

## MỤC LỤC

### TIỂU BAN TÀI NGUYÊN ĐỊA CHẤT VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Đặc điểm hình thái - cấu trúc các vỉa than và ảnh hưởng của chúng tới công tác thăm dò, khai thác mỏ Bình Minh, Quảng Ninh <i>Đỗ Mạnh An, Nguyễn Khắc Du, Nguyễn Thị Thanh Thảo, Tạ Thị Toán, Phạm Thị Thanh Hiền .. 1</i>	
Tiềm năng tài nguyên di sản địa chất khu vực đảo Lý Sơn, Quảng Ngãi và giải pháp bảo tồn <i>Đỗ Mạnh An, Nguyễn Phương, Nguyễn Thế Phong, Nguyễn Tiến Dũng, Bùi Hoàng Bắc, Khương Thế Hùng, Nguyễn Thị Thanh Thảo, Nguyễn Xuân Nam ..... 7</i>	7
Bối cảnh hình thành và sự tiến hóa nguồn vật chất tham gia tạo quặng chì - kẽm của phụ đới cấu trúc Khâu Lộc, đông bắc Việt Nam trên cơ sở kết quả phân tích đồng vị Pb/Pb và Sđ <sup>34</sup> <i>Đỗ Quốc Bình, Tạ Đình Tùng, Nguyễn Thị Hoàng Linh..... 13</i>	13
Một số kết quả nghiên cứu địa chất mới về khu vực Đồng Văn, Hà Giang thuộc đới cấu trúc Sông Hiến <i>Hoàng Văn Dũng□, Hoàng Thị Thoa ..... 20</i>	20
Vài nét về đặc điểm chất lượng ngọc học khoáng vật Spinel trong đá gốc và sa khoáng khu vực Lục Yên, Yên Bái <i>Nguyễn Quang Duy, Nguyễn Khắc Du, Bùi Hoàng Bắc..... 26</i>	26
Đặc điểm thạch địa hóa, nguồn gốc nhóm khoáng amphibol trong các đá plagiogranit sống núi Tây Nam Ấn Độ Dương <i>Nguyễn Khắc Du, Tomoaki Morishita..... 32</i>	32
Đặc điểm hình thái-cấu trúc các vỉa than và vấn đề thăm dò than dưới mức -300m khu mỏ Ngã Hai-Khe Tam <i>Nguyễn Tiến Dũng, Khương Thế Hùng, Bùi Thanh Tịnh, Đỗ Mạnh An, Nguyễn Hoàng Huân. 38</i>	38
Điều kiện hóa-lý thành tạo và nguồn gốc dung dịch tạo quặng vàng trong thành tạo phun trào rìa Tây Nam cấu trúc Bù Khạng <i>Đông Văn Giáp, Nguyễn Đình Luyện ..... 45</i>	45
Sự tích lũy các kim loại nặng (As, Cd, Cu, Pb và Zn) trong đất bãi thải các mỏ khai thác khoáng sản tại tỉnh Thái Nguyên <i>Nguyễn Ngọc Sơn Hải, Nguyễn Khắc Giảng, Nguyễn Thanh Hải, Peter Sanderson, Ravi Naidu ..... 52</i>	52
Khảo sát quy trình phân tích mẫu đá vôi trên hệ máy phân tích huỳnh quang tia X thế hệ S2 Ranger <i>Khương Thế Hùng, Phạm Như Sang, Đỗ Mạnh An, Tạ Thị Toán, Phạm Thị Thanh Hiền ..... 58</i>	58
Thực trạng khai thác, chế biến quặng chì-kẽm ở tỉnh Bắc Kạn và khả năng thu hồi thành phần có ích đi kèm <i>Phạm Việt Huy□, Nguyễn Tiến Dũng, Phan Việt Sơn..... 64</i>	64
Nghiên cứu xác lập nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò cho kiểu quặng Wonfram khu vực Núi Pháo, Thái Nguyên <i>Lương Quang Khang, Khương Thế Hùng, Hoàng Văn Vương..... 70</i>	70
Đặc điểm thạch địa hóa và khoáng hóa liên quan các đá granitoid khối Ngọc Tụ, Kon Tum <i>Đỗ Đức Nguyễn, Nguyễn Văn Niệm, Đinh Công Tiến, Hoàng Thị Thoa..... 77</i>	77

