

TCVN 8013-2 : 2009

ISO 2598-2 : 1992

Xuất bản lần 1

**QUẶNG SẮT – XÁC ĐỊNH HÀM LƯỢNG SILIC –
PHẦN 2: PHƯƠNG PHÁP ĐO MÀU SAU KHI KHỬ
MOLYBDOSILICAT**

*Iron ores – Determination of silicon content –
Part 2: Reduced molybdosilicate spectrophotometric method*

HÀ NỘI – 2009

Lời nói đầu

TCVN 8013-2 : 2009 hoàn toàn tương đương với ISO 2598-2 : 1992.

TCVN 8013-2 : 2009 do Tiểu ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC102/SC2 *Quặng sắt – Phân tích hoá học* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ tiêu chuẩn TCVN 8013 (ISO 2598) *Quặng sắt – Xác định hàm lượng silic*, gồm có các phần sau:

- Phần 1: Phương pháp khối lượng
- Phần 2: Phương pháp đo màu sau khi khử molybdosilicat

Quặng sắt – Xác định hàm lượng silic – Phần 2: Phương pháp đo màu sau khi khử molybdosilicat

*Iron ores – Determination of silicon content –
Part 2: Reduced molybdosilicate spectrophotometric method*

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp đo màu sau khi khử molybdosilicat để xác định hàm lượng silic trong quặng sắt.

Phương pháp này áp dụng cho hàm lượng silic từ 0,1 % (khối lượng) đến 5,0 % (khối lượng) trong quặng sắt nguyên khai, tinh quặng và sắt kết khối, kể cả các sản phẩm thiêu kết, đặc biệt là đối với quặng có chứa flo.

Hàm lượng flo không ảnh hưởng đến phép xác định.

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 1664 (ISO 7764) Quặng sắt – Chuẩn bị mẫu thử đã sấy sơ bộ để phân tích hoá học.

TCVN 4851 (ISO 3696) Nước dùng để phân tích trong phòng thí nghiệm – Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử.

TCVN 7151 (ISO 648) Dụng cụ thí nghiệm bằng thủy tinh – Pipet một mức.

TCVN 7153 (ISO 1042) Dụng cụ thí nghiệm bằng thủy tinh – Bình định mức.

ISO 3082¹ Iron ores – Sampling and sample preparation procedures (Quặng sắt – Quy trình lấy mẫu và chuẩn bị mẫu).

¹ ISO 3082 : 2000 thay thế ISO 3081 : 1986, ISO 3082 : 1987 và ISO 3083 : 1986)

3 Nguyên tắc

Phân hủy phần mẫu thử bằng cách nung với natri tetraborat hoặc hỗn hợp nung chảy (cacbonat và tetraborat), và xử lý bằng axit nitric loãng.

Cho thêm amoni molybdat để chuyển silicat thành phức chất molybdosilicat và khử xanh molybden bằng axit ascorbic.

Phép đo màu hấp thụ phức chất xanh molybden ở bước sóng khoảng 600 nm.

4 Thuốc thử

Trong quá trình phân tích, chỉ sử dụng thuốc thử tinh khiết phân tích và chỉ dùng nước cất hoặc nước có độ tinh khiết tương đương.

4.1 Natri tetraborat ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$), khan.

4.2 Kali nitrat (KNO_3).

Sử dụng như trong Chú thích 6 của 7.4.1.

4.3 Hỗn hợp nung chảy

Trộn đều 100 g hỗn hợp (1+1) natri cacbonat khan (Na_2CO_3)/kali cacbonat khan (K_2CO_3) với 30 g natri tetraborat khan (4.1) và 0,5 g kali nitrat (4.2).

4.4 Axit nitric, ρ 1,4 g/ml, pha loãng 1 + 9.

4.5 Amoni molybdat $[(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$, dung dịch 120 g/l.

4.6 Axit oxalic ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), dung dịch 50 g/l.

4.7 Axit sulfuric, ρ 1,84 g/ml, pha loãng 1 + 3.

4.8 Axit ascorbic ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$), dung dịch 20 g/l.

Chuẩn bị dung dịch mới để sử dụng trong ngày.

4.9 Hydro peroxit, dung dịch 3 % (thể tích).

Chuẩn bị bằng cách pha loãng 1 + 9 dung dịch hydro peroxit [30 % (thể tích)]. Sử dụng như nêu tại Chú thích 9 của 7.4.1.

