tế.

4.3 Phương pháp C: Sàn nghiêng

Một người ở tư thế đứng thẳng đi đi lại lại trên một tấm sàn thử nghiệm gạch ceramic có kích thước 1 000 mm x 500 mm. Độ dốc của diện tích thử nghiệm này được tăng đều từ phương nằm ngang cho đến khi đạt một góc mà người đứng thử nghiệm khó có thể di chuyển. Diện tích thử nghiệm được bôi một lớp dầu. Góc nghiêng của tấm sàn thử nghiệm gạch ceramic được xác định.

Phụ lục C mô tả chi tiết cách tiến hành theo phương pháp này.

5 Mẫu thử

Sử dụng các viên gạch khô sạch đại diện, với số lượng thích hợp cho từng phương pháp thử.

6 Cách tiến hành

Quy trình thực hiện phép thử trong từng Phụ lục tương ứng.

Đối với phương pháp A (4.1) và B (4.2) cần xác định hệ số ma sát ướt và khô.

Phương pháp C (4.3) cần xác định góc tới hạn với dầu bôi trơn.

7 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm gồm có các thông tin sau đây:

- a) viện dẫn tiêu chuẩn này;
- b) mô tả các viên gạch;
- c) phương pháp thử nghiệm;
- d) hệ số ma sát động khô và ướt trung bình, đối với Phương pháp A;
- e) hệ số ma sát động khô và ướt trung bình, đối với Phương pháp B;
- f) góc tới hạn trung bình, đối với Phương pháp C.

Phụ lục A

(quy định)

Phương pháp A – Con trượt động**A.1 Thiết bị và vật liệu****A.1.1 Thiết bị**

A.1.1.1 Thiết bị xách tay, với cơ cấu thể hiện trên các Hình A.1 và A.2. Thiết bị gồm khung có 4 bánh xe tự chạy với vận tốc 17 mm/giây. Con trượt cao su 4S đường kính 9 mm được gắn với một trục cho phép di động thẳng đứng phù hợp với các thay đổi của nền nhà. Quả cân khối lượng 200 g, tạo một lực thẳng đứng đều. Cụm con trượt/quả cân được treo bằng hai lò xo lá song song có độ võng do sức kéo ma sát của con trượt đã gia tải được đo bằng một máy biến năng trực tuyến có độ nhạy 800 mV/V/mm và độ chính xác 0,3 %. Công suất máy biến năng được hiển thị trực tiếp trên đồng hồ chỉ hệ số ma sát (COF), được gắn vào máy ghi biểu đồ hoặc được tích hợp điện tử để đo giá trị hệ số ma sát (COF) trung bình trên đường thử.

A.1.1.2 Tủ sấy, làm việc ở $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

A.1.2 Nguyên liệu

A.1.2.1 Giấy cacbua silic, cỡ hạt 400; Vải ráp loại FF.

A.1.2.2 Chổi phủ bụi.

A.1.2.3 Nước cất hoặc nước khử ion.

A.1.2.4 Chất thấm ướt.

A.1.2.5 Bình phun bơm tay.

A.1.2.6 Dung dịch tẩy rửa nhẹ.

A.1.2.7 Chổi lông mềm.

A.1.2.8 Khăn, bọt biển hoặc giấy thấm.

A.1.2.9 Cao su 4S, độ cứng IRD 96 ± 2 .

A.1.2.10 Dao hoặc khoan nút để cắt các con trượt.

A.1.2.11 Keo dán.

A.2 Mẫu thử

Số lượng gạch thử nghiệm cần đủ để tạo một lối đi rộng 1 m. Đặt các viên gạch cạnh sát nhau càng tốt (khít mạch) để tạo một lối đi thử nghiệm bằng phẳng. Rửa kỹ các viên gạch bằng dung dịch tẩy rửa nhẹ và làm khô trước khi đặt vào vị trí thử.