Nghiên cứu xác lập nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò urani kiểu mỏ Bình Đường, Cao Bằng <i>Nguyễn Phương, Trịnh Đình Huân, Nguyễn Trường Giang</i> .....	84
Nghiên cứu xác lập chỉ tiêu tính trữ lượng, tài nguyên than trong bể than Quảng Ninh-Lý luận và thực tiên <i>Nguyễn Phương, Nguyễn Tiến Dũng, Đỗ Mạnh An, Phạm Tuấn Anh, Nguyễn Hoàng Huân</i> ....	91
Mối quan hệ giữa yếu tố cấu trúc kiến tạo với quặng hóa vàng gốc trường quặng Trà Dương - Tiên Phước, đới Tam Kỳ - Phước Sơn <i>Bùi Viết Sáng, Chu Văn Dũng, Nguyễn Văn Vũ</i> .....	98
Đặc điểm chất lượng tinh quặng sericit Sơn Bình, Hà Tĩnh và khả năng sử dụng của chúng <i>Nguyễn Thị Thanh Thảo</i> .....	104
Đặc điểm thành phần khoáng vật, cấu tạo và kiến trúc quặng đồng vùng Vi Kẽm, Bát Xát, Lào Cai <i>Lê Thị Thu, Đỗ Văn Nhuận, Ngô Xuân Đắc, Hoàng Thị Thoa</i> .....	110
Ứng dụng mạng nơron nhân tạo (ANN) trong phân vùng triển vọng khoáng sản wolfram cho vùng Plei Meo, Kon Tum <i>Bùi Thanh Tịnh, Bùi Hoàng Bắc, Đỗ Mạnh An, Nguyễn Tiến Dũng, Lê Thị Thu</i> .....	116
Thành phần vật chất và điều kiện thành tạo Liti khu vực La Vi, vùng Đức Phổ-Sa Huỳnh <i>Đương Ngọc Tình, Nguyễn Quang Luật, Đỗ Văn Nhuận</i> .....	122
Đặc tính và khả năng sử dụng đất basalt vùng Xuân Lộc, Đồng Nai <i>Thiểm Quốc Tuấn, Đỗ Văn Nhuận, Trần Bình Chư, Lê Thị Thu</i> .....	128

## Vài nét về đặc điểm chất lượng ngọc học khoáng vật Spinel trong đá gốc và sa khoáng khu vực Lục Yên, Yên Bái

Nguyễn Quang Duy<sup>1,2</sup>, Nguyễn Khắc Du<sup>1,\*</sup>, Bùi Hoàng Bắc<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bộ môn Tìm kiếm - Thăm dò, Trường Đại học Mỏ - Địa chất

<sup>2</sup> Viện Nghiên Cứu Đá Quý và Vàng VINAGEMS

---

### TÓM TẮT

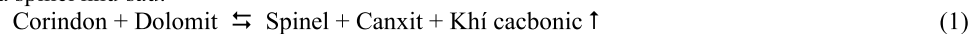
Spinel là khoáng vật thuộc nhóm đá bán quý dùng làm đồ trang sức được nhiều người yêu thích và mang lại giá trị kinh tế tương đối cao. Trên thế giới, spinel có chất lượng ngọc được tìm thấy trong các thể địa chất khác nhau như cuội kết, đá vôi, đá hoa, sa khoáng tại nhiều quốc gia và vùng lãnh thổ. Từ những năm cuối ở thế kỷ 20, các mỏ ngọc spinel đã được ghi nhận trên địa bàn tỉnh Yên Bái. Chúng tồn tại, phân bố chủ yếu dưới 2 dạng chính như sau: (1) nguyên sinh gồm spinel-calcit cộng sinh trong hệ tầng Thác Bà và (2) thứ sinh tạo thành các mỏ sa khoáng. Trong bài báo, hệ thống các phương pháp phân tích dưới kính hiển vi ngọc học, SEM-EDX được sử dụng, kết hợp với các số liệu EPMA đã công bố để trình bày rõ hơn về chất lượng ngọc học của spinel theo các dạng nguồn gốc này. Nghiên cứu cho thấy ngọc spinel khu vực huyện Lục Yên có những đặc trưng riêng so với ngọc spinel trên thế giới, tiêu biểu là sự xuất hiện của các khoáng vật spinel màu xanh cobalt - loại ngọc hiếm có ít xuất hiện trên thế giới. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng chất lượng ngọc học của khoáng vật spinel trong đá gốc và sa khoáng khu vực Lục Yên - Yên Bái có sự khác nhau nhất định. Các khoáng vật spinel đáp ứng được yêu cầu chất lượng ngọc tốt chủ yếu bắt nguồn từ sa khoáng.

*Từ khóa:* Spinel, Lục Yên - Yên Bái, ngọc học, nguyên sinh - sa khoáng.

