

ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI VÀ THÀNH PHẦN HÓA HỌC CỦA ZIRCON TRONG GRANITOID KHỐI NÂNG PHAN SI PAN: Ý NGHĨA CỦA CHÚNG TRONG VIỆC XÁC ĐỊNH NGUỒN GỐC ĐÁ VÀ LỰA CHỌN CHO PHÂN TÍCH ĐỒNG VỊ

PHẠM THỊ DUNG, TRẦN TRỌNG HÒA, TRẦN TUẤN ANH, NGÔ THỊ PHƯƠNG,
NGUYỄN VIỆT Ý, HOÀNG THỊ VIỆT HẰNG, VŨ THỊ THƯƠNG, VŨ HOÀNG LY

E-mail: ptdung1978@yahoo.com

Viện Địa chất - Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Ngày nhận bài: 12 - 5 - 2011

1. Mở đầu

Zircon là khoáng vật phụ thường gặp trong các biến loại đá magma. Nó có khả năng bền vững đối với các quá trình địa chất như bào mòn, vận chuyển hay biến chất cao, vì vậy nó có thể đóng vai trò như dấu hiệu chỉ thị thạch học và có khả năng lưu giữ các đặc điểm nguyên thủy của đá nguồn. Nhiều nghiên cứu [4-6, 8, 10, 11, 14, 16, 19-25, 27] đã cho thấy, hình thái học của tinh thể zircon và các đặc trưng hóa học của nó là những dấu hiệu hữu ích cho việc nhận dạng đặc trưng miền nguồn của các thành tạo đá, điều kiện hóa lý, vai trò của pha fluid, quá trình trộn lẫn và hỗn nhiễm,... Quá trình phân loại nguồn gốc hình thái zircon được đề xuất và đã được ứng dụng thành công trong thạch luận các đá magma, biến chất và trầm tích [23, 24] và trong phân loại nguồn gốc các đá granit [24, 25]. Nghiên cứu hình thái học cho thấy, zircon có thể kết tinh trong các giai đoạn thành tạo magma, tùy thuộc chủ yếu vào thành phần magma và hoạt động của pha fluid (do hành vi của zircon là nguyên tố thể hiện tính không tương thích cao) [21, 23, 24]. Tùy theo môi trường kết tinh mà zircon có các hình thái khác nhau, tương ứng với nó là nhiệt độ khác nhau [22] và sự cân bằng giữa tỷ lệ nhôm-kiểm cũng khác nhau [23]. Hình dạng tinh thể zircon thay đổi còn tùy thuộc vào tổ hợp các khoáng vật cộng sinh với nó.

Các nghiên cứu cũng chỉ ra rằng: ngoài hình thái thì đặc điểm hóa học, nguyên tố hiếm-vết, đặc điểm đồng vị của zircon cũng là các dấu hiệu chỉ thị cho kiểu nguồn gốc đá [4, 6, 27].

Tại Việt Nam, các công trình nghiên cứu về zircon chưa nhiều, trong khi đó, các ứng dụng về zircon, nhất là việc sử dụng chúng trong phân tích đồng vị lại rất phổ biến bởi chúng cho thông tin khá rõ về miền nguồn đá magma. Có rất nhiều công trình công bố gần đây đã sử dụng zircon cho phân tích đặc điểm đồng vị và tuổi đồng vị. Các công trình này đã góp phần định lượng hóa thông tin, đặc biệt về tuổi thành tạo. Mặc dù zircon được sử dụng nhiều trong phân tích tuổi đồng vị song việc xác định nó là zircon nguyên sinh hay ngoại lai còn ít được quan tâm; điều đó ảnh hưởng rất lớn đến việc luận giải như: trong cùng một đối tượng nghiên cứu, các hạt zircon này cho một mức tuổi thành tạo, các hạt zircon khác lại cho mức tuổi thành tạo khác. Mặt khác, giá phân tích đồng vị và tuổi đồng vị từ các hạt zircon thường là rất đắt, chưa kể việc gia công, tuyển chọn chúng cũng rất mất thời gian. Vì vậy, cần có số lượng mẫu hợp lý và tin cậy nhằm giảm chi phí.

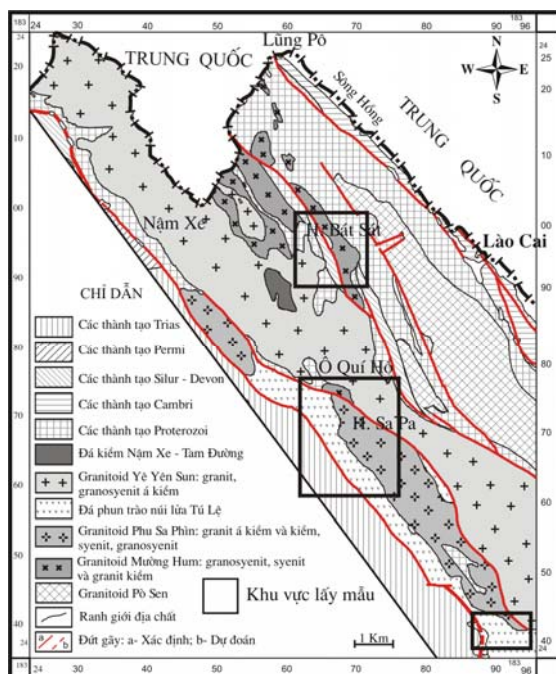
Trong bài báo này, các tác giả trình bày một số kết quả nghiên cứu về đặc điểm hình thái và đặc trưng địa hóa của khoáng vật zircon trong granitoid Mường Hum, Phú Sa Phìn và Yên Yên Sun với mục

đích xác lập các tiêu chí nhận dạng zircon nguyên sinh và trên cơ sở đặc trưng địa hóa của zircon để phân loại nguồn gốc đá.

2. Sơ lược đặc điểm địa chất, thạch học của granitoid khu vực nghiên cứu

Khối nâng Phan Si Pan trên lãnh thổ Tây Bắc Việt Nam là một đới kéo dài phương tây bắc-đông nam khoảng 300km trên lãnh thổ Việt Nam, phía Đông Bắc tiếp giáp với đới Sông Hồng, còn phía Tây Nam được ngăn cách với rift nội lục Paleozoi muộn - Mesozoi sớm Sông Đà và Tú Lệ [31] bởi các đứt gãy sâu. Lịch sử hình thành và tiến hoá của khối nâng Phan Si Pan gắn liền với lịch sử hình thành và tiến hoá rìa tây nam của khối nền nam Trung Hoa (khối Dương Tử). Phần lớn diện tích của khối nâng Phan Si Pan được cấu thành từ các thành tạo magma xâm nhập thành phần trung tính axit - loạt kiềm vôi, á kiềm và kiềm có tuổi rất khác nhau: tiền Cambri, Paleozoi muộn - Mesozoi sớm và Kainozoi sớm [31].

Các xâm nhập thành phần axit Phanerozoic bao gồm các thành tạo granitoid: Mượ̀ng Hum, Yê Yên Sun và Phu Sa Phìn. Đặc điểm phân bố của chúng được thể hiện trên hình 1.



Hình 1. Sơ đồ địa chất và vị trí khu vực nghiên cứu trên khối nâng Phan Si Pan

2.1. Đặc điểm địa chất, thạch học của granitoid Mượ̀ng Hum

Granitoid kiểu Mượ̀ng Hum được cho là thành phần chính của 5-6 khối xâm nhập riêng biệt trên khối nâng Phan Si Pan (chủ yếu phân bố phía đông bắc khối granit Yê Yên Sun), trong đó khối lớn nhất và được nghiên cứu chi tiết nhất là khối Mượ̀ng Hum, nằm ở phía đông thị trấn cùng tên thuộc huyện Bát Xát-Lào Cai. Khối có dạng kéo dài theo hướng tây bắc - đông nam hơn 20km, từ đèo Bản Xèo đến suối Nậm Pông Hồ.