A.3 Cách tiến hành

A.3.1 Chuẩn bị con trượt

Cắt một con trượt đường kính 9 mm từ tấm cao su 4S và dùng keo gắn vào giá đỡ con trượt. Đặt tờ giấy cátbua silic cỡ hạt 400 lên một mặt phẳng rồi sát nhẹ các con trượt cho đến khi hết sạch các hạt bóng. Tiếp theo gỡ nhẹ giá đỡ con trượt và cọ xát lại bề mặt con trượt để tạo một góc nhỏ (khoảng 12°) từ phương nằm ngang tại một mép. Khi giá đỡ được dựng đứng thì ít nhất một nửa diện tích bề mặt con trượt sẽ nằm ngang nhưng diện tích còn lại sẽ xiên góc để có một cạnh cao tối đa 1 mm (Hình A.3).

A.3.2 Hiệu chuẩn thiết bị

Chỉnh đồng hồ biến năng trực tuyến về zero mà không dùng lực tiếp tuyến. Sau đó đặt đồng hồ cân bằng, bằng cách treo một tải trọng hiệu chuẩn bằng tải trọng thẳng đứng (200 g) lên con trượt và hướng theo lực ma sát (Hình A.1).

A.3.3 Cách tiến hành (Phương pháp khô)

Rửa sạch rồi làm khô từng viên gạch thử. Xếp các viên gạch liền nhau theo điều A.2. Chải sạch các mảnh vụn.

Sau khi lồng cụm con trượt vào thiết bị thì bật cơ cấu dẫn động để thiết bị chạy 1 m trên bề mặt thử nghiệm. Phải tác động theo chiều ngang hai hướng riêng rẽ; lau con trượt bằng vải ráp trước mỗi lần đo.

Ghi lại các giá trị hệ số ma sát (COF) trên đồng hồ đo ít nhất 3 lần dọc theo đường thử hoặc thu nhận vết dọc theo đường thử bằng một máy ghi biểu đồ.

A.3.4 Cách tiến hành (Phương pháp ướt)

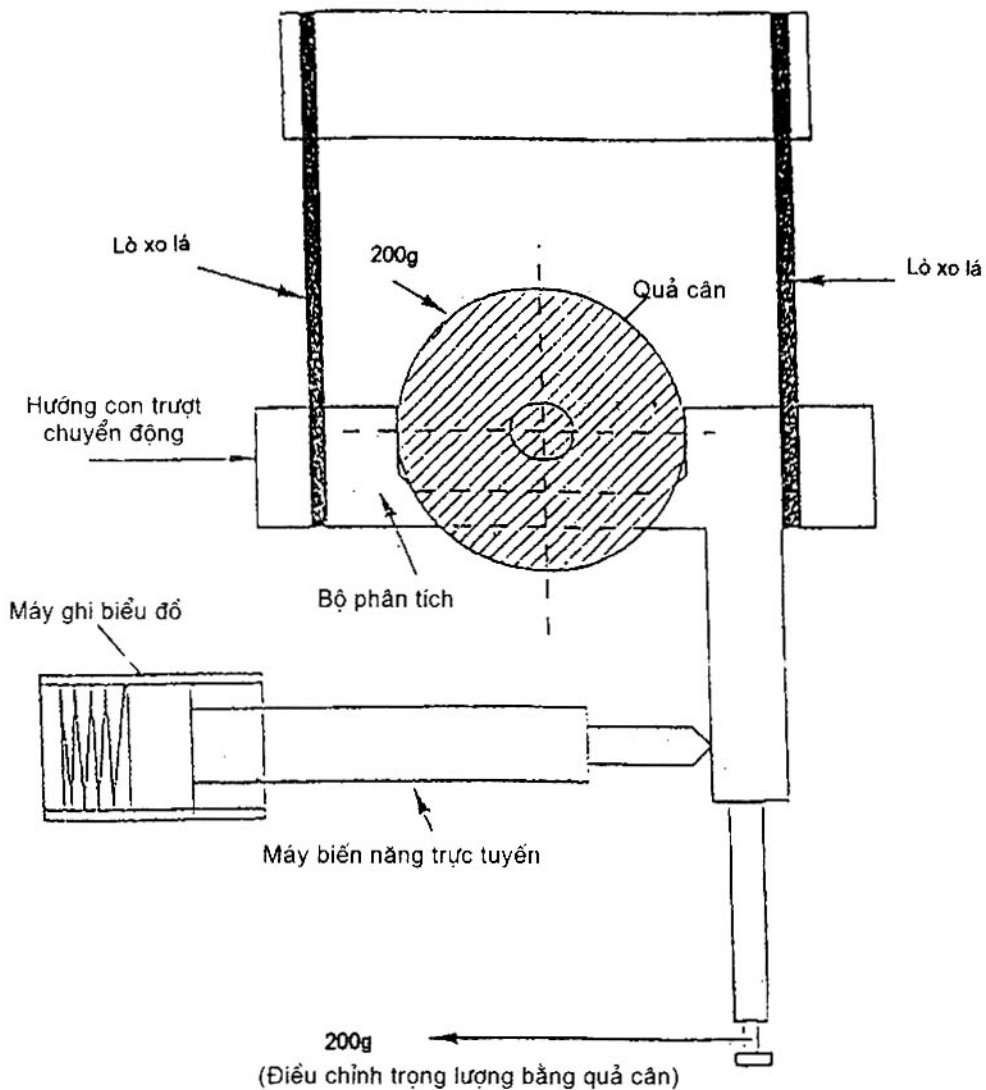
Lặp lại cách tiến hành (A.3.3), nhưng trước hết phải làm ướt bề mặt bằng một dung dịch gồm nước và chất thấm ướt (3 giọt chất thấm ướt trong 250 ml nước cất) và thử lặp lại trên bề mặt ướt.