---

### 1. Đặt vấn đề

Ngọc spinel là khoáng vật thuộc phụ nhóm nhôm spinel với công thức hóa học là  $A^2+B^3_2O_4$ , trong đó A bao gồm các nguyên tố hóa trị 2 như Mg,  $Fe^{2+}$ , Zn, Mn, Ni, Co, Cu; và B chủ yếu gồm các nguyên tố như Al,  $Fe^{3+}$ , Cr, V, Ti (Bowles và nnk, 2011). Khoáng vật được đặt tên vào năm 1546 theo tiếng la tinh “*spinella*” có nghĩa là cái gai nhỏ, để minh họa cho hình dạng tinh thể tám mặt có đỉnh nhọn đặc trưng của khoáng vật này. Tùy thuộc vào tỷ lệ các ion nguyên tố hóa trị 2 (chủ yếu  $Fe^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ) và hóa trị 3 ( $Fe^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$  và  $V^{3+}$ ) trong cấu trúc mạng tinh thể, màu sắc của nhóm khoáng vật spinel thay đổi rất phong phú. Trong khu vực Lục Yên, tỉnh Yên Bái các khoáng vật spinel có màu sắc đa dạng từ không màu tới đen, từ sắc hồng tới đỏ, nâu cam tới vàng, tím nhạt tới xanh, tím đậm, hoặc xanh lam, còn có thể là xanh cobalt. Ở Việt Nam, spinel đã được tìm thấy trên địa bàn huyện Lục Yên, tỉnh Yên Bái. Các khoáng vật được tìm thấy ở 2 dạng chính sau: (1) nguyên sinh (trong đá hoa); và (2) thứ sinh (dạng sa khoáng). Theo các kết quả nghiên cứu trước đây (Garnier và nnk, 2008; Hauzenberger và nnk, 2001; Phạm Văn Long và nnk, 2018), các khoáng vật này được hình thành trong quá trình biến chất, thể hiện qua phản ứng cân bằng hai chiều giữa corindon và spinel như sau:



Với độ cứng cao  $7.5 \div 8$  và độ bền cơ học cao nên các khoáng vật spinel thường được dễ dàng tìm thấy trong các mỏ sa khoáng cùng với ruby và saphir, tuy vậy, hiếm khi quan sát thấy spinel và corindon cộng sinh trong quy mô một mẫu quan sát. Hiện nay tại Lục Yên, spinel đang được khai thác bởi người dân địa phương với quy mô nhỏ lẻ, đơn giản và thiếu quy hoạch. Mặc dù spinel được khai thác ở nhiều nơi trên thế giới như Srilanka, Myanmar, Thailand, Afghanistan nhưng spinel khu vực huyện Lục Yên, tỉnh Yên Bái, Việt Nam vẫn có những nét đặc trưng riêng về đặc điểm ngọc học liên quan tới các trạng thái biểu hiện và nguồn gốc thành tạo. Trong công trình này, dựa vào các kết quả phân tích, các tác giả sẽ nghiên cứu làm sáng tỏ đặc điểm ngọc học spinel trong đá hoa và trong sa khoáng, góp phần định hướng công tác tìm kiếm, thăm dò và khai thác trong khu vực huyện Lục Yên, tỉnh Yên Bái.

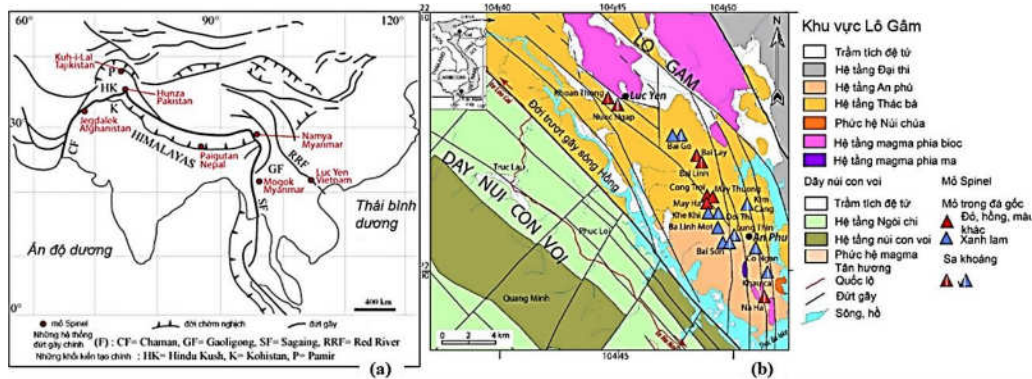
### 2. Đặc điểm địa chất các mỏ ngọc spinel trên thế giới và Việt Nam

Trên thế giới, các mỏ Spinel có giá trị kinh tế chủ yếu phân bố dọc theo vành đai tạo núi Himalaya từ Đông Nam Á tới khu vực phía đông Châu Phi trong điều kiện biến chất ở nhiệt độ và áp suất cao (trường amphibolit)

\* Tác giả liên hệ

Email: [nguyenkhacdu@humg.edu.vn](mailto:nguyenkhacdu@humg.edu.vn)

có liên quan đến các đá carbonat (Garnier và nnk, 2008; Giuliani và nnk, 2017) (Hình 1.a). Ở khu vực Châu Á, các mỏ spinel nguồn gốc nguyên sinh thường phân bố trong đá hoa xen các đá biến chất cao dạng gneiss thuộc đới cấu trúc Lô Gâm; đới biến chất cao Mogok (Myranma); đai biến chất tây nam Pamirs (Tajikistan); thung lũng Hunza (Pakistan); và Navakot ở Nepal (Giuliani và nnk, 2017; Garnier và nnk, 2006; Searle và nnk, 2007). Ở Đông Phi, các mỏ spinel nằm ở đai biến chất cổ Mozambique và được hình thành trong thời kỳ tạo núi ở Đông Phi, Kenya, Tanzania (Giuliani và nnk, 2017; Balmer và nnk, 2017).