Các đá granitoid Mượ̀ng Hum bị cả ép phân dải, phân phiến mạnh toàn bộ khối xâm nhập theo phương tây bắc - đông nam, ở phần rìa khối và dọc theo các đứt gãy phương tây bắc - đông nam các đá granitoid kiềm và các đá vây quanh còn bị gneis hóa, cataclazit hóa, milonit hóa mạnh mẽ. Thành phần thạch học chủ yếu là granit kiềm, granosyenit, syenitodiorit thạch anh, granit arfvedsonit-aegirin,... Thành phần khoáng vật gồm: feldspar kali, plagioclas, thạch anh, amphibol (arfvedsonit), pyroxen (aegirin), bioitit. Khoáng vật phụ bao gồm: sphen, apatit, zircon, orthit,...

Theo Phan Viết Kỳ (1995) trong [32], các đá granitoid Mượ̀ng Hum thuộc cả kiểu I và S-granit [32] trong khi đó Nguyễn Trung Chí (2004) cho các thành tạo này thuộc kiểu A granit [30].

Kết quả phân tích tuổi đồng vị Rb-Sr đối với các thành tạo granitoid Mượ̀ng Hum cho 75 tr.n ứng với Creta muộn [30]. Tuy nhiên, kết quả phân tích bằng SHRIMP đối với zircon trong granitoid Mượ̀ng Hum thu thập ở đèo Bản Xèo cho 3 mức tuổi đồng vị: 256 ± 5 tr.n (10 phân tích), $52,1 - 46,3$ tr.n (7 phân tích) và $36,2$ tr.n (1 phân tích) [15].

Như vậy, chỉ xét riêng về tuổi đồng vị của granit kiềm Mượ̀ng Hum đã có những số liệu rất khác nhau và cần được lý giải thỏa đáng.

2.2. Đặc điểm địa chất, thạch học của granitoid Phu Sa Phìn

Granitoid Phu Sa Phìn bao gồm các xâm nhập granitoid á kiềm và kiềm phổ biến trong trung Tú Lệ cũng như trên ranh giới giữa khối nâng Phan Si Pan và rift Sông Đà, trước đây được định tuổi là Mesozoi muộn [9]. Đó là các xâm nhập nông, đôi khi dạng á núi lửa, kích thước nhỏ và trung bình, chúng có mối liên quan chặt chẽ về không gian và

thành phần với các tổ hợp núi lửa felsic-kiềm của trung Tú Lệ. Khối có diện tích lớn nhất là khối Phu Sa Phìn nằm ở phía nam của cấu trúc này. Các khối cấu thành chủ yếu từ granosyenit, ít hơn có syenit và granit hạt vừa đến nhỏ, kiến trúc dạng porphyrit với các ban tinh là feldspar kali hoặc plagioclas. Trong khối Phu Sa Phìn khá phổ biến syenit hoặc granosyenit hạt lớn với các ban tinh kích thước lớn của feldspar kali. Thành phần khoáng vật trong granitoid chủ yếu gồm: thạch anh, feldspar kali, plagioclas, amphibol (hornblen, afvedsonit), biotit. Khoáng vật phụ phổ biến là apatit, zircon, sphen, fluorit, trong một số biến loại syenit và granosyenit còn gặp granat.

Tuổi của granitoid Phu Sa Phìn trước đây được xác định tương ứng với Creta sớm (xác định bằng phương pháp Rb-Sr [30] và Ar-Ar [2]); hiện nay, theo kết quả phân tích U-Pb (bằng phương pháp SHRIMP) của Nguyễn Trường Giang (2003) [12] và các tài liệu phân tích mới thu được của các tác giả bài viết này (tài liệu chưa công bố) cho kết quả tuổi tương ứng với Permi muộn - Trias sớm (261-248tr.n) và phù hợp với tuổi của các đá núi lửa felsic đi kèm.

2.3. Đặc điểm địa chất, thạch học của granitoid Yê Yên Sun

Theo các nghiên cứu trước đây, granitoid Yê Yên Sun được cho là một khối granitoid cấu tạo nên phần chủ yếu của dãy Phan Si Pan [9].

Khối Yê Yên Sun có dạng kéo dài theo hướng tây bắc-đông nam, tới 140km (từ biên giới Việt-Trung đến vùng thượng nguồn suối Năm Qua, tây nam Văn Bàn), hơi phình ra ở hai đầu và thót lại ở giữa, diện tích gần 1.000km². Thành phần thạch học chủ yếu của khối gồm granosyenit biotit-amphibol, granit biotit-amphibol, granit biotit và granit sáng màu. Thành phần khoáng vật chủ yếu gồm: feldspar kali, plagioclas, thạch anh, biotit, ít amphibol. Khoáng vật phụ gồm: zircon, apatit, sphen,.... Đã quan sát được các granit hạt nhỏ, sáng màu, không bị biến dạng xuyên cắt rõ rệt granit hạt trung có cấu tạo phân dải rõ [15].

Tuổi của granit sáng màu phức hệ Yê Yên Sun trước đây được xác định bằng phương pháp K-Ar cho kết quả là 41-52tr.n [9] và 35tr.n. [29]. Kết quả này gần với kết quả phân tích tuổi đồng vị U-Pb bằng phương pháp LA-ICP-MS cho tuổi 30,7±1,9tr.n [15] và cũng phù hợp với kết quả phân

tích tuổi đồng vị (U-Pb) của titanit trong granit sáng màu khối Jinping (phần kéo dài của khối Yê Yên Sun trên lãnh thổ Trung Quốc [37]). Tuổi của granit biotit bị biến dạng giàu Nb-Ta-Zr được xác định là Permi (260tr.n) [15].

2. Phương pháp tách mẫu và phân tích

Với mục đích nghiên cứu đặc điểm hình thái và đặc trưng thành phần của zircon, chúng tôi đã tiến hành thu thập và gia công một số mẫu đá granitoid Mường Hum, Phu Sa Phìn, Yê Yên Sun để tách các hạt zircon. Quy trình tách zircon có thể tóm tắt như sau: (i) mẫu được đập và nghiền đến cấp hạt 1mm, sau đó được phân ra các cấp hạt: 1-0,63mm, 0,63-0,315mm và <0,315mm; (ii) phần cấp hạt <0,315mm được rửa và đãi bằng nước ấm để tách bớt phần nhẹ, phần còn lại sẽ được đem sấy khô; (iii) mẫu sau khi sấy khô sẽ được tách bằng dung dịch nặng Bromofoc trong các cốc thủy tinh; (iv) phần nặng được lấy ra và rửa bằng axeton, sau đó sấy khô; (v) Phần nặng sau khi được tuyển từ và điện từ sẽ được mang nhạt zircon và mô tả đặc điểm hình thái cấu trúc tinh thể của chúng dưới kính hiển vi soi nổi Stemi 2000C.

Thành phần hóa học của zircon được phân tích bằng phương pháp microzond, thực hiện trên máy CAMEBAX-KeveX ở 15keV, 20nA tại Viện Địa chất và Khoáng vật học, phân viện Siberi, viện HLKH Nga.

4. Kết quả nghiên cứu

4.1. Đặc điểm hình thái

4.1.1. Zircon trong granitoid Mường Hum

- Dạng tinh thể: chủ yếu là tinh thể lăng trụ tứ phương {100}, {110} và lưỡng tháp tứ phương {111}. Các hạt zircon ở đây khá nguyên vẹn, giữ nguyên hình dạng tinh thể, phổ biến chủ yếu là dạng hạt đẳng thước, có ít hạt ngắn (ảnh 1), tương ứng với kiểu P và D trong hình 2.

- Màu sắc: từ không màu, vàng nhạt sắc nâu, vàng nâu đến đỏ sắc nâu, phổ biến loại có màu vàng nâu hoặc nâu vàng.

- Ánh: kim cương; vết vỡ không bằng phẳng hoặc vỏ sò.