A.4 Tính kết quả

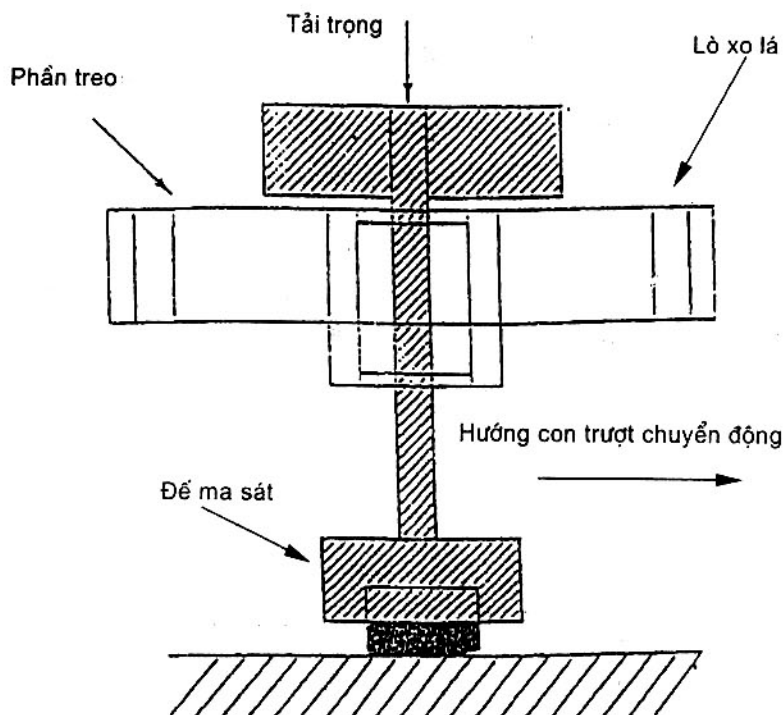
Nếu đã ghi các giá trị ở đồng hồ đo thì tính hệ số ma sát (COF) trung bình cho từng lần chạy và hệ số ma sát (COF) trung bình của cả hai lần chạy.

Nếu máy ghi biểu đồ đã vẽ đường hành trình thì tính hệ số ma sát (COF) trung bình cho từng lần chạy và hệ số ma sát (COF) trung bình của cả hai lần chạy.