4.10 Dung dịch silic tiêu chuẩn, 50 μg Si/ml.

Nung một lượng silic dioxit ở nhiệt độ 1 050 °C, để nguội và cân 53,5 mg $\pm$ 0,1 mg cho vào chén bạch kim. Cho thêm 400 mg sắt(III) oxit và 4 g natri tetraborat (4.1) hoặc hỗn hợp nung chảy (4.3) và trộn đều.

Nung hỗn hợp đến nhiệt độ 1 100 °C (xem 7.4.1) cho đến khi thu được phần tan trong.

Để nguội và hòa tan trong 200 ml axit nitric (4.4), chuyển vào bình định mức 500 ml, pha loãng bằng nước đến vạch mức và lắc đều.

4.11 Dung dịch nền

Song song với dung dịch silic tiêu chuẩn (4.10), chuẩn bị dung dịch nền bằng 4 g natri tetraborat (4.1) hoặc hỗn hợp nung chảy (4.3) và 400 mg sắt(III) oxit như mô tả tại 4.10, nhưng không cho thêm silic dioxit.

5 Thiết bị, dụng cụ

Các thiết bị phòng thí nghiệm thông thường, kể cả pipet một mức và bình định mức phải phù hợp với các quy định của TCVN 7151 (ISO 648) và TCVN 7153 (ISO 1042), và

5.1 Chén bạch kim, dung tích 30 ml.

5.2 Lò múp, có thể duy trì ở nhiệt độ khoảng 1 100 °C.

5.3 Máy đo màu, phù hợp để đo độ hấp thụ ở bước sóng khoảng 600 nm.

6 Lấy mẫu và chuẩn bị mẫu

6.1 Mẫu phòng thí nghiệm

Để phân tích, sử dụng mẫu phòng thí nghiệm cỡ hạt nhỏ hơn 100 μ m, lấy và chuẩn bị mẫu theo ISO 3082. Trong trường hợp quặng có hàm lượng đáng kể nước liên kết hoặc các hợp chất có thể bị oxy hoá, sử dụng cỡ hạt nhỏ hơn 160 μ m.

CHÚ THÍCH 1 Hướng dẫn về hàm lượng đáng kể nước liên kết và các hợp chất có thể bị oxy hoá theo TCVN 1664 (ISO 7764).

6.2 Chuẩn bị mẫu thử đã sấy sơ bộ

Trộn đều mẫu phòng thí nghiệm và tiến hành lấy các mẫu đơn, từ đó lấy ra các mẫu thử sao cho đảm bảo tính đại diện cho toàn bộ mẫu trong thùng. Sấy mẫu thử ở 105 °C $\pm$ 2 °C theo TCVN 1664 (ISO 7764). (Đây là mẫu thử đã sấy sơ bộ).

7 Cách tiến hành

7.1 Số phép xác định

Tiến hành phân tích độc lập ít nhất hai phép xác định trên một mẫu thử đã sấy sơ bộ, theo Phụ lục A.

CHÚ THÍCH 2 Khái niệm “độc lập” có nghĩa là kết quả thứ hai và bất kỳ kết quả ngoại suy nào không bị ảnh hưởng bởi các kết quả trước. Đối với phương pháp phân tích cụ thể này, điều kiện này hàm ý là việc lặp lại quy trình được thực hiện do cùng người thao tác tại thời điểm khác hoặc do một người thao tác khác, kể cả việc hiệu chuẩn lại thích hợp trong mỗi trường hợp.

7.2 Phần mẫu thử

Lấy một số mẫu đơn, cân khoảng 0,5 g mẫu thử đã sấy sơ bộ theo 6.2, chính xác đến 0,000 2 g.

CHÚ THÍCH 3 Thao tác lấy và cân mẫu phải nhanh để tránh hấp thụ lại độ ẩm.

7.3 Phép thử trắng và phép thử kiểm tra

Trong mỗi loạt phép thử, một phép thử trắng và một phép phân tích chất chuẩn được chứng nhận cùng loại quặng được tiến hành song song với phép phân tích các mẫu quặng trong cùng một điều kiện. Mẫu thử đã sấy sơ bộ của chất chuẩn được chứng nhận được chuẩn bị theo 6.2.