- Kích thước: các hạt zircon có kích thước dao động trong khoảng 0,15×0,05mm - 0,02×0,015mm.

4.1.2. Zircon trong granitoid Phu Sa Phìn

- Dạng tinh thể: phổ biến có dạng hình lưỡng tháp tứ phương, ít hơn là lăng trụ tứ phương, có tinh thể khá nguyên vẹn, tương ứng với kiểu P trong hình 2 (ảnh 2).

- Màu sắc: từ không màu, vàng sắc nâu, khá trong suốt.

- Ánh: kim cương; vết vỡ không bằng phẳng.

- Kích thước: các hạt zircon có kích thước khá nhỏ dao động trong khoảng $0,05 \times 0,03\text{mm}$ - $0,02 \times 0,015\text{mm}$, rất ít hạt có kích thước $0,1 \times 0,04$ - $0,1 \times 0,03\text{mm}$.

4.1.3. Zircon trong granitoid Yê Yên Sun

- Dạng tinh thể: Các hạt zircon ở đây có hình dạng tinh thể khá nguyên vẹn, chủ yếu có dạng đẳng thước, tinh thể lăng trụ tứ phương, thường tương ứng với kiểu S và kiểu P trong hình 2 (ảnh 3), có ít hạt không còn giữ nguyên độ sắc cạnh của tinh thể, cạnh tinh thể bị mài tròn.

- Màu sắc: không màu, màu vàng sắc nâu, màu nâu tím, màu vàng sắc hồng; nhìn chung chúng đều trong suốt.

- Ánh: kim cương; vết vỡ không bằng phẳng hoặc vô sò.

- Kích thước: các hạt zircon có kích thước dao động trong khoảng $0,2 \times 0,05\text{mm}$ - $0,03 \times 0,015\text{mm}$.

4.2. Thành phần hóa học của zircon

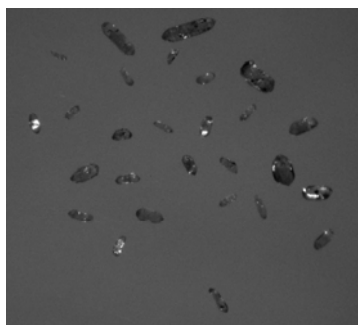
Kết quả phân tích thành phần hóa học của zircon trong granit kiềm Mường Hum, granit, granosyenit Phu Sa Phìn cho thấy:

Đối với granitoid Mường Hum, có tất cả 36 kết quả phân tích từ 36 hạt zircon, trong đó hàm lượng ZrO_2 dao động trong khoảng từ 63,05 đến 68,19%, hàm lượng SiO_2 dao động trong khoảng từ 31,31 đến 32,96% (bảng 1).

Đối với granitoid Phu Sa Phìn, có 22 kết quả phân tích từ 22 hạt zircon. Trong đó, hàm lượng ZrO_2 dao động trong khoảng từ 60,60 đến 68,35%, hàm lượng SiO_2 dao động trong khoảng từ 31,12 đến 33,07% (bảng 1).

Hàm lượng HfO_2 trong zircon từ granitoid Mường Hum và Phu Sa Phìn thường <2% (bảng 1, hình 3), tỷ lệ Zr/Hf trong zircon từ các đá granitoid Mường Hum dao động trong khoảng từ 56,01-470,09, còn từ zircon trong các đá granitoid Phu Sa Phìn dao động trong khoảng từ 87,70 đến 628,10. Ngoại trừ zircon mẫu PSP1/1 (granit afvedsonit Mường Hum) là có hàm lượng HfO_2 khá cao, dao động trong khoảng 2,91-3,23% (bảng 1, hình 3), tỷ lệ Zr/Hf khá thấp, dao động từ 17,04 đến 19,66 (bảng 1, hình 4).

Xem xét tỷ lệ Hf/(Zr+Hf) trong zircon của granitoid Mường Hum và Phu Sa Phìn cho thấy chúng thường dao động trong khoảng khá nhỏ, từ 0,001 đến 0,009 và tăng dần trong biến loại granit afvedsonit Mường Hum (mẫu PSP1/1): 0,025-0,029 (bảng 1). Hàm lượng UO_2 và ThO_2 trong các hạt zircon ở đây rất thấp, hàm lượng ThO_2 thường dao động trong khoảng 0,01-0,17% (bảng 1), hàm lượng UO_2 dao động trong khoảng 0-0,12% (bảng 1). Tuy nhiên, hàm lượng ThO_2 và UO_2 trong zircon có xu hướng cao hơn trong các đá granit afvedsonit.



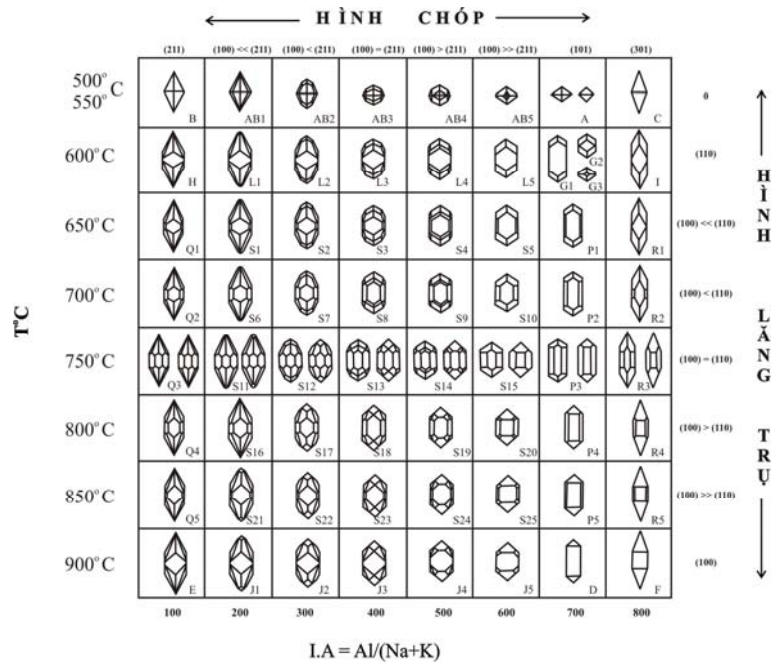
Ảnh 1. Tinh thể zircon trong đá kiềm Mường Hum (mẫu PSP 11)



Ảnh 2. Tinh thể zircon tách từ đá granosyenit Phu Sa Phìn (mẫu PSP 26)



Ảnh 3. Các tinh thể zircon trong đá granitoid Yê Yên Sun (mẫu PSP 17)



Hình 2. Hình thái của zircon và thang địa nhiệt tương ứng

Chú giải: Thang nhiệt độ được [Pupin & Turco, 1972b] xác lập trên cơ sở số liệu về hình thái zircon và nhiệt độ của quá trình kết tinh các đá xâm nhập-phun trào và các khoáng vật. Ở đây đã phân tách rõ ràng: giới hạn trạng thái bền vững của các khoáng vật (như muscovit trong các đá granit và biến chất); - Số liệu địa nhiệt thu được bằng các phương pháp khác (pyroxen trong đá núi lửa và charnokit; trong các bao thể rắn); dải nhiệt độ nóng chảy của gneiss; - dải nhiệt độ bắt đầu và kết thúc của quá trình kết tinh magma: granit, diorit, gabro và các đá xâm nhập tương ứng khác; - Nhiệt độ của các khoáng vật đồng kết tinh với zircon (như fluorit,...)