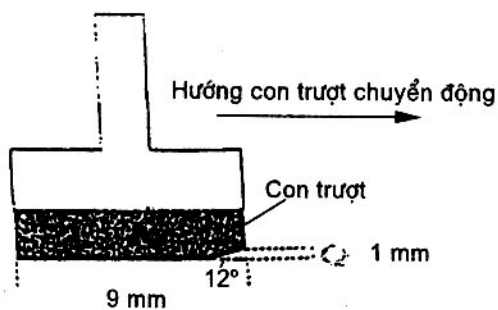
Báo cáo cả hệ số ma sát (COF) trung bình ướt và khô của mỗi hành trình thử riêng rẽ, cũng như hệ số ma sát (COF) trung bình ướt và khô của tất cả các hành trình.



Hình A.1 – Mô tả cơ cấu thiết bị mài xách tay



Hình A.2 – Mô tả sự chuyển động của con trượt



Hình A.3 – Mô tả con trượt

Phụ lục B

(quy định)

Phương pháp B – Con trượt tĩnh**B.1 Thiết bị và vật liệu****B.1.1 Thiết bị**

Hệ thống đo lực cần thiết để khởi động con trượt trên bề mặt viên gạch thử nghiệm (Hình B.1).

B.1.1.1 Một đồng hồ đo lực kéo, loại nằm ngang, có khả năng đo mức gia tải 0,25 kg.

B.1.1.2 Quả cân 4,5 kg.

B.1.1.3 Cao su 4S, độ cứng IRD 96 ± 2.

B.1.1.4 Cụm con trượt, bao gồm một mảnh cao su 4S kích thước 75 mm x 75 mm x 3 mm gắn với một mảnh gỗ dán kích thước 200 mm x 200 mm x 20 mm có lỗ đinh khuy đóng ở mép để lắp đồng hồ đo lực.

B.1.1.5 Bề mặt làm việc bằng phẳng, để thí nghiệm tại phòng thí nghiệm, với điểm dừng có độ nghiêng thấp để gạch không trượt.

B.1.1.6 Tủ sấy, làm việc ở nhiệt độ $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

B.1.2 Nguyên liệu

B.1.2.1 Kính nổi, dày 25 mm, hai mảnh, mảnh 150 mm trở lên và mảnh 100 mm x 100 mm.

B.1.2.2 Bột cacbua silic, cỡ hạt 220.

B.1.2.3 Giấy cacbua silic, cỡ hạt 400 ướt/khô; vải ráp loại FF.

B.1.2.4 Chổi phủ bụi.

B.1.2.5 Nước cất hoặc nước đã khử ion.

B.1.2.6 Chất thấm ướt.

B.1.2.7 Bình phun bơm tay.

B.1.2.8 Dung dịch tẩy rửa nhẹ.

B.1.2.9 Chổi lông mềm.

B.1.2.10 Khăn, bọt biển hoặc giấy thấm.

B.2 Mẫu thử

Các mẫu thử cần có diện tích bằng và lớn hơn 100 mm x 100 mm. Khi thử những viên gạch nhỏ thì phải ghép chúng sát nhau thành một bề mặt phù hợp. Rửa sạch các viên gạch bằng dung dịch tẩy rửa nhẹ, tráng nước và để khô.

B.3 Cách tiến hành

B.3.1 Chuẩn bị con trượt

Đặt mảnh giấy cacbua silic hạt cỡ 400 lên trên bề mặt phẳng và sát nhẹ con trượt cao su 4S bằng cách đẩy cụm con trượt tiến lui 4 lần trong một khoảng cách 100 mm. Lặp lại theo một góc 90°. Việc chuẩn bị bề mặt gạch được thực hiện theo chu trình trên. Rửa sạch các mảnh vụn. Lặp lại chu trình cho đến khi hết sạch các hạt bóng.

B.3.2 Chuẩn bị bề mặt hiệu chuẩn bằng thủy tinh mài

Đặt một mảnh kính lớn lên một mặt phẳng sao cho kính được cố định. Cho 2 g bột mài cacbua silic và vài giọt nước lên mảnh kính. Dùng mảnh kính 100 mm làm dụng cụ mài, mài xoay tròn cho đến khi mảnh kính lớn mờ đồng đều trên toàn bộ bề mặt của nó. Có thể sử dụng thêm bột mài mới và nước để hoàn thành quá trình, nếu cần.