Hình 1. (a). Sơ đồ phân bố các mỏ Spinel chính ở khu vực châu Á (theo Mattauer và nnk, 1999).  
(b). Sơ đồ địa chất mỏ Spinel khu vực Lûc Yên, Yên Bái (theo Phạm Văn Long và nnk, 2018)

Khu vực huyện Lûc Yên thuộc đới cấu trúc Lô Gâm, nằm về phía đông của đứt gãy Sông Chảy. Các thành tạo địa chất trong khu vực bao gồm hai phần vị địa tầng là hệ tầng Thác Bà và hệ tầng An Phú. Hệ tầng Thác Bà bao gồm chủ yếu là các đá phiến thạch anh hai mica xen kẹp các đá phiến thạch anh biotit bị migmatit hóa và gneis hóa ở các mức độ khác nhau, đôi chỗ xen kẹp các thấu kính vôi học anh kết dạng quartzit. Hệ tầng An Phú chủ yếu là đá hoa calcit có xen đá hoa dolomit, các khoáng vật phụ gồm phlogopit, fuchsit, graphit.

Trên địa bàn huyện Lûc Yên, spinel có nhiều màu khác nhau. Trong đó, spinel màu xanh lam gặp nhiều ở Khu Ca, Cổ Ngạn. Spinel màu đỏ, hồng và màu tím được khai thác nhiều trong sa khoáng các khu vực Mây Thượng, Công Trời và Minh Tiến. Spinel màu xanh da trời được khai thác nhiều ở khu vực Lũng Thìn và Bãi Sơn (Hình 1.b). Spinel vùng Lûc Yên được khai thác trong cả hai kiểu nguồn gốc là trong đá gốc và trong sa khoáng (dọc theo hệ thống sông, suối và các bãi bồi) (Phạm Văn Long và nnk, 2014). Spinel trong đá hoa được khai thác ở nhiều nơi trong khu vực như Công Trời, Mây Hạ và Mây Thượng.

### 3. Phương pháp nghiên cứu

Để cho làm sáng tỏ đặc điểm ngọc học các nhóm khoáng vật spinel, các mẫu vật thu thập được từ thực địa sẽ chia thành 2 nhóm cơ bản sau: (1) Nhóm 1: mẫu được thu thập trong đá hoa hoặc trong phạm vi mỏ đang khai thác, (2) Nhóm 2: mẫu được thu thập tại các lòng sông, suối dưới dạng sa khoáng. Hai nhóm này được phân tích, so sánh đặc điểm ngọc học tại Viện Nghiên cứu Đá quý và Vàng (VINAGEMS). Các thiết bị được sử dụng bao gồm kính ngọc học (Hãng Amscope); các máy đo chiết suất, tỷ trọng và máy xác định tính chất quang học dùng riêng trong ngọc học. Thành phần định tính các nguyên tố và cấu trúc bề mặt của ngọc spinel được xác định bằng thiết bị hiển vi điện tử quét kết hợp quang phổ tán xạ năng lượng tia X (SEM-EDX, Quanta 450, Công ty FEI, Hillsboro, OR, Hoa Kỳ) tại Trung tâm Phân tích Thí nghiệm Công nghệ cao, trường Đại học Mỏ - Địa chất. Các số liệu nghiên cứu được kết hợp với kết quả định lượng các nguyên tố chính, phụ bằng thiết bị vi phân tích hiển vi đầu dò (EPMA- CAMECA SX100) của Phạm Văn Long và nnk, 2018 nhằm đưa ra những luận giải về đặc điểm ngọc học liên quan đến các trạng thái biểu hiện các nhóm khoáng spinel khu vực mỏ An Phú và Công Trời, huyện Lûc Yên, tỉnh Yên Bái.

### 4. Kết quả và thảo luận

#### 4.1. Đặc điểm ngọc học

Để nghiên cứu đặc điểm ngọc học spinel, tập mẫu được phân loại theo trạng thái biểu hiện, sau đó được gia công, chế tác để so sánh, đánh giá theo các tiêu chuẩn ngọc học như màu sắc, độ tinh khiết, chiết suất, độ cứng, tỷ trọng, tính đa sắc, phổ hấp thụ quang học.