Bảng 1. Thành phần hóa học của zircon trong granitoid Mường Hum và Phu Sa Phìn

| Ký hiệu mẫu | MH3-1 | MH3-2 | MH3-3 | MH3-4 | MH3-5 | MH3-6 | MH3-7 | MH3-8 | MH3-9 | MH3-10 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| SiO ₂ | 32,83 | 32,40 | 32,20 | 32,59 | 32,29 | 32,15 | 32,46 | 32,80 | 32,16 | 32,68 |
| ZrO ₂ | 65,74 | 65,58 | 65,97 | 66,49 | 66,09 | 66,04 | 66,65 | 66,68 | 66,72 | 66,38 |
| HfO ₂ | 0,16 | 0,46 | 0,46 | 0,47 | 0,54 | 0,86 | 0,95 | 0,99 | 1,04 | 0,99 |
| ThO ₂ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| UO ₂ | 0,01 | 0,06 | 0,03 | 0,05 | 0,01 | 0,07 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| CeO ₂ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| CaO | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Al ₂ O ₃ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| PbO | 0,02 | 0,06 | 0,08 | 0,02 | 0,07 | 0,01 | 0,03 | 0,00 | 0,07 | 0,01 |
| P ₂ O ₅ | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Tổng | 98,85 | 98,58 | 98,73 | 99,72 | 99,02 | 99,14 | 100,13 | 100,49 | 100,01 | 100,07 |

Tính theo 4 đơn vị Oxy

| | | | | | | | | | | |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Si ⁴⁺ | 1,010 | 1,004 | 0,998 | 0,999 | 0,998 | 0,995 | 0,995 | 1,000 | 0,989 | 1,000 |
| Zr ⁴⁺ | 0,986 | 0,991 | 0,997 | 0,994 | 0,996 | 0,997 | 0,996 | 0,991 | 1,001 | 0,991 |
| Hf ⁴⁺ | 0,001 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,005 | 0,008 | 0,008 | 0,009 | 0,009 | 0,009 |
| Th ⁴⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| U ⁴⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

| | | | | | | | | | | | |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ce ⁴⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Ca ²⁺ | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 |
| Al ³⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Pb ²⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,000 |
| P ⁵⁺ | 0,002 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Tổng cation | 2,000 | 2,001 | 2,001 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 |
| Zr/Hf | 363,24 | 125,28 | 126,02 | 123,77 | 106,45 | 67,27 | 61,25 | 59,04 | 56,01 | - | - |
| Hf/(Hf+Zr) | 0,001 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,005 | 0,008 | 0,008 | 0,009 | 0,009 | 0,009 | 0,009 |

(Tiếp theo bảng 1)

| Ký hiệu mẫu | MH6-1 | M 6-2 | MH6-3 | MH6-4 | MH6-5 | MH6-6 | MH 6-7 | MH6-8 | MH6-9 | MH6-10 | MH6-11 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|
| SiO ₂ | 32,12 | 31,72 | 31,67 | 33,42 | 31,96 | 32,35 | 32,64 | 31,66 | 32,30 | 31,86 | 32,54 |
| ZrO ₂ | 65,41 | 66,14 | 66,28 | 66,41 | 66,26 | 65,95 | 65,79 | 65,72 | 65,72 | 66,59 | 65,96 |
| HfO ₂ | 0,14 | 0,33 | 0,34 | 0,35 | 0,35 | 0,41 | 0,43 | 0,43 | 0,44 | 0,45 | 0,47 |
| ThO ₂ | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| UO ₂ | 0,09 | 0,06 | 0,00 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,05 | 0,03 | 0,00 | 0,01 |
| CeO ₂ | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| CaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,00 | 0,01 |
| Al ₂ O ₃ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| PbO | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,17 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,06 |
| P ₂ O ₅ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| Tổng | 97,78 | 98,28 | 98,32 | 100,36 | 98,64 | 98,91 | 98,96 | 97,90 | 98,50 | 98,91 | 99,07 |

Tính theo 4 đơn vị Oxy

| | | | | | | | | | | | |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Si ⁴⁺ | 1,002 | 0,990 | 0,988 | 1,012 | 0,993 | 1,001 | 1,006 | 0,991 | 1,002 | 0,988 | 1,003 |
| Zr ⁴⁺ | 0,995 | 1,007 | 1,009 | 0,981 | 1,004 | 0,995 | 0,989 | 1,004 | 0,994 | 1,007 | 0,992 |
| Hf ⁴⁺ | 0,001 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,004 |
| Th ⁴⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| U ⁴⁺ | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Ce ⁴⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Ca ²⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Al ³⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Pb ²⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,001 |
| P ⁵⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,002 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Tổng cation | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,001 | 2,000 | 2,001 | 2,000 | 2,000 | 2,000 |
| Zr/Hf | 399,33 | 172,88 | 169,69 | 166,12 | 163,87 | 142,16 | 134,20 | 132,51 | 131,59 | 129,47 | 122,78 |
| Hf/(Hf+Zr) | 0,001 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,004 |

(Tiếp theo bảng 1)

| Ký hiệu mẫu | PSP13-1 | PSP13-2 | PSP13-3 | PSP13-4 | PSP13-5 | PSP13-6 | PSP13-7 | PSP13-8 | PSP13-9 | PSP13-10 |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| SiO ₂ | 32,24 | 32,28 | 31,31 | 32,39 | 32,00 | 31,85 | 31,32 | 31,81 | 31,32 | 31,63 |
| ZrO ₂ | 68,08 | 68,19 | 66,77 | 65,35 | 66,36 | 67,18 | 67,15 | 67,45 | 67,84 | 66,07 |
| HfO ₂ | 0,00 | 0,05 | 0,12 | 0,15 | 0,20 | 0,21 | 0,25 | 0,29 | 0,30 | 0,44 |
| ThO ₂ | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,04 | 0,01 |
| UO ₂ | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,05 |
| CeO ₂ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| CaO | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,00 |
| Al ₂ O ₃ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| PbO | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,01 | 0,07 | 0,07 | 0,10 | 0,00 |
| P ₂ O ₅ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Tổng | 100,32 | 100,57 | 98,29 | 97,90 | 98,67 | 99,29 | 98,83 | 99,72 | 99,62 | 98,20 |
| Tính theo 4 đơn vị Oxy | | | | | | | | | | |
| Si ⁴⁺ | 0,985 | 0,985 | 0,980 | 1,007 | 0,993 | 0,985 | 0,976 | 0,981 | 0,971 | 0,989 |
| Zr ⁴⁺ | 1,015 | 1,014 | 1,019 | 0,991 | 1,004 | 1,013 | 1,021 | 1,015 | 1,025 | 1,007 |
| Hf ⁴⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,001 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,003 | 0,003 | 0,004 |
| Th ⁴⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 |
| U ⁴⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Ce ⁴⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Ca ²⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,000 |
| Al ³⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Pb ²⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,000 |
| P ⁵⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Tổng cation | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,001 | 2,000 | 2,001 | 2,001 | 2,001 | 2,000 |
| Zr/Hf | - | 1190,62 | 470,09 | 380,34 | 289,67 | 279,28 | 235,43 | 206,61 | 196,76 | 131,69 |
| Hf/(Hf+Zr) | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,001 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,003 | 0,004 |