Làm sạch bề mặt 150 mm x 150 mm của kính mài mờ bằng dung dịch tẩy rửa, rửa rồi để khô tự nhiên.

Đặt cụm đế lên bề mặt hiệu chuẩn đã được định vị. Chèn bề mặt hiệu chuẩn hoặc lực kế, hoặc chèn cả hai khi cần, để đưa trục bu lông của cụm đế và trục của lực kế vào cùng mặt phẳng nằm ngang. Định tâm quả cân 4,5 kg lên cụm trượt. Xác định lực cần thiết để khởi động cụm trượt. Ghi lại giá trị lực đã đọc. Kéo tất cả 4 lần, mỗi lần kéo sau vuông góc với lần kéo trước.

Tính toán:

Hệ số ma sát COF được tính theo công thức sau:

$$\frac{R_d}{NW} = \text{Hệ số ma sát hiệu chuẩn (COF)}$$

trong đó:

R_d là tổng 4 giá trị kéo ghi trên đồng hồ, tính bằng kilôgam;

N là số lần kéo (4);

W là khối lượng cụm đế cộng với quả cân 4,5 kg.

Khi cao su 4S được mài tốt thì lực kéo sẽ đồng đều và cho kết quả có hệ số ma sát hiệu chuẩn COF là $0,75 \pm 0,05$.

Việc hiệu chuẩn phải được lặp lại trước và sau khi thử từng nhóm 3 mẫu và ghi lại kết quả. Nếu COF chênh lệch giữa các kết quả trước và sau khi thử lớn hơn $\pm 0,05$, thì phải làm lại toàn bộ thí nghiệm. Điều quan trọng là người thao tác hiệu chuẩn thiết bị thí nghiệm và người thao tác thử nghiệm trước và sau 3 viên gạch mẫu, cùng phải đảm bảo mức độ tin cậy cao về tính nhất quán.

B.3.3 Cách tiến hành (Phương pháp khô)

Làm sạch, rửa và sấy khô từng viên gạch thử nghiệm. Xếp các viên gạch liền nhau, chải sạch các mảnh vụn.

Đặt cụm đế lên bề mặt thử nghiệm đã được định vị. Chèn bề mặt hiệu chuẩn hoặc lực kế, hoặc chèn cả hai khi cần, để đưa trục bu lông của cụm đế và trục của lực kế vào cùng mặt phẳng nằm ngang. Định tâm quả cân 4,5 kg lên cụm đế. Sử dụng lực kế, xác định lực cần thiết để khởi động cụm trượt. Ghi lại giá trị đọc trên lực kế.

Kéo 4 lần, lần kéo sau vuông góc với lần kéo trước trên từng diện tích của ba bề mặt hoặc ba mẫu thử để cuối cùng có được 12 giá trị đọc cần thiết cho việc tính hệ số ma sát tĩnh.

Ghi lại tất cả các giá trị đọc.

Kiểm tra bề mặt cao su 4S sau khi thử từng mẫu hoặc diện tích thử. Nếu bề mặt trở nên bóng hoặc có vết xước thì thực hiện lại qui trình thử theo hướng dẫn B.3.1.

B.3.4 Cách tiến hành (Phương pháp ướt)

Lặp lại qui trình theo B.3.3, nhưng làm ướt bề mặt bằng một dung dịch nước và chất thấm ướt (3 giọt chất thấm ướt và 250 ml nước cất) rồi thực hiện qui trình thử với bề mặt ướt.