CHÚ THÍCH 4 Chất chuẩn được chứng nhận phải cùng loại với mẫu phân tích và tính chất của hai mẫu phải gần giống nhau để đảm bảo, trong cả hai trường hợp, không cần có sự thay đổi đáng kể trong quy trình phân tích.

Khi thực hiện phân tích vài mẫu cùng lúc, có thể sử dụng giá trị phép thử trắng cho một lần thử, với điều kiện sử dụng cùng quy trình và sử dụng cùng chai thuốc thử.

Khi thực hiện phân tích cùng lúc vài mẫu của cùng loại quặng, có thể dùng chung kết quả phân tích của chất chuẩn được chứng nhận.

7.4 Phép xác định

7.4.1 Phân huỷ phần mẫu thử

Trộn phần mẫu thử (7.2) với 4 g natri tetraborat (4.1) hoặc hỗn hợp nung chảy (4.3) trong chén bạch kim (5.1). (Xem chú thích 5 và 6).

Đậy nắp chén bạch kim và nung trong lò múp (5.2) đến nhiệt độ 1 100 °C. Duy trì ở nhiệt độ này cho đến khi phần mẫu thử bị hòa tan hoàn toàn. (Xem chú thích 7).

Để nguội chén bạch kim (xem chú thích 8), đặt chén trong cốc thủy tinh 600 ml có chứa 200 ml axit nitric (4.4) và hòa tan khối chảy đã để nguội ở nhiệt độ thấp hơn 90 °C. (Xem chú thích 9).

Để nguội dung dịch, rửa vào bình định mức 500 ml, pha loãng bằng nước đến vạch mức và lắc đều. (Đây là dung dịch thử).

CHÚ THÍCH

5 Để giảm thiểu sự ăn mòn chén bạch kim, cần nung chảy trước 2 g natri tetraborat (4.1) hoặc hỗn hợp nung chảy (4.3) trong chén và lắc tròn khi để nguội để phủ thành phía dưới của chén. Trộn đều 2 g natri tetraborat hoặc hỗn hợp nung chảy còn lại với phần mẫu thử trên bề mặt của khối chảy đã để nguội và sau đó nung chảy.

6 Khi nung với natri tetraborat (4.1), cần thêm 0,1 g kali nitrat (4.2) vào mẫu có chứa các nguyên tố khử hoặc sulfua, để đẩy nhanh việc phân hủy và tránh mọi ảnh hưởng đến chén.

7 Lắc khối chảy trong quá trình nung sẽ hỗ trợ rất lớn sự hòa tan phần mẫu thử. Thông thường tiến hành trong 15 min là đủ; tuy nhiên cần phải tiếp tục nung cho đến khi phần mẫu thử hòa tan hoàn toàn.

8 Để sự hòa tan khối chảy đã nguội một cách nhanh chóng, cần lắc tròn khối chảy trong quá trình làm nguội, để làm cho nó đóng rắn thành màng mỏng đều trên thành trong của chén. Nung nhẹ trong quá trình lắc tròn có thể hỗ trợ quá trình này.

9 Mẫu có hàm lượng mangan cao có thể là nguyên nhân gây sự vẩn đục. Trong trường hợp này, cho thêm một vài giọt dung dịch hydro peroxit (4.9) và đun đến sôi trong thời gian tối thiểu cần thiết để phân hủy hết hydro peroxit dư.

7.4.2 Chuẩn bị dung dịch thử trắng

Tiến hành song song với việc nung phần mẫu thử, tiến hành nung lần thứ hai sử dụng toàn hóa chất và quy trình như mô tả trong 7.4.1, nhưng không có mẫu thử.

Hòa tan khối chảy đã để nguội, xử lý khối chảy theo cách tương tự như đối với dung dịch thử, pha loãng bằng nước trong bình định mức đến 500 ml và lắc đều.

7.4.3 Phép đo màu

Chuyển 5,0 ml dung dịch thử vào bình định mức 100 ml. Cho thêm 2 ml axit nitric (4.4) và 5,0 ml dung dịch amoni molybdat (4.5).

Trộn đều dung dịch và để yên trong 5 min.

Lần lượt cho thêm nhanh các hóa chất sau, lắc đều sau mỗi lần cho thêm: 10,0 ml dung dịch axit oxalic (4.6), 5,0 ml axit sulfuric (4.7) và 5,0 ml dung dịch axit ascorbic (4.8). Thời gian tối đa để cho thêm không quá 3 min. Cuối cùng trộn đều, để yên dung dịch trong 1 min, pha loãng bằng nước đến vạch mức và lắc đều.