(Tiếp theo bảng 1)

| Ký hiệu mẫu | PSP22/2-1 | PSP22/2-2 | PSP22/2-3 | PSP22/2-4 | PSP22/2-5 | PSP22/2-6 | PSP22/2-7 | PSP22/2-8 | PSP22/2-9 | PSP22/2-10 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| SiO ₂ | 31,89 | 32,34 | 32,29 | 32,40 | 32,54 | 32,38 | 33,07 | 32,16 | 32,05 | 31,98 |
| ZrO ₂ | 66,80 | 66,59 | 66,60 | 65,74 | 65,88 | 66,24 | 66,91 | 66,56 | 66,45 | 66,50 |
| HfO ₂ | 0,31 | 0,32 | 0,36 | 0,39 | 0,39 | 0,39 | 0,40 | 0,55 | 0,63 | 0,66 |
| ThO ₂ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| UO ₂ | 0,00 | 0,01 | 0,06 | 0,05 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,01 | 0,04 | 0,05 |
| CeO ₂ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| CaO | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,03 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Al ₂ O ₃ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| PbO | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,06 | 0,00 | 0,01 | 0,05 |
| P ₂ O ₅ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Tổng | 99,02 | 99,31 | 99,34 | 98,61 | 98,84 | 99,13 | 100,48 | 99,30 | 99,19 | 99,26 |
| Tính theo 4 đơn vị Oxy | | | | | | | | | | |
| Si ⁴⁺ | 0,988 | 0,996 | 0,995 | 1,003 | 1,005 | 0,999 | 1,005 | 0,993 | 0,991 | 0,990 |
| Zr ⁴⁺ | 1,009 | 1,000 | 1,001 | 0,993 | 0,992 | 0,997 | 0,991 | 1,002 | 1,002 | 1,004 |
| Hf ⁴⁺ | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,004 | 0,005 | 0,006 | 0,006 |
| Th ⁴⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| U ⁴⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Ce ⁴⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Ca ²⁺ | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 |
| Al ³⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Pb ²⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| P ⁵⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Tổng cation | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,001 | 2,000 | 2,001 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 |
| Zr/Hf | 191,21 | 181,10 | 159,73 | 148,30 | 147,85 | 147,90 | 144,59 | 105,84 | 91,94 | 87,70 |
| Hf/(Hf+Zr) | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,004 | 0,005 | 0,006 | 0,006 |

(Tiếp theo bảng 1)

| Ký hiệu mẫu | PSP26-1 | PSP26-2 | PSP26-3 | PSP26-4 | PSP26-5 | PSP26-6 | PSP26-7 | PSP26-8 | PSP26-9 | PSP26-10 | PSP26-11 | PSP26-12 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| SiO ₂ | 32,17 | 31,59 | 32,16 | 32,17 | 31,95 | 31,78 | 32,37 | 32,16 | 31,76 | 31,73 | 31,78 | 31,12 |
| ZrO ₂ | 66,91 | 60,60 | 67,01 | 66,64 | 65,80 | 66,78 | 65,67 | 65,95 | 66,87 | 67,50 | 67,26 | 68,35 |
| HfO ₂ | 0,09 | 0,10 | 0,11 | 0,32 | 0,35 | 0,35 | 0,41 | 0,41 | 0,45 | 0,47 | 0,49 | 0,52 |
| ThO ₂ | 0,03 | 0,08 | 0,05 | 0,04 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 |
| UO ₂ | 0,07 | 0,12 | 0,11 | 0,09 | 0,05 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,06 |
| CeO ₂ | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,04 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| CaO | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Al ₂ O ₃ | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| PbO | 0,08 | 0,00 | 0,09 | 0,04 | 0,01 | 0,03 | 0,03 | 0,29 | 0,01 | 0,03 | 0,00 | 0,00 |
| P ₂ O ₅ | 0,04 | 0,08 | 0,09 | 0,08 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Tổng | 99,42 | 92,64 | 99,64 | 99,43 | 98,23 | 98,99 | 98,51 | 98,86 | 99,08 | 99,76 | 99,56 | 100,13 |
| Tính theo 4 đơn vị Oxy | | | | | | | | | | | | |
| Si ⁴⁺ | 0,991 | 1,030 | 0,989 | 0,991 | 0,995 | 0,986 | 1,003 | 0,997 | 0,985 | 0,979 | 0,982 | 0,963 |
| Zr ⁴⁺ | 1,005 | 0,964 | 1,005 | 1,002 | 1,000 | 1,010 | 0,993 | 0,997 | 1,011 | 1,016 | 1,013 | 1,031 |
| Hf ⁴⁺ | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,005 |
| Th ⁴⁺ | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| U ⁴⁺ | 0,000 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Ce ⁴⁺ | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Ca ²⁺ | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Al ³⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Pb ²⁺ | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,002 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| P ⁵⁺ | 0,001 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Tổng cation | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,001 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 |
| Zr/Hf | 628,10 | 529,05 | 513,17 | 184,11 | 165,55 | 167,05 | 140,52 | 139,75 | 131,19 | 125,92 | 120,82 | 115,19 |
| Hf/(Hf+Zr) | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,004 |

(Tiếp theo bảng 1)

| Ký hiệu mẫu | PSP1/1-1 | PSP1/1-2 | PSP1/1-3 | PSP1/1-4 |
|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| SiO ₂ | 32,63 | 32,52 | 33,16 | 32,96 |
| ZrO ₂ | 65,54 | 64,36 | 63,42 | 63,05 |
| HfO ₂ | 2,91 | 3,08 | 3,14 | 3,23 |
| ThO ₂ | 0,12 | 0,09 | 0,04 | 0,18 |
| UO ₂ | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,03 |
| CeO ₂ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| CaO | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,02 |
| Al ₂ O ₃ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| PbO | 0,03 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| P ₂ O ₅ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| Tổng | 101,24 | 100,07 | 99,81 | 99,57 |

Tính theo 4 đơn vị Oxy

| | | | | |
|------------------|-------|-------|-------|-------|
| Si ⁴⁺ | 0,997 | 1,004 | 1,020 | 1,017 |
| Zr ⁴⁺ | 0,977 | 0,969 | 0,952 | 0,949 |
| Hf ⁴⁺ | 0,025 | 0,027 | 0,028 | 0,028 |
| Th ⁴⁺ | 0,001 | 0,001 | 0,000 | 0,001 |
| U ⁴⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Ce ⁴⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

| | | | | |
|------------------|-------|-------|-------|-------|
| Ca ²⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,001 |
| Al ³⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Pb ²⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| P ⁵⁺ | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,002 |
| Tổng cation | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 |
| Zr/Hf | 19,66 | 18,24 | 17,63 | 17,04 |
| Hf/(Hf+Zr) | 0,025 | 0,027 | 0,028 | 0,029 |

Ghi chú: Phân tích tại Viện Địa chất và Khoáng vật học, phân viện Siberi, viện HLKH Nga.

- Mẫu MH3_1 – MH3_10; MH6_1 – MH6_11: granit kiềm Mường Hum; Mẫu PSP13_1 – PSP13_10: granosyenit Mường Hum; Mẫu PSP22/2_1 – PSP22/2_10; PSP26_1 – PSP26_12: Granosyenit Phu Sa Phin; Mẫu PSP 1/1_1 – PSP1/1_4: Granit afvedsonit Mường Hum

5. Thảo luận

5.1. Đặc điểm hình thái

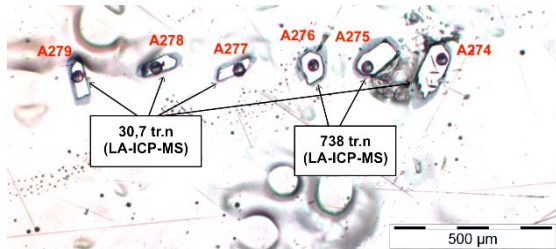
Tinh thể zircon chủ yếu có dạng lăng trụ và hình tháp. Các kiểu hình thái chính của zircon là lăng trụ mặt 0, 1, 2 ví dụ: mặt {100}, {110}, hoặc kết hợp với 1 trong 3 kiểu của hình tháp sau: {101}, {211}, {301} hoặc sự kết hợp của {101}+{211}. Các kiểu và phụ kiểu liên quan

chính tới 2 biến số (*hình 2*), phụ thuộc vào sự phát triển của mặt tinh thể. Kiểu S là kiểu phổ biến nhất trong cả các đá nội và ngoại sinh, kiểu P và kiểu D thường chỉ phổ biến trong đá kiềm [24, 25].

Tùy thuộc vào môi trường khác nhau mà zircon có các hình thái khác nhau: zircon bắt nguồn từ môi trường bão hòa nhôm, phát triển ưu thế hình lăng trụ theo mặt {211}, trong khi có nguồn gốc từ môi trường bão hòa kiềm phát triển ưu thế zircon hình lăng trụ theo mặt {101}.