**\*Màu sắc và kích thước:** Trong tập mẫu thu thập được, kích thước các tinh thể spinel dao động mạnh, thay đổi từ 2 mm cho đến 7 cm. Màu sắc chủ yếu của tập mẫu là các màu hồng tới đỏ, nâu đỏ, một số màu violet, tím đậm ít, và đen, với tông màu từ sáng tới tối, số ít có màu xanh cobalt (màu hiếm, chỉ có ở spinel Lûc Yên, trên thế giới ít khi tìm được). Trong đó, các hạt spinel sa khoáng chủ yếu có màu nâu đỏ, tím đậm

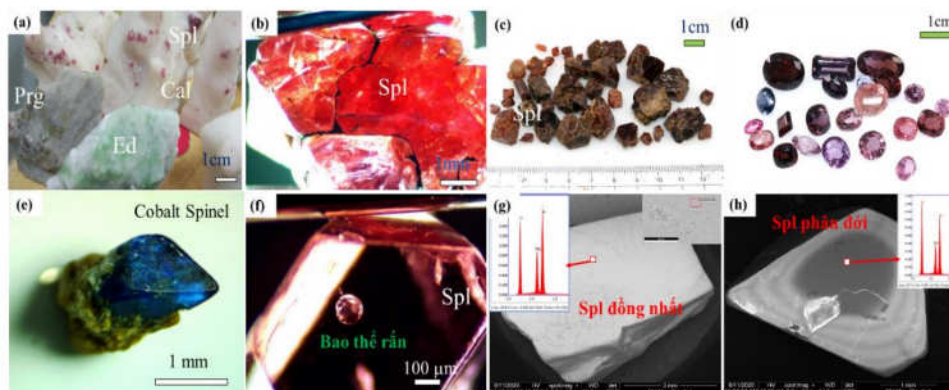
tới đen; spinel trong đá hoa chủ yếu có màu hồng tới đỏ đậm (hình 2. a, b, c). Trên thực tế, các tinh thể spinel trong đá hoa thường đục hơn so với spinel dạng sa khoáng và chỉ thích hợp cho việc làm mẫu sưu tập, hoặc làm tranh đá quý. Trong khi đó, spinel trong sa khoáng thường bị mài tròn, mảnh vỡ sắc cạnh, gồm các màu khác nhau như đỏ, hồng, nâu đỏ, tím, xanh lam và xanh da trời,... Các sản phẩm ngọc khai thác từ sa khoáng thường có độ trong suốt cao và có giá trị kinh tế cao hơn (Phạm Văn Long và nnk, 2014).

\* **Độ tinh khiết:** Spinel thường rất trong do ít bao thể, chất lượng đảm bảo làm đồ trang sức, tuy nhiên độ trong thường tốt nhất ở những tinh thể có kích thước nhỏ, tự hình. Những tinh thể có kích thước lớn thì lớp bên ngoài có thể có độ tinh khiết cao, nhưng tâm hạch tinh thể thường khá đục. Bên cạnh đó, tinh thể lớn thường có nhiều vết nứt, vỡ ảnh hưởng trực tiếp đến độ tinh khiết. Những tinh thể tối màu hoặc màu violet thường nứt nẻ nhiều và có độ tinh khiết thấp. Các tinh thể spinel trong đá gốc thường rạn nứt nên độ tinh khiết thấp hơn, ngược lại nhiều viên spinel trong sa khoáng có độ tinh khiết cao, thỏa mãn tiêu chuẩn làm trang sức (hình 2. d).

\* **Tỷ trọng:** Kết quả nghiên cứu cho thấy tỷ trọng của spinel Lục Yên dao động từ  $3.51 \div 3.55$ , giá trị này phụ thuộc nhiều vào độ nứt nẻ của mẫu và chủng loại bao thể bên trong các khoáng vật. Những viên có độ tinh khiết cao thường có tỷ trọng thấp, ngược lại những mẫu đục và nhiều bao thể lại có giá trị tỷ trọng cao hơn. Trong sa khoáng giá trị tỷ trọng trung bình của tập mẫu là 3.54. Giá trị tỷ trọng trung bình của spinel trong đá gốc là 3.53 do độ nứt nẻ tinh thể spinel trong đá gốc cao hơn so với các mẫu sa khoáng.

\* **Chiết suất và tính đẳng hướng:** Spinel có tính đẳng hướng do kết tinh ở tinh hệ lập phương, và giá trị chiết suất của spinel trong đá gốc và trong sa khoáng ở khu vực Lục Yên dao động trong khoảng  $1.716 \div 1.720$  (được đo bởi chiết suất kế FABLE model FRG - 002). Kết quả nghiên cứu cho thấy giá trị chiết suất của spinel có mối quan hệ với màu sắc của chúng, trong đó những viên tối màu và màu tím thường có giá trị chiết suất cao hơn.

\* **Phổ hấp thụ quang học:** Spinel Lục Yên có giá trị vạch phổ hấp thụ ở 400 - 500, 700 hoặc 450 - 500, 700 cho các màu từ hồng đến đỏ, hoặc tím. Các hạt spinel không có tính đa sắc, phát quang yếu dưới tia UV ở một số viên có màu đỏ.