Sau 5 min tiếp theo đo độ hấp thụ của dung dịch thử và dung dịch thử trắng trong cuvet 10 mm, dùng nước làm so sánh.

Phản phù hợp của đường cong hấp thụ để đo nằm ở khoảng 600 nm. Hiệu chỉnh độ hấp thụ của dung dịch thử với độ hấp thụ của dung dịch thử trắng.

CHÚ THÍCH 10 Thông tin dưới đây được coi là sự biểu thị về độ nhạy của phương pháp 0,250 mg Si/100 ml được xác định bằng đèn hơi thủy ngân và kính lọc Hg 578 thu được độ hấp thụ là 0,55 khi độ dài đường quang bằng 1 cm.

7.5 Xây dựng đường chuẩn

Để vẽ đường chuẩn, xác định phần dung dịch silic tiêu chuẩn (4.10) và thêm đến 5,0 ml một lượng tương ứng dung dịch nền (4.11) theo Bảng 1.

CHÚ THÍCH 11 Khi tiến hành chuẩn bị dung dịch thử và dung dịch xây dựng đường chuẩn cần phải sử dụng cùng loại hóa chất nung.

Bảng 1 – Phần dung dịch

Dung dịch silic tiêu chuẩn (4.10) ml	Dung dịch nền (4.11) ml	Khối lượng Si trong phần dung dịch 5 ml mg	Hàm lượng silic trong 0,50 g mẫu % (khối lượng)
0,00	5,0	0,00	0,0
0,10	4,9	0,005 0	0,10
0,20	4,8	0,010	0,20
0,50	4,5	0,025	0,50
1,00	4,0	0,050	1,00
3,00	2,0	0,150	3,00
5,00	0,0	0,25	5,00

Xử lý dung dịch này theo 7.4.3, hiệu chỉnh độ hấp thụ với độ hấp thụ thu được từ dung dịch xây dựng đường chuẩn zero. Vẽ độ hấp thụ tính được theo độ dài đường quang bằng 1 cm trong hệ tọa độ Đề-các-tơ vuông theo khối lượng silic xác định theo trục tung. Sử dụng độ dốc Z của đồ thị để tính hàm lượng silic tính theo phần trăm khối lượng.

8 Biểu thị kết quả

8.1 Tính hàm lượng silic

Hàm lượng silic, w_{Si} , biểu thị bằng phần trăm khối lượng, tính đến số thập phân thứ tư, sử dụng công thức

$$w_{Si} = \frac{A \times 10}{m} \quad (1)$$

trong đó

A độ hấp thụ của dung dịch thử, hiệu chỉnh theo độ hấp thụ của dung dịch thử trắng (7.4.2) và sử dụng độ dài đường quang bằng 1 cm;

m khối lượng của phần mẫu thử, tính bằng gam.

8.2 Xử lý chung các kết quả

8.2.1 Độ lặp lại và sai số cho phép

Độ chụm của phương pháp phân tích này, biểu thị bằng các phương trình hồi quy sau:

$$r = 0,020\ 9\ X + 0,014\ 8 \quad (2)$$

$$P = 0,026\ 4\ X + 0,115\ 1 \quad (3)$$

$$\sigma_r = 0,007\ 4\ X + 0,005\ 2 \quad (4)$$

$$\sigma_L = 0,007\ 8\ X + 0,041\ 7 \quad (5)$$

trong đó

X hàm lượng silic trong mẫu thử đã sấy sơ bộ, biểu thị bằng phần trăm khối lượng, được tính như sau:

- dùng công thức (2) và (4) trong cùng phòng thí nghiệm: trung bình số học của kết quả song song;
- dùng công thức (3) và (5) giữa các phòng thí nghiệm: trung bình số học kết quả cuối cùng (8.2.3) của hai phòng thí nghiệm.

r sai số cho phép trong một phòng thí nghiệm (độ lặp lại);

P sai số cho phép giữa các phòng thí nghiệm;

σ_r độ lệch chuẩn trong một phòng thí nghiệm;

σ_L độ lệch chuẩn giữa các phòng thí nghiệm;