Zircon trong khu vực nghiên cứu chủ yếu có hình lăng trụ và hình tháp tứ phương thuộc kiểu S, P và D do các đá có xu hướng cao kiềm.

Các hạt zircon trong các mẫu granitoid Yê Yên Sun thường có dạng tinh thể kéo dài dạng lăng trụ tứ phương, giữ nguyên vẹn hình dạng tinh thể, khá trong suốt, từ không màu đến màu vàng sắc nâu, màu vàng sắc hồng, màu nâu tím,... đôi khi gặp ít hạt zircon bị mài tròn, không giữ nguyên hình dạng tinh thể ban đầu. Đối với các hạt bị mài tròn, không còn độ sắc cạnh của tinh thể ban đầu, chúng không phải là zircon nguyên sinh. Điều này được minh chứng rất rõ ràng ở mẫu KC 157 (granit sáng màu). Mẫu được phân tích tuổi đồng vị U-Pb bằng phương pháp LA-ICP-MS tại Australia (*ảnh 4*), trong



Ảnh 4. Vị trí các điểm phân tích tuổi đồng vị U-Pb bằng phương pháp LA-ICP-MS trên các hạt zircon trong đá granit sáng màu Yê Yên Sun (mẫu KC 157, số liệu chưa công bố)

đó, các hạt zircon có dạng đẳng thước, sắc cạnh, giữ nguyên hình dạng tinh thể, khá trong suốt, có ký hiệu A279, 278, 277 và 274 (*ảnh 4*) phân tích đồng vị U-Pb cho tuổi là 30,7tr.n, ngược lại, các hạt zircon có ký hiệu A275, 276 có hình dạng tinh thể không nguyên vẹn, cạnh tinh thể bị mài tròn phân tích U-Pb cho tuổi 738tr.n. Các hạt zircon có tuổi cổ này có nguồn gốc di sót từ một thực thể địa chất khác rơi vào magma granit Yê Yên Sun. Giá trị tuổi 738tr.n của chúng có thể tương ứng với tuổi của granit Pò Sen.

Đối với các granitoid kiểu Mường Hum, Phu Sa Phìn các tinh thể zircon thường có đặc điểm chung: dạng tinh thể phổ biến là lưỡng tháp tứ phương, có dạng cột ngắn, có kích thước khá nhỏ, chủ yếu thuộc kiểu P và S. Các hạt zircon thường có màu vàng nâu hoặc nâu vàng, khá trong suốt, chứng tỏ chúng thuộc loại có hàm lượng U, Th khá lớn, đây là loại phổ biến trong các đá kiềm hoặc các đá trội kali [23, 24].

Tóm lại, đối với các tinh thể zircon nguyên sinh trong đá magma chúng thường giữ nguyên vẹn hình dạng tinh thể sắc cạnh với hai đầu nhọn (dạng tinh thể lăng trụ tứ phương hoặc lưỡng tháp tứ phương). Chúng được phân biệt khá rõ với các zircon ngoại lai hoặc các hạt zircon từ các đá biến chất hoặc trầm tích, bởi các zircon ngoại lai hoặc các hạt zircon từ các đá biến chất hoặc trầm tích thông thường có tinh thể khá ngắn, các cạnh của tinh thể thường bị mài mòn, màu chủ yếu là màu nâu hồng hoặc nâu tím (*ảnh 4*).

5.2. Đặc trưng địa hóa

Trong nghiên cứu về địa hóa của zircon, các nguyên tố như Hf, Y, Th, U, thành phần đất hiếm, các tỷ lệ Zr/Hf,... là những nguyên tố và tỷ lệ rất được quan tâm, bởi vì chúng cho biết những thông tin về nguồn gốc thành tạo của các đá.

5.2.1. Hàm lượng Hf và tỷ lệ Zr/Hf trong zircon

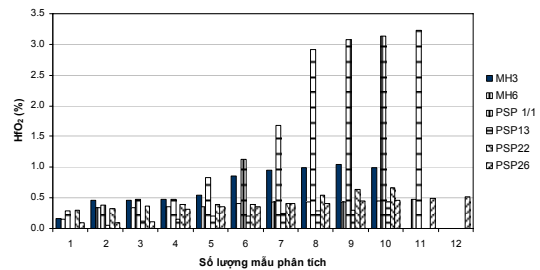
Tương tự ion Radi, hai nguyên tố Hf và Zr có tính chất hóa học khá giống nhau, thay thế đồng hình cho nhau [13]. Zircon có mặt trong hầu hết các đá bão hòa silic, là khoáng vật có chứa Hf. Vì vậy, tỷ lệ Zr/Hf trong khoáng vật thường gần với tỷ lệ Zr/Hf trong magma [34]. Qua tổng hợp các công trình nghiên cứu về zircon trên thế giới [8, 10, 21, 22, 23, 24, 28] có thể thấy: hàm lượng HfO₂ thường <2% và tỷ lệ Zr/Hf > 27. Hiếm khi HfO₂ > 2,5%, thường chỉ có ở trong pegmatit [17, 35]; nếu HfO₂>10% liên quan đến zircon giàu Hf hoặc khoáng vật hafnon (có công thức (Hf,Zr)SiO₄ hay (Hf,Zr,Th,U,Y)SiO₄) [8]. Theo [5, 10, 11, 25, 28] tỷ lệ Zr/Hf ~ 10 - >100 là tỷ lệ trong zircon từ các đá magma, với giá trị thường từ 35 đến 46. Tỷ lệ Zr/Hf trong magma thường tăng lên từ các đá granitoid kiểu A đến các đá granitoid kiểu I, S [25], do vậy, tỷ lệ này được dùng rất tốt cho việc phân biệt các đá granitoid nguồn gốc khác nhau. Dấu hiệu zircon vô lục địa được thể hiện ở tỷ lệ Zr/Hf ~ 36-45, khác với zircon từ manti có tỷ lệ Zr/Hf ~

60-68. Dưới tác động của vỏ lục địa, các đá granit á kiềm (các đá granit, syenit, syenit nephelin,... chứa hai feldspar, kết tinh ở p_{H_2O} cao) có tỷ lệ Zr/Hf tương tự như vỏ lục địa, $Zr/Hf \sim 41-43$.

Tỷ lệ Zr/Hf giảm do chất lưu trong các đá pegmatit hay các đá granit á kiềm so với các đá granitoid vắng mặt plagiocla, kết tinh ở p_{H_2O} tương đối thấp. Nhiều công trình nhấn mạnh rằng: tỷ lệ Zr/Hf giảm dần từ các đá mafic đến các đá felsic [14, 18] và tỷ lệ $Zr/Hf \leq 25$ trong các zircon của pegmatit [10, 16, 19].

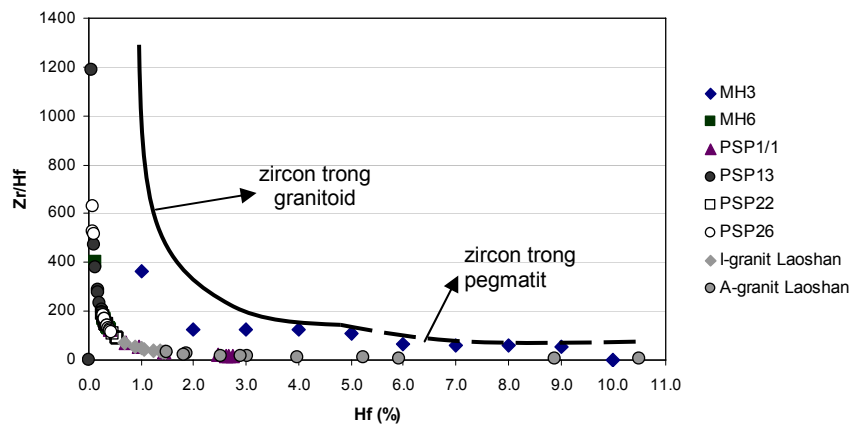
Đối với granitoid Mường Hum và Phu Sa Phìn, hàm lượng HfO_2 thường $< 2\%$ (bảng 1, hình 3), tỷ lệ Zr/Hf dao động trong khoảng 17-100 là các giá trị chứng tỏ chúng thuộc zircon nguồn gốc magma [6, 25], và tỷ lệ Zr/Hf thông thường là cao, dao động từ 105,84 đến 628,10 (bảng 1) tương ứng với các biến loại đá có độ kiềm cao thuộc các nhóm syenit, syenit nephelin, granosyenit,... [16, 20, 32]. Trường hợp ngoại lệ là zircon mẫu granit afvedsonit Mường Hum có hàm lượng HfO_2 khá cao (2,91 - 3,23%) (bảng 1, hình 3), tỷ lệ Zr/Hf khá thấp (17,04-19,66) (bảng 1, hình 4), và rơi vào