Hình 2. Spinel khu vực Công Trừi và An phú. (a, b) spinel trong đá hoa; (c, d) spinel thô và thương phẩm từ sa khoáng; (e) spinel màu xanh cobalt hiếm trên thế giới; (f) bao thể khí và bao thể rắn trong các khoáng vật spinel; (g, h) Ảnh SEM spinel có thành phần hóa học đồng nhất và dạng phân đôi. Spinel (Sp), edenit (Ed), calcit (Cal), pargasit (Prg)

\* **Bao thể:** Các bao thể trong spinel có kích thước từ 50 - 150 µm, thành phần khá đa dạng: (1) bao thể rắn gồm nhiều loại khoáng vật khác nhau từ không màu đến có màu; (2) bao thể khí (hình 2. e, f), và (3) hiếm hơn là bao thể lỏng. Trong đó, bao thể dạng chùm pháo hoa đặc trưng cho spinel Việt Nam là các bao thể thuộc nhóm pyroxen và một số khoáng vật silicat khác.

\* **Nhận xét chung:** Kết quả nghiên cứu đặc điểm ngọc học spinel Lục Yên cho thấy chất lượng ngọc của Spinel trong sa khoáng tốt hơn nhiều so với spinel trong đá gốc. Tổng hợp các kết quả so sánh đặc điểm các nhóm ngọc spinel được tổng hợp trong bảng 1 bên dưới.

Bảng 1. Tổng hợp đặc điểm chất lượng ngọc học của spinel trong sa khoáng và trong đá gốc khu vực Lục Yên, Yên Bái

TT	Thông số	Spinel trong đá gốc	Spinel trong sa khoáng
1	Kích thước	5 mm – 5 cm	2mm – 7cm
2	Độ tinh khiết	Có nhiều khe nứt, độ tinh khiết thấp	Ít khe nứt hơn spinel trong đá gốc, có bao thể, độ tinh khiết trung bình tới cao
3	Màu sắc	Thường màu sắc tươi sáng hơn	Màu sắc sẫm và đậm hơn

TT	Thông số	Spinel trong đá gốc	Spinel trong sa khoáng
4	Tỷ trọng trung bình	3,54	3,53
5	Chiết suất	1,716 ÷ 1,720, đẳng hướng	

#### 4.2. Đặc điểm địa hóa các nguyên tố chính, phụ và mối liên quan đến màu sắc của spinel

Kết quả phân tích định tính (SEM-EDX – hình 2. g, h) và kết quả định lượng (EPMA) thành phần hóa học (Phạm Văn Long và nnk, 2018) cho thấy thành phần chính của spinel khu vực Lục Yên, Yên Bái gồm chủ yếu  $Al_2O_3$  (70.25 – 72.62%) và  $MgO$  (25.97 – 28.97%) (Bảng 2).

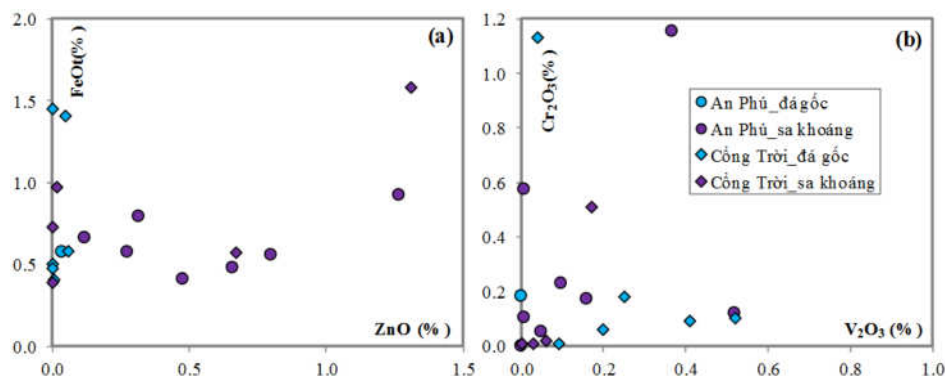
Thành phần các nguyên tố vi lượng quyết định màu sắc của spinel Lục Yên gồm chủ yếu Fe, Zn, Cr, V; các nguyên tố vết khác có hàm lượng rất thấp (dưới giới hạn phân tích của thiết bị vi dò). Thành phần V, Zn có hàm lượng đáng kể trong các khoáng vật spinel khu vực Lục Yên nhưng lại không có vai trò tạo màu cho spinel. Spinel màu hồng và đỏ là do sự có mặt của  $Fe^{3+}$  và  $Cr^{3+}$ ; màu xanh cobalt chủ yếu được tạo ra do  $Co^{2+}$  thay thế cho  $Mg^{2+}$  trong cấu trúc mạng tinh thể. Trong trường hợp hàm lượng Co không đáng kể, các sắc thái màu xanh nhạt hơn được tạo ra do sự chuyển đổi điện tử  $Fe^{2+} - Fe^{3+}$  trong mạng tinh thể spinel (D'ippolito và nnk, 2015). Dựa vào hệ Zn-Cr-V cho phép phân biệt spinel có màu đỏ và hồng ở khu vực Công Trời và An Phú (Phạm Văn Long và nnk, 2018).