B.4 Tính kết quả

Hệ số ma sát tĩnh trung bình của các bề mặt thử nghiệm, được tính như sau:

Phương pháp khô:

$$F_d = \text{giá trị trung bình } (R_d/NW)$$

Phương pháp ướt:

$$F_w = \text{giá trị trung bình } (R_w/NW)$$

trong đó:

F_d là hệ số ma sát tĩnh cho bề mặt khô;

F_w là hệ số ma sát tĩnh cho bề mặt ướt;

R_d là tổng 4 giá trị lực kéo khô;

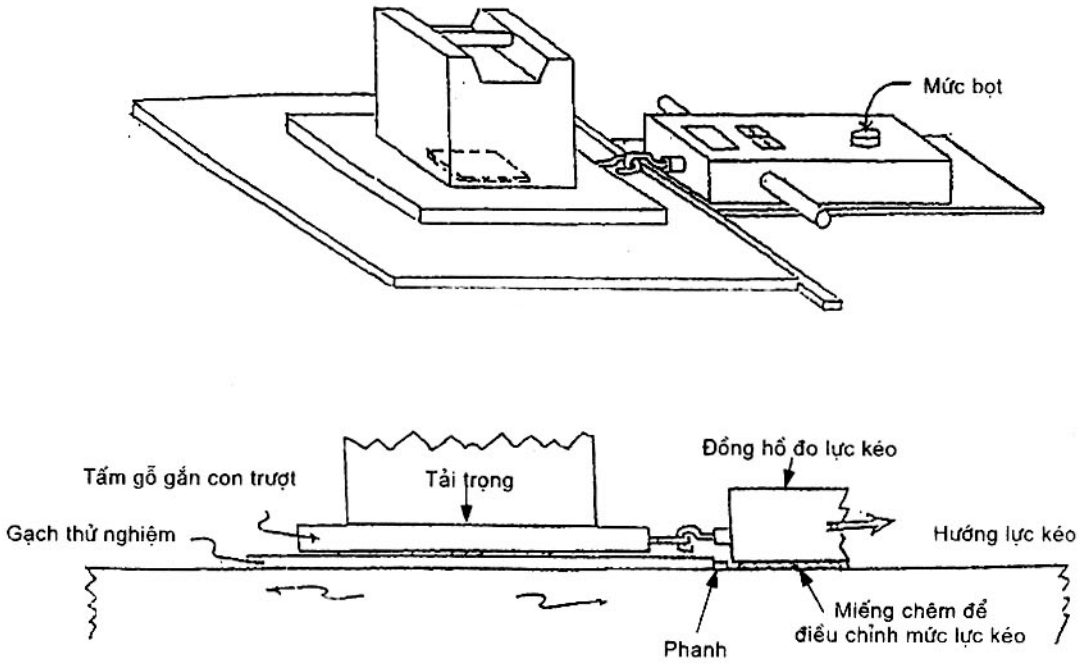
R_w là tổng 4 giá trị lực kéo ướt;

N là số lần kéo;

TCVN 6415-17 : 2005

W là tổng khối lượng cụm để cộng với quả cân 4,5 kg.

Báo cáo kết quả phải thể hiện các hệ số ma sát riêng lẻ cũng như hệ số ma sát trung bình cho cả phương pháp khô và phương pháp ướt.



Hình B.1 – Mô tả phương pháp thử con trượt tĩnh

Phụ lục C

(quy định)

Phương pháp C – Sàn thao tác nghiêng¹⁾

C.1 Thiết bị

C.1.1 Sàn thao tác nghiêng có thiết bị an toàn

Thiết bị thử nghiệm (xem Hình C.1) là một sàn thẳng bằng và không xoắn, rộng 600 mm, dài 2000 mm có thể điều chỉnh theo chiều dọc các độ dốc từ 0° đến 45°. Tốc độ nâng của bộ dẫn động cho tốc độ nghiêng góc của sàn thao tác đạt tối đa 1°/giây, vì thế cần ít nhất 45 giây để điều chỉnh góc tối đa 45°. Người thử nghiệm kiểm soát hành trình nâng liên tục hoặc theo từng 0,5°. Đồng hồ đo góc gắn trên dụng cụ thử nghiệm cho biết độ nghiêng của sàn so với mặt phẳng nằm ngang, chính xác đến $(0,5 \pm 0,2)^\circ$.