trường zircon từ các đá pegmatit (liên quan với các đá giàu chất bốc như F, Cl,...) trên biểu đồ tương quan Zr/Hf - Hf của [7] (hình 4), tương tự các đá granitoid Laoshan kiểu A ở Trung Quốc (bao gồm các đá granit kiềm và granit afvedsonit) [36]. Điều này được giải thích là hàm lượng Hf trong zircon thay đổi phụ thuộc vào mức độ tiến hóa của magma nguyên thủy, hàm lượng Hf trong zircon cao dẫn từ granit đến các đá kiềm và granit afvedsonit.



Hình 3. Biểu đồ hàm lượng HfO_2 của zircon từ các mẫu nghiên cứu

Trong đó: mẫu MH3, MH6, PSP 13 là granit kiềm Mường Hum; PSP1/1: granit afvedsonit Mường Hum; PSP 22, PSP 26: granosyenit Phu Sa Phìn



Hình 4. Biểu đồ tương quan giữa hàm lượng Hf và tỷ lệ Zr/Hf của zircon trong các đá khu vực nghiên cứu
Ghi chú: các trường zircon trong granit - nét gạch liền và zircon trong pegmatit - nét gạch [7]

Tỷ lệ $Hf/(Zr+Hf)$ trong zircon của granitoid Mường Hum và Phu Sa Phìn dao động trong khoảng khá nhỏ, từ 0,001 đến 0,009 và tăng dần trong biến loại granit afvedsonit Mường Hum (mẫu PSP1/1): 0,025-0,029 (bảng 1). Đây cũng là một chỉ số quan trọng để phân biệt các kiểu zircon trong các đá granitoid nguồn gốc khác nhau, vì theo Raimbult (1998) [26], tỷ lệ $Hf/(Zr+Hf) < 0,025$ đặc trưng cho zircon trong các đá granitoid kiểu I.

Như vậy, xét theo đặc trưng $Hf/(Zr+Hf)$ thì zircon từ các đá granosyenit, granosyenit kiềm, syenitodiorit thạch anh, syenit,... Mường Hum và Phu Sa Phìn đặc trưng cho granit kiểu I. Vấn đề này cần được nghiên cứu bổ sung trong tương lai. Zircon từ granit afvedsonit Mường Hum đặc trưng cho granit kiểu A.

5.2.2. Tỷ lệ Th/U trong zircon

Ngoài Hf và Y, hàm lượng nguyên tố U và Th

trong zircon cũng là những nguyên tố mang tính chỉ thị mạnh cho việc phân biệt nguồn gốc các đá. Chúng thường được đánh giá qua tỷ lệ Th/U, trong đó tỷ lệ Th/U < 1 đặc trưng cho các zircon có nguồn gốc magma [6]. Tuy nhiên, hàm lượng U và Th trong các hạt zircon ở đây rất thấp - ThO₂ < 0,18% (dao động trong khoảng 0,01-0,17%) (bảng 1), hàm lượng UO₂ < 0,12% (thường dao động trong khoảng 0-0,12%) (bảng 1) và có xu hướng cao hơn trong granit afvedsonit. Việc đánh giá tỷ lệ Th/U với các kết quả phân tích hiện có chưa thể xác định được. Cần có các nghiên cứu bổ sung, đặc biệt là xác định định lượng hàm lượng Th, U trong zircon.

5. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu bước đầu về đặc điểm hình thái cũng như một số đặc điểm địa hóa của khoáng vật zircon trong một số thành tạo granitoid Phanerozoic khối nâng Phan Si Pan, sơ bộ có thể nêu một số nhận định sau đây:

- Phân biệt zircon nguyên sinh và zircon ngoại lai trên cơ sở các đặc điểm hình thái (hình dạng tinh thể, màu sắc, mức độ bào tròn); đối với các tinh thể zircon nguyên sinh trong đá magma chúng thường giữ nguyên vẹn hình dạng tinh thể sắc cạnh với hai đầu nhọn (dạng tinh thể lăng trụ tứ phương hoặc lưỡng tháp tứ phương), chủ yếu thuộc kiểu S, ít hơn là P và D, khá trong suốt, thường không màu, màu vàng sắc nâu, nâu sắc hồng,... còn đối với các hạt zircon ngoại lai hoặc các hạt zircon từ các đá biến chất hoặc trầm tích thông thường có tinh thể khá ngắn, các cạnh của tinh thể thường bị bào tròn, màu chủ yếu là màu nâu hồng hoặc nâu tím.

Các dấu hiệu về đặc điểm hình thái của zircon nêu trên cần được lưu ý trong quá trình lựa chọn zircon cho phân tích đồng vị.

- Hàm lượng HfO₂ trong zircon từ các đá granitoid Mường Hum và Phú Sa Phìn thường < 2%, tỷ lệ Zr/Hf dao động trong khoảng 17-380 chứng tỏ chúng thuộc zircon có nguồn gốc magma và các chỉ số này tương ứng với các biến loại đá có tổng kiềm cao thuộc các nhóm đá syenit, syenit nephelin, granosyenit,...

- Qua phân tích các đặc điểm địa hóa của zircon, trên cơ sở hàm lượng HfO₂ và tỷ lệ Zr/Hf bước đầu phân tách ra hai kiểu zircon khác nhau:

+ Kiểu thứ nhất là zircon từ granosyenit, granosyenit kiềm, syenitodiorit thạch anh, syenit,... có đặc trưng địa hóa của zircon giống như trong các granit kiểu I: hàm lượng HfO₂ < 2%, tỷ lệ Zr/Hf khá cao (>100), tỷ lệ Hf/(Hf+Zr) < 0,025.

+ Kiểu thứ hai là zircon từ granit afvedsonit thuộc phức hệ Mường Hum có đặc trưng địa hóa của zircon tương ứng với các granit kiểu A: hàm lượng HfO₂ > 2,5%, tỷ lệ Zr/Hf thấp (<20), tỷ lệ Hf/(Hf+Zr) > 0,025, hàm lượng ThO₂ và UO₂ có xu hướng cao hơn so với nhóm đá trên.

Bài báo này là kết quả của đề tài KC 08.24/06-10 và được hoàn thành với sự hỗ trợ của các đề tài NCCB: 105.06.73.09 và 105.06.76.09 thuộc Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia (NAFOSTED).