8.2.2 Chấp nhận kết quả phân tích

Kết quả nhận được với chất chuẩn được chứng nhận phải đảm bảo sao cho chênh lệch giữa kết quả này và giá trị chứng nhận của chất chuẩn là không có ý nghĩa thống kê. Đối với chất chuẩn được chứng nhận đã được ít nhất 10 phòng thí nghiệm phân tích, sử dụng các phương pháp có thể tương thích về độ chính xác và độ chụm với phương pháp này, có thể sử dụng công thức sau để kiểm tra giá trị tuyệt đối của hiệu số:

$$|A_c - A| \leq 2 \sqrt{\frac{S_{Lc}^2 + \frac{S_{wc}^2}{n_{wc}}}{N_c} + \sigma_L^2 + \frac{\sigma_r^2}{n}} \quad (6)$$

trong đó

- A_c giá trị chứng nhận;
- A kết quả hoặc trung bình các kết quả nhận được từ chất chuẩn được chứng nhận;
- S_{Lc} độ lệch chuẩn giữa các phòng của các phòng thí nghiệm được chứng nhận;
- S_{wc} độ lệch chuẩn trong phòng thí nghiệm được chứng nhận;
- n_{wc} số trung bình các phép thử song song trong các phòng thí nghiệm được chứng nhận;
- N_c số phòng thí nghiệm được chứng nhận;
- n số phép thử lặp lại trên chất chuẩn (trong hầu hết các trường hợp $n = 1$);
- σ_L và σ_r như giải thích tại 8.2.1.

Nếu thoả mãn điều kiện (6), tức là nếu vế trái của công thức là nhỏ hơn hoặc bằng vế phải, thì hiệu số $|A_c - A|$ là không có ý nghĩa về mặt thống kê, trường hợp khác là có đáng kể.

Khi sự chênh lệch là đáng kể, phải lặp lại phép phân tích, đồng thời với phân tích mẫu thử. Nếu chênh lệch vẫn đáng kể, phải lặp lại quy trình, sử dụng chất chuẩn được chứng nhận khác của cùng loại quặng.

Khi khoảng của hai giá trị của mẫu thử nằm ngoài giới hạn r tính theo công thức (2) trong 8.2.1 phải tiến hành một hoặc một số phép thử bổ sung theo sơ đồ nêu trong Phụ lục A, tiến hành đồng thời với phép phân tích chất chuẩn được chứng nhận của cùng loại quặng.

Việc chấp nhận các kết quả đối với mẫu thử trong từng trường hợp phải phụ thuộc việc chấp nhận các kết quả của chất chuẩn được chứng nhận.

CHÚ THÍCH 12 Khi thông tin về chất chuẩn được chứng nhận không đầy đủ phải sử dụng quy trình sau:

- a) nếu không đủ dữ liệu cho phép đánh giá độ lệch chuẩn giữa các phòng thí nghiệm, bỏ biểu thức S_{wc}^2/n_{wc} và coi S_{Lc} là độ lệch chuẩn trung bình phòng thí nghiệm;
- b) nếu việc chứng nhận mới chỉ thực hiện ở một phòng thí nghiệm hoặc nếu thiếu kết quả giữa các phòng thí nghiệm, thì không sử dụng chất đó cho mục đích này. Trong trường hợp buộc phải sử dụng thì áp dụng công thức.

$$|A_c - A| \leq 2\sqrt{2\sigma_L^2 + \frac{\sigma_r^2}{n}} \quad (7)$$

8.2.3 Tính kết quả cuối cùng

Kết quả cuối cùng là trung bình số học của các giá trị phân tích được chấp nhận cho mẫu thử, hoặc được xác định theo quy định trong Phụ lục A, tính đến số thập phân thứ tư và làm tròn đến số thập phân thứ hai như sau:

- a) nếu số thập phân thứ ba nhỏ hơn 5 thì bỏ đi và giữ nguyên số thập phân thứ hai;

- b) nếu số thập phân thứ ba bằng 5 và số thập phân thứ tư khác 0, hoặc số thập phân thứ ba lớn hơn 5 thì tăng số thập phân hai lên một đơn vị;
- c) nếu số thập phân thứ ba bằng 5 và số thập phân thứ tư bằng 0 thì bỏ số 5 và giữ nguyên số thập phân thứ hai khi nó là 0, 2, 4, 6 hoặc 8 và tăng lên một đơn vị khi nó là 1, 3, 5, 7 hoặc 9.