Bảng 2. Kết quả phân tích định lượng thành phần hóa học các khoáng vật spinel màu hồng, đỏ tại các mỏ An Phú, Công Trời (Theo Phạm Văn Long và nnk, 2018)

Mỏ	Nguồn	Mẫu	Màu sắc	MgO	$Al_2O_3$	FeO	$TiO_2$	$V_2O_5$	$Cr_2O_3$	MnO	ZnO	CoO	NiO	Tổng
(Hàm lượng %)														
An Phú	Đá gốc	AP4	Đỏ	27,64	70,86	0,57	0	0	0,18	0	0,4	0	0	99,29
	Sa khoáng	VIET1	Đỏ	27,55	70,25	0,55	0,2	0,37	1,15	0	0,80	0	0	100,69
	Sa khoáng	VIET2	Đỏ nhạt	27,56	71,10	0,41	0,2	0,52	0,12	0	0,48	0	0	100,21
	Sa khoáng	VIET3	Đỏ	27,92	70,64	0,92	0	0,10	0,23	0,1	1,27	0	0	101,08
	Sa khoáng	VIET8	Hồng nhạt	28,34	70,91	0,48	0,1	0,16	0,17	0	0,66	0	0	100,73
	Sa khoáng	ANP5	Tím lavender	27,77	71,61	0,66	0,1	0,5	0,5	0,1	0,12	0	0	100,28
	Sa khoáng	VIET23	Tím tới nâu	27,39	71,69	0,79	0	0	0	0,1	0,32	0	0	100,20
	Sa khoáng	VIET24	Tím tới nâu	25,97	71,89	3,41	0	0,1	0,10	0,2	0,5	0	0	101,5
	Sa khoáng	VIET27	Cam tới phớt nâu	27,74	71,46	0,57	0,1	0,1	0,57	0,9	0,28	0	0	100,7
Công Trời	Đá gốc	VIET32	Nâu tối	28,10	70,88	1,45	0,2	0,41	0,9	0,1	0	0	0	101,0
	Đá gốc	CT1	Hồng	28,54	70,75	0,50	0,1	0,20	0,6	0,1	0	0	0	100,13
	Đá gốc	CT4	Hồng	28,12	70,34	1,41	0,2	0,52	0,10	0,1	0,5	0	0	100,71
	Đá gốc	VIET31	Hồng	27,70	71,83	0,41	0,2	0,25	0,18	0	0,1	0	0	100,41
	Đá gốc	VIET33	Hồng	27,43	71,32	0,58	0	0,4	1,13	0,2	0,6	0	0	100,58
	Đá gốc	VIET1	Tím nhạt	28,97	71,27	0,48	0	0,9	0,1	0,1	0	0	0	100,9
	Sa khoáng	VIET9	Hồng	27,36	72,62	0,97	0	0	0,1	0	0,2	0	0	100,98
	Sa khoáng	VIET11	Tím	28,33	70,58	0,57	0,1	0,17	0,51	0	0,67	0	0	100,8
	Sa khoáng	VIET14	Tím	28,41	71,55	0,73	0	0,6	0,2	0	0	0	0	100,8
	Sa khoáng	VIET15	Tím đậm	27,03	70,95	1,58	0	0	0,1	0,1	1,31	0	0	100,9
Sa khoáng	VIET16	Tím nhạt	28,89	72,19	0,39	0	0,3	0,1	0	0	0	0	101,5	

Nhìn chung, thành phần các nguyên tố chính, phụ trong spinel nguồn sa khoáng và trong đá hoa đều có dải biến thiên rộng, có sự chồng lấn về thành phần hóa học trong cả hai khu vực mỏ. Tuy nhiên, hàm lượng Zn

trong đá gốc thấp hơn so với sa khoáng ở các mỏ An Phú và Công Trời (Hình 3); đây chính là đặc điểm nổi bật, quan trọng nhất để phân biệt hai loại hình nguồn gốc của spinel khu vực huyện Lục Yên, tỉnh Yên Bái.



Hình 3. Tương quan thành phần các oxit ZnO – FeO (tổng sắt) (a), và V<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (b) của spinel nguồn sa khoáng và trong đá gốc tại mỏ Công trời, An Phú (số liệu từ Phạm Văn Long và nmk, 2018)

## 5. Kết luận

Tổng hợp các kết quả nghiên cứu cho phép rút ra một số kết luận chính như sau:

- Các khoáng vật spinel khu vực Lục Yên, Yên Bái được tìm thấy dưới 2 dạng chủ yếu, bao gồm: (1) Sa khoáng và (2) cộng sinh cùng calcit trong đá hoa hệ tầng Thác Bà và hệ tầng An Phú, trong đó nổi bật là sự xuất hiện của ngọc spinel có màu hiếm - xanh cobalt.