Để an toàn cho người thử nghiệm, bố trí lan can dọc theo các cạnh của thiết bị thử nghiệm. Ngoài ra, người thử nghiệm sẽ được bảo vệ không bị rơi bằng một thiết bị an toàn, cho phép đi lại tự do trên diện tích thử nghiệm.

C.2 Mẫu thử

Cần có đủ gạch đại diện, đảm bảo khô sạch để phủ kín diện tích bề mặt thử nghiệm kích thước 1 000 mm x 500 mm.

C.3 Diện tích thử nghiệm

Số viên gạch cần thiết được lát trên một sàn thao tác đều làm bằng vật liệu chắc chắn và không xoắn. Diện tích thử nghiệm kích thước 1 000 mm x 500 mm phải được đánh dấu rõ ràng.

Đối với bề mặt gạch có profile hoặc kết cấu định hướng thì phải lát trên sàn thao tác theo hướng vuông góc của profile hoặc kết cấu đó.

Đối với bề mặt gạch hình chữ nhật không có profile hoặc kết cấu định hướng thì phải lát chúng trên sàn thao tác sao cho cạnh dài nhất dọc theo hướng bước đi. Các mạch giữa các viên gạch phải được bít đầy bằng vữa gồm một phần xi măng và ba phần cốt liệu. Đối với gạch nhóm B theo TCVN 7321 : 2002 thì phải dùng cỡ hạt cốt liệu từ 0 đến 0,05 mm. Đối với gạch nhóm A theo TCVN 7321 : 2002 thì phải sử dụng cỡ hạt cốt liệu từ 0 đến 1 mm. Chiều rộng mạch được qui định trong Bảng C.1. Bề mặt thử nghiệm phải đảm bảo sạch, khô và không có khuyết tật.

¹⁾ Chi tiết về thử nghiệm này được nêu chi tiết trong tiêu chuẩn thử nghiệm, tham khảo DIN EN 1130

C.4 Người thao tác

Cần hai người có dáng đi bình thường để thực hiện thử nghiệm.

C.5 Giày thử nghiệm

Những người thử nghiệm đi giày bảo hộ có đế làm bằng cao su nitrin, có độ cứng Shore A 73 ± 5 theo ISO 868, có kiểu dáng tương tự Hình C.2.

C.6 Chất bôi trơn

Sử dụng dầu động cơ SAE, độ nhớt 10W30 để bôi trơn. Dầu phải được bảo quản trong bình kín để tránh thay đổi độ nhớt.

C.7 Cách tiến hành

Nhiệt độ phòng thí nghiệm, giấy dép, chất bôi trơn và bề mặt thử nghiệm đều phải ở $27^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$.

Trước khi thử, quét đều (100 ± 1) ml dầu lên bề mặt nền thử nghiệm. Đế giày thí nghiệm cũng phải được quét cùng loại dầu đó.

Người thử nghiệm theo tư thế thẳng đứng, hướng mặt về phía dốc xuống, đi tiến đi lui trên bề mặt thử nghiệm với các bước dài bằng nửa chiếc giày. Bề mặt thử nghiệm phải nghiêng so với mặt phẳng ngang ở tốc độ xấp xỉ $1^\circ/\text{giây}$. Góc giới hạn mà người thử nghiệm có khả năng bước an toàn (góc tới hạn) sẽ được xác định bằng cách lặp đi lặp lại việc tăng giảm xung quanh góc tới hạn này.

Góc tới hạn của bề mặt thử nghiệm, bắt đầu từ mặt phẳng ngang, được xác định ba lần.

Chất bôi trơn phải được quét đều lên bề mặt thử nghiệm trước khi tiến hành các bước đi thử nghiệm lần hai và lần ba.

Người thử nghiệm thứ hai lặp lại đúng qui trình thử nghiệm mô tả trên.