8.3 Tính hàm lượng silic oxit

Hàm lượng silic oxit biểu thị bằng phần trăm khối lượng, tính theo công thức

$$w_{SiO_2}(\%) = 2,139 w_{Si}(\%) \quad (8)$$

9 Báo cáo thử nghiệm

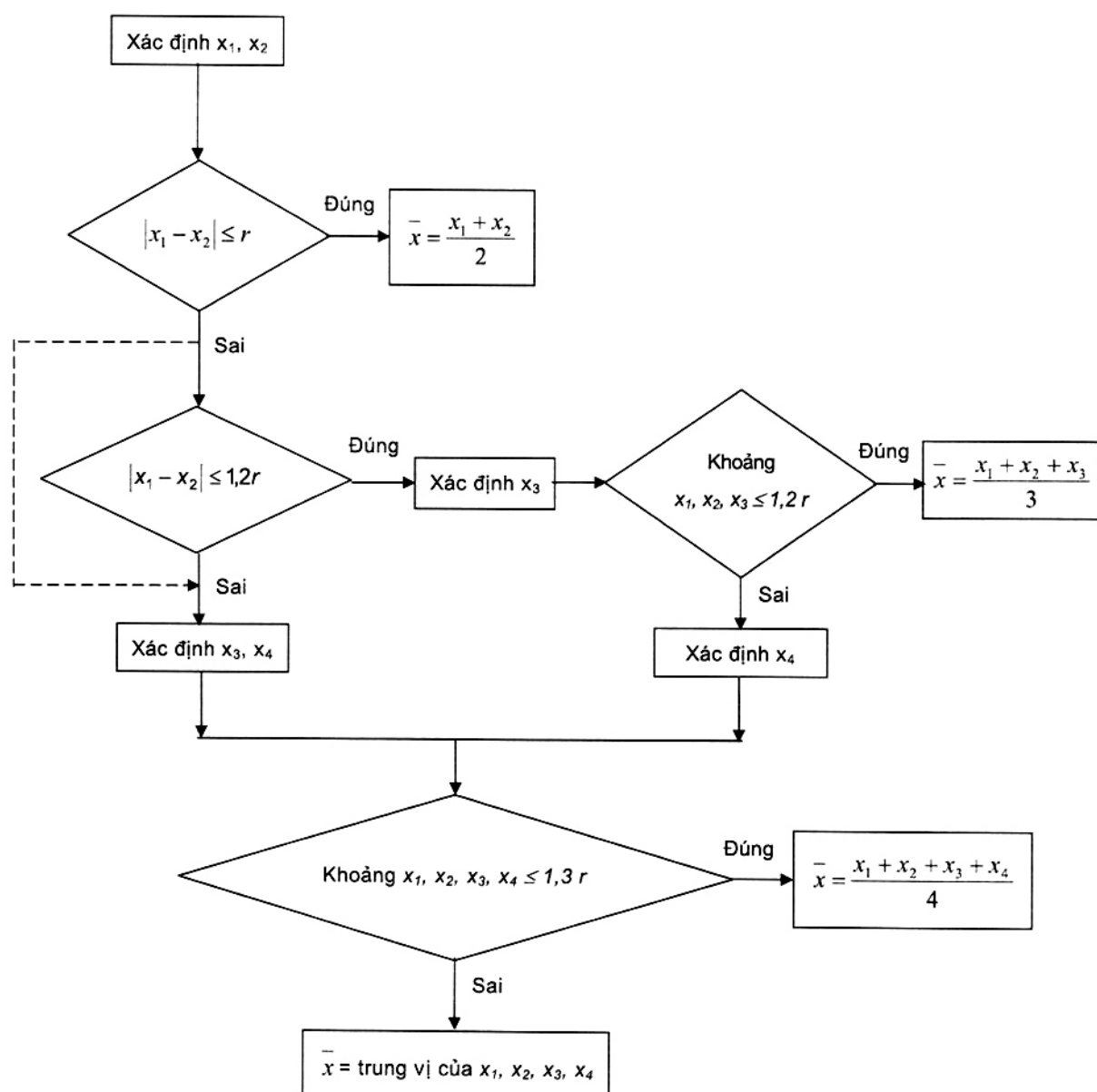
Báo cáo thử nghiệm gồm các thông tin sau:

- a) tên và địa chỉ phòng thử nghiệm;
- b) ngày tháng báo cáo kết quả;
- c) viện dẫn tiêu chuẩn này;
- d) các chi tiết cần thiết để nhận biết mẫu;
- e) kết quả phân tích;
- f) số tham chiếu của phiếu kết quả;
- g) bất kỳ các đặc điểm đã ghi nhận trong quá trình xác định, các thao tác không quy định trong tiêu chuẩn này có thể ảnh hưởng đến kết quả của mẫu thử hoặc chất chuẩn được chứng nhận.