- Nhóm khoáng vật spinel nguồn gốc sa khoáng thường có chất lượng tốt hơn nhóm khoáng vật spinel trong đá hoa, đáp ứng tiêu chuẩn đá quý và được sử dụng, tiêu thụ rộng rãi trên thị trường trong nước và quốc tế.

## Tài liệu tham khảo

Balmer, W.A., Hauzenberger, C.A., Fritz, J., Sutthirat, C., 2017. Marblehosted deposits of the Morogoro region. *Tanzania. J. Afr. Earth Sci.* 134, 626–643.

Bowles, J.F.W., Howie, R.A., Vaughan, D.J., & Zussman, J. (2011). *Rock-forming minerals. Volume 5A, Non-silicates: oxides, hydroxides and sulphides. 2nd Edition.* The Geological Society, London, England, 920 pp.

D’ippolito, V., Andreozzi, G.B., Halenius, H., Skogby, H., Hametner, K., & Gunther, D. (2015) Colour mechanisms in spinel: cobalt and iron interplay for the blue colour. *Physics and Chemistry of Minerals* 42, 431–439.

Garnier, V., Giuliani, G., Ohnenstetter, D., Fallick, A.E., Dubessy, J., Banks, D., Hoang, Q.V., Lhomme, TH., Maluski, H., Pecher, A., Bakhsh, K.A., Pham, V.L., Phan, T.T., & Scharz, D. (2008) Marble-hosted ruby deposits from central and Southeast Asia: towards a new genetic model. *Ore Geology Reviews* 34, 169–191.

Garnier, V., Maluski, H., Giuliani, G., Ohnenstetter, D., Schwarz, D., 2006. Ar-Ar and U-Pb ages of marble-hosted ruby deposits from central and Southeast Asia. *Can. J. Earth Sci.* 43, 509–532.

Giuliani, G., Fallick, A.E., Boyce, A.J., Pardieu, V., Pham, V.L., 2017. Pink and red spinels in marble: trace elements, oxygen isotopes, and sources. *Can. Mineral.* 55, 743–761.

Hauzenberger, C.A., Hager, T., Baumgartner, L.P., & Hofmeister, W. (2001) High-grade metamorphism and stable isotope geochemistry of N-Vietnamese gembearing rocks. *In Proceedings of the Workshop on gems and minerals of Vietnam, Hanoi 2001* (124–138).

Mattauer, M., Matte, P., Jolivet, J.L., 1999. A 3D model of the India-Asia collision at large scale. *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. Ila* 328, 499–508.

Phạm Văn Long, Gaston Giuliani, Anthony E. Fallick, Andrian J. Boyce, Vincent Pardieu, 2018. *Trace elements and oxygen isotopes of gem spinel in marble from the Luc Yen – An Phu areas, Yen Bai province, North Vietnam.*

Phạm Văn Long, Vincent Pardieu, Gaston Giuliani, Ngụy Tuyết Nhung, Phạm Thị Thanh Hiền, Phạm Đức Anh, Nguyễn Ngọc Khôi, Hoàng Quang Vinh, 2014. Một số đặc điểm ngọc học của spinel vùng Lục Yên – Yên Bái. *Tạp chí ĐỊA CHẤT, loạt A, số 340, 11-12/2014, tr.29-36.*

Searle, M.P., Noble, S.R., Cottle, J.M., Waters, D.J., Mitchell, A.H.G., Hlaing, T., Horstwood, M.S.A., 2007. Tectonic evolution of the Mogok meta-morphic belt, Burma (Myanmar) constrained by U-Th-Pb

## ABSTRACT

### Gemological features of Spinel in marble and placer in Luc Yen, Yen Bai province

Nguyen Quang Duy<sup>1,2</sup>, Nguyen Khac Du<sup>1</sup>, Bui Hoang Bac<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Department of Prospecting and Exploration Geology, Hanoi University of Mining and Geology*

<sup>2</sup> *Institute for Gems and Gold Research of Vinagems*

Spinel belongs to semi-precious stone group having relatively high economic value, and they have widely been used. They are found in various geological units such as conglomerate, limestone, marble, and sandstone in many countries and regions worldwide. In Vietnam, gem spinel mines had been recorded in Yen Bai province since the last years of the 20th century. They occur in 2 main types: (1) primary including spinel associated with calcite in Thac Ba metamorphic formation, and (2) secondary forming placer deposits. Analysis methods of gemological microscopy, SEM-EDX in combination with EPMA data were systematically applied to interpret the gemological quality related to their origin. Results show that Luc Yen gem spinels own unique characteristics compared to those recovered from other places, typically the presence of blue cobalt spinel that has never been discovered before. The gemological quality of spinels are different depending on their formation, in which placer spinels commonly have higher economic values due to their better quality. On the other hand, spinels in metamorphic rocks do not satisfy the gem standards on the market, therefore they should be used for other purposes.

*Keywords:* Spinel, Luc Yen - Yen Bai, gem quality, primary - placer.