TÀI LIỆU DẪN

[1] *Trần Tuấn Anh, Trần Trọng Hòa, Phạm Thị Dung*, 2002: Granites of the Ye Yen Sun complex and their significances in tectonic interpretation of the early Cenozoic stage in West Bac Bo. *Journal of Geology, Series B, No.19-20, pp.43-53.*

[2] *Trần Tuấn Anh et al*, 2004: Mesozoic bimodal alkaline magmatism in Tu le basin, North Vietnam: constraints from geochemical and isotopic significances. *Jour Geology, B/24: 1-9.*

[3] *Beccaluva et al*, 1977: The trace element geochemistry of Corsican ophiolites. *Contrib Mineral Petrol 64, pp.11-31.*

[4] *Belousova E.A et al*, 2002: Igneous zircon: trace element composition as an indicator of source rock type. *Contrib Mineral Petrol, 143, p.602-622.*

[5] *Brooks C.K*, 1970: The concentrations of zirconium and hafnium in some igneous and metamorphic rocks and minerals. *Geochimica et Cosmochimica Acta 34: 411-16.*

[6] *Cecilia et al*, 2007: The composition of zircon in the peraluminous hercynian granites of the Spanish central system batholith. *The Canad. Mineral. Vol 45, pp 509-527.*

[7] *Cerny P., et al*, 1985: Extreme fraction in rare-element granitic pegmatites: selected examples of data and mechanism. *Canad. Mineral., 23, 381-421.*

- [8] *Correia Neves J.M et al*, 1974: High hafnium members of the zircon-hafnion series from the granite pegmatites of Zambesia, Mozambique. *Contrib to Miner and Petrol* 48: 73-80.
- [9] *Dovjikov A.E.* (chủ biên), 1971: Địa chất miền Bắc Việt Nam. Bản thuyết minh cho bản đồ địa chất miền bắc Việt Nam 1:500.000. Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
- [10] *Erlank A.J, et al*, 1978: Hafnium. *Handbook of Geochemistry* II-5. Berlin: Springer.
- [11] *Fleischer M*, 1955: Hafnium content and hafnium-zirconium ratio in mineral and rocks. *US Geological Survey Bulletin* 1021-A.
- [12] *Nguyễn Trường Giang* (chủ biên), 2003: Những phát hiện mới và đặc điểm của các trầm tích - phun trào ở vùng Trạm Tàu, đới Tú Lệ, tỉnh Yên Bái. *Địa chất và Khoáng sản*, 8. Viện Địa chất và khoáng sản. Hà Nội, 93-104.
- [13] *Goldschmidt V.M*, 1954: *Geochemistry*. (Bản dịch).
- [14] *Gottfried et al*, 1986: Variation of Nb-Ta, Zr-Hf, Th-U and K-Ca in two diabase-granophyre suites. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 32, 925-47.
- [15] *Trần Trọng Hòa* (chủ biên), 2010: Nghiên cứu nguồn gốc, điều kiện thành tạo một số hệ magma-quặng có triển vọng về Pt, Au, Ti-V ở Việt Nam. *BCTK Nhiệm vụ HTQT về KH&CN theo NĐT*. Lưu trữ Cục thông tin khoa học và Công nghệ Quốc gia.
- [16] *Hevesy G.V & Jantzen V.T*, 1925: The hafnium content of zirconium ores. *Chemical News* 130, 179.
- [17] *Levinson & Borup*, 1960: High hafnium zircon from Norway. *The American Mineralogist* 45: 562.
- [18] *Lipova & Shevaleevski*, 1961: On the Zr/Hf ratio in zircons from pegmaties of different compositions. *Geochemistry* 7, 686-90.
- [19] *Lipova I.M & Mayeva M.M*, 1971: The relation of Zr/Hf ratio in zircon to crystal morphology. *Geochemistry International* 8, 785.
- [20] *Pavlenko A.S, et al*, 1957: On the hafnium-zirconium ratio in igneous and metasomatic rocks. *Geochemistry*, 411-431.
- [21] *Pupin, J.P & Turco G*, 1972a: Une typologie originale du zircon accessoire. *Bulletin de la Societe francaise de Mineralogie et de Cristallographie* 95, 348-59.
- [22] *Pupin, J.P & Turco G*, 1972b: Le zircon accessoire en geothermometrie. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences de Paris Ser. D* 274, 2121-4.
- [23] *Pupin, J.P & Turco G*, 1975: Typologie du zircon accessoire dans les roches plutoniques dioritiques, granitiques et syenitiques. Facteurs essentiels determinant les variations typologiques. *Petrologie* 1, 139-56.
- [24] *Pupin J.P*, 1980: Zircon and Granite petrology. *Contrib. Mineral. Petrol.* 73, pp207-220.
- [25] *Pupin J.P*, 2000: Granite genesis related to geodynamics from Hf-Y in zircon. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*, 91, pp.245-256.
- [26] *Raimbult L*, 1998: Composition of complex lepidolite-type granitic pegmaties and of constituent columbite-tantalite, Chefdeville, Masif central, France. *Canad. Mineral.*, 36, 563-83.
- [27] *Sturm R*, 2009: Morphology and growth trends of accessory zircons from various granitoids of the South-western Bohemian massif (Moldanubicum, Austria). *Jour. chemie der Erde (Geochemistry)*, Elsevier.
- [28] *Taylor S.R*, 1976: Geochemical constraints on the composition of the moon.
- [29] *Bùi Minh Tâm* (chủ biên), 2010: *Hoạt động magma Việt Nam*. Nxb. Bản đồ.
- [30] *Nguyễn Trung Trí* (chủ biên), 2004: Đề tài: “Nghiên cứu thạch luận và sinh khoáng các thành tạo magma kiềm miền Bắc Việt Nam”. Viện Nghiên cứu Địa chất và khoáng sản. Bộ Tài Nguyên Môi Trường.
- [31] *Trần Văn Trị và Vũ Khúc* (đồng chủ biên), 2010: *Địa chất và tài nguyên Việt Nam*. Nxb. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.
- [32] *Đào Đình Thục, Huỳnh Trung*, 1995: *Địa chất Việt Nam. Tập II. Các thành tạo magma*. Cục Địa chất Khoáng sản Việt Nam, Hà Nội.
- [33] *Tugarinov et al*, 1956: Hafnium-zirconium ratio in the zircons of igneous and metasomatic rocks. *Geochemistry*, 4, 361-75.

[34] *Vlasov K.A*, 1966: Geochemistry and mineralogy of rare elements and genetic types of their deposits. In *Geochemistry of Rare Elements*, vol.1 Jerusalem: Israel program for scientific translations.

[35] *Von Knorring & Hornung*, 1961: Hafnian Zircons. *Mineral. Mag.* 32, 731-5.

[36] *Wang R.C et al*, 2000: Chemistry of Hf rich zircons from the Laoshan I- and A- type granites, Eastern China. *Mineralogical Magazine*. Vol 64(5), pp.867-877.

[37] *Zhang L.S et al*, 1999: Age and origion of magmatism along the Cenozoic Red river shear belt. *Contr.Mineral.Petrol.*, 134: 67-85.

SUMMARY

Morphology and chemistry of zircon from Phanerozoic granitoids in Fansipan uplift: their significance in determination of rock type and select for isotopic analysis

Based on morphological characteristics and chemical composition of zircon in the Phanerozoic granitoids in Fansipan uplift, identifiable signatures of primary zircon in igneous rocks are initially established. On morphological characteristics: zircon crystals intact crystal shape with two pointed edges (tetragonal prism or pyramid crystals), is quite clear, usually colorless, yellow-brown, brown-pink color,.. Chemical characteristics of zircon: $HfO_2 < 2\%$, the Zr/Hf ratio in zircon from 17 to 380, these values prove the magmatic origin and correlate with the high total alkaline rocks: syenite, nepheline syenite, granosyenite,.. These characteristics have to be noted in the selection process for zircon isotopic analysis.

Based on geochemical characteristics, zircon of two rock types are initially distinguished: 1/ Zircon in I-type granite (consist of granosyenite, alkaline granosyenite, quartz syenitodiorite, syenite,...), characterized by: HfO_2 content < 2 wt.%, the Zr/Hf ratio is high (>100), the $Hf/(Hf + Zr)$ ratio < 0.025 ; and 2/ Zircon in A-type granite (afvedsonite bearing granite), characterized by: HfO_2 content > 2.5 wt.%, low Zr/Hf ratio (< 20), $Hf/(Hf + Zr)$ ratio > 0.025 , and ThO_2 and UO_2 content tends to be higher than the first type.