Phụ lục A

(quy định)

Sơ đồ quy trình chấp nhận giá trị phân tích đối với mẫu thử



r: như xác định trong 8.2.1.

Phụ lục B

(tham khảo)

Nguồn gốc của các phương trình độ lặp lại và sai số cho phép

Các phương trình hồi quy trong 8.2.1 được rút ra từ những kết quả thử của chương trình phân tích quốc tế tiến hành trong năm 1970 và 1971 thực hiện trên năm mẫu quặng do 33 phòng thí nghiệm của 12 quốc gia thực hiện.

Đồ thị xử lý các dữ liệu về độ chụm được nêu trong Phụ lục C.

Các mẫu thử đã sử dụng được liệt kê trong Bảng B.1.

CHÚ THÍCH

13 Báo cáo của chương trình thử nghiệm quốc tế và phân tích thống kê các kết quả (tài liệu ISO/TC102/SC2 N 225, tháng 06/1971) được lưu tại Ban thư ký ISO/TC102/SC2 hoặc Ban thư ký ISO/TC102.

14 Phân tích thống kê được trình bày phù hợp với các nguyên tắc của TCVN 6910 (ISO 5725) *Độ chính xác (độ đúng và độ chụm) của phương pháp đo và kết quả đo – Xác định độ lặp lại và độ tái lập của phương pháp thử tiêu chuẩn bằng các phép thử giữa các phòng thí nghiệm..*

Bảng B.1 – Hàm lượng silic trong mẫu thử

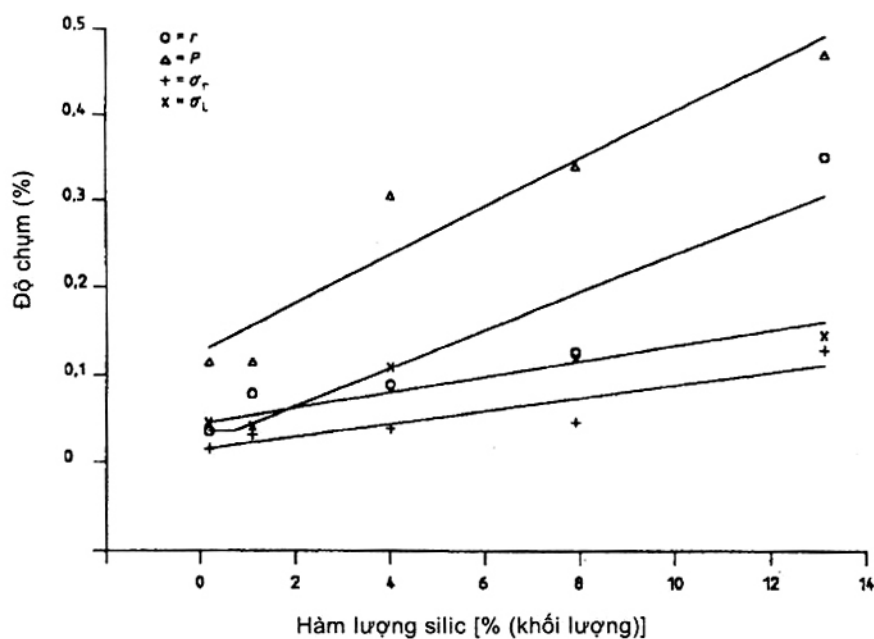
Mẫu	Hàm lượng silic, % khối lượng
Quặng Palabora	0,20
Cát chứa sắt Philipin	1,06
Quặng Thụy Điển	3,95
Quặng thiêu kết Anh	7,85
Quặng Krivov-Rog	12,95

Phụ lục C

(tham khảo)

Các dữ liệu về độ chụm thu được từ chương trình phân tích quốc tế

CHÚ THÍCH Hình C.1 là sự biểu thị bằng đồ thị các phương trình nêu trong 8.2.1.



Hình C.1 – Tương quan bình phương tối thiểu của độ chụm so với hàm lượng silic X