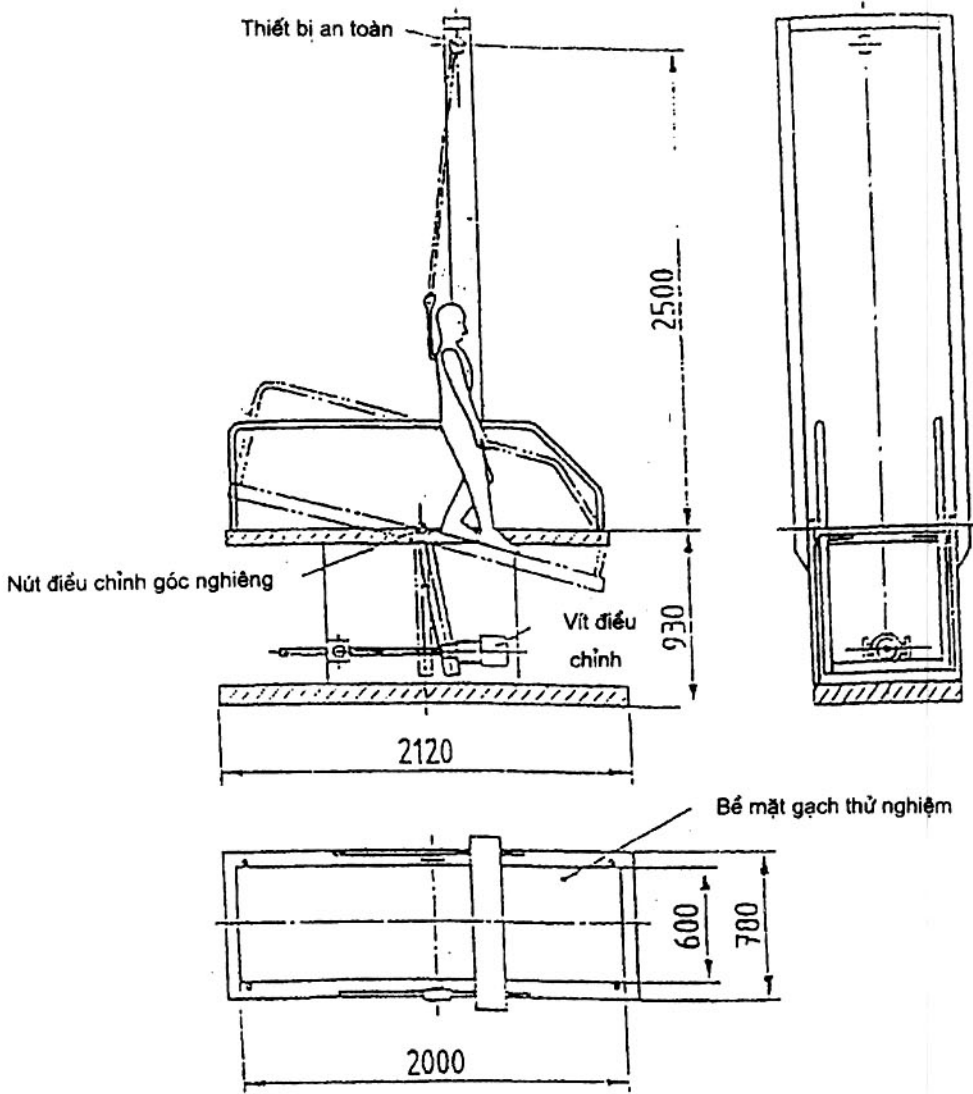
C.8 Tính kết quả

Tính giá trị trung bình từ tổng các góc tới hạn mà hai người thử nghiệm đạt, ghi báo cáo kết quả trên. Đồng thời, góc tới hạn của từng lần thử riêng lẻ nêu trong C.7 cũng phải được báo cáo.

Bảng C.1 - Chiều rộng mạch của diện tích thử nghiệm

Kích thước tính bằng milimét

Nhóm gạch	Kích thước gạch	Chiều rộng mạch
A	Tất cả các kích thước	8
B	< 100 x 100	2
	100 x 100	3
	150 x 100	3
	100 x 200	3
	200 x 200	3
	Gạch có ít nhất một cạnh dài hơn 200	5



Hình C.1 – Máy thử nghiệm (sàn nghiêng) kèm thiết bị an toàn



Hình C.2 – Đế cao su 4S