

# PHÁT HIỆN LẦN ĐẦU TIÊN KHOÁNG VẬT JONASSONITE - $\text{AuBi}_5\text{S}_4$ Ở VIỆT NAM

A.S. BORISENKO, TRẦN TRỌNG HÒA, V.I. VASILEV, N.K. MORSEV,  
VŨ VĂN VẤN, NGÔ THỊ PHƯƠNG, HOÀNG HỮU THÀNH,  
TRẦN TUẤN ANH, PHẠM THỊ DUNG

## I. MỞ ĐẦU

Năm 2004, trong khi nghiên cứu mẫu khoáng tương của quặng từ mỏ vàng Đăk Ripen (Đắc Tô, Kon Tum) chúng tôi đã phát hiện được khoáng vật có thành phần Au-Bi-S, vào thời điểm đó chưa có danh pháp chính thức [5]. Lúc đầu, chúng tôi coi đó là khoáng vật mới, song do số lượng hạt hạn chế và kích thước tinh thể rất nhỏ không thể nghiên cứu được đầy đủ các đặc điểm của khoáng vật này nên chúng tôi đã dự kiến thử tổng hợp lại pha tương tự để nghiên cứu toàn diện hơn các tính chất của nó và xem xét có thể coi đó là khoáng vật mới hay là một biến loại của khoáng vật nào đó. Việc tìm hiểu tài liệu đã cộng bố trên thế giới cho thấy khoáng vật có thành phần như thế này nhưng không có tên cụ thể đã được đề cập đến trong một số bài báo chuyên ngành. Bản thảo sớm nhất (năm 1908) thông báo về vật chất tự nhiên có 4 nguyên tố (Bi, Au, Ag, S) được G.A. Koenig gọi là aurobismuthinite và công bố vào năm 1912 [7]. Trong thành phần của vật chất này, ngoài Bi và S, còn xác định được 12,27 % Au, 2,32 % Ag và đề xuất công thức là  $(\text{Bi}, \text{Au}, \text{Ag}_2)_5\text{S}_6$  (bảng 1). Hai trong số ba quan điểm được tác giả bình luận trong bài báo giả thiết vật chất đó hoặc là hỗn hợp của  $(\text{Bi}, \text{Au}, \text{Ag}_2)\text{S}$  với bismutin -  $\text{Bi}_2\text{S}_3$ , hoặc là hỗn hợp của nó với hợp kim vàng-bạc. Sau này, L.J. Spence (1916) khi mô tả aurobismuthinite cũng cho đó là các hỗn hợp khá dĩ thực tế hơn cả [10].

Các kết quả phân tích thành phần khoáng vật ở Đăk Ripen bằng microsond mà chúng tôi tiến hành cho phép tính công thức lý tưởng của nó là  $\text{AuBi}_5\text{S}_4$ , công thức lần đầu tiên được đưa ra đối với khoáng vật sulfur Au-Bi chưa được đặt tên ở Nhật Bản [4], còn sau đó là đối với các khoáng vật giống như vậy ở Kazastan [13], Yakutia [12], Maroc [8], Hungary [3], Australia [Stegman, 2001], Phần Lan [Vauhaneen, 2001]. Trong sách tra cứu của H. Strunz và E.H.

Nickel (2001) có hai tên gọi gần giống nhau về các vật chất tự nhiên có thành phần nguyên tố tương tự : auribismuthinite, có nghĩa là hỗn hợp của các khoáng vật Au, Ag, Bi và aurobismuthinite thuộc nhóm muối sulfur với công thức chưa biết [11].

Như vậy, rõ ràng do thiếu các số liệu xác định đầy đủ về tính chất của khoáng vật, cho đến năm 2004 khoáng vật này chưa được chuẩn y. Chỉ đến năm 2005 mới xuất hiện một thông báo ngắn của ủy ban về Khoáng vật và Tên khoáng vật mới thuộc Hội Khoáng học Quốc tế (Commission on New Minerals and Mineral Names, International Mineralogical Association) về sự phê chuẩn khoáng vật mới với thành phần  $\text{AuBi}_5\text{S}_4$  [1]. Chúng tôi mới biết tên gọi jonassonite của khoáng vật này từ công trình của C.L. Ciobanu và các cộng sự (2006) [2] do GS P. Perrude cung cấp, trong đó có các thông tin là đã tìm thấy khoáng vật này ở Romania. Bài báo gốc về jonassonite khi đó còn ở trong quá trình xuất bản và được công bố muộn hơn vào năm 2006 [9]. Trong bài báo này, công thức khoáng vật đăng ký ban đầu đã được thay đổi và công thức lý tưởng cuối cùng có dạng  $\text{Au}(\text{Bi}, \text{Pb})_5\text{S}_4$ . Thực chất, đây là công thức thể hiện biến loại  $\text{AuBi}_5\text{S}_4$  có chứa chì, bởi lẽ chì trong thành phần của các mẫu đã biết trước đó hoặc là không có, hoặc có hàm lượng thay đổi trong khoáng từ 0,1 đến tối đa là 7,49 %.

Bài báo này giới thiệu các kết quả nghiên cứu bổ sung về khoáng vật jonassonit trong quặng từ mỏ vàng Đăk Ripen được tập thể tác giả phát hiện từ năm 2004.

## II. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT VÀ KHOÁNG VẬT MỎ ĐĂK RIPEN

Mỏ vàng Đăk Ripen phân bố trong phạm vi nút quặng Đăk Tô thuộc đai sinh khoáng Pô Kô - Sa

Bảng 1. Thành phần hoá học của jonassonit trong mỏ Đăk Ripen (Việt Nam) và theo các tài liệu khác nhau

| Địa danh   | Au             | Ag            | Bi              | Pb            | S              | Se   | Tạp chất           | Tổng             | Ghi chú  |
|--|----------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|------|--------------------|------------------|--|
| Không rõ   | 12,27          | 2,32          | 69,50           |               | 15,35          |      | Vết Cu             | 99,44            | (Bi, Au, Ag <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> S <sub>6</sub> ; Koenig, 1912, phân tích hóa   |
| Mỏ Tsugahira,<br>Nhật Bản                                    | 15,36<br>15,48 |               | 75,34<br>75,19  |               | 9,41<br>9,40   |      |                    | 100,11<br>100,07 | Au <sub>1,07</sub> Bi <sub>4,92</sub> S <sub>4,01</sub><br>Au <sub>1,07</sub> Bi <sub>4,92</sub> S <sub>4,01</sub><br>S. Hamasaki et al, 1986  |
| Tichka, Marokko  | 14,03          | 0,01          | 68,58           | 7,36          | 9,97           | 0,02 | 0,02 Te            | 99,99            | Au <sub>0,95</sub> (Bi <sub>4,40</sub> Pb <sub>0,48</sub> ) <sub>4,88</sub> S <sub>4,17</sub><br>E. Oudin et al, 1988. Trung bình của 10 phân tích   |
| Tây bắc Yakutia  | 13,13          |               | 78,54           |               | 8,92           |      |                    | 100,59           | Au <sub>0,92</sub> Bi <sub>5,21</sub> S <sub>3,86</sub>  |
|  | 15,48          |               | 75,00           |               | 9,14           |      |                    | 99,62            | Au <sub>1,09</sub> Bi <sub>4,97</sub> S <sub>3,95</sub><br>И.Я. Некрасов и др., 1988   |
|  | 13,61          |               | 79,15           |               | 9,48           |      |                    | 102,24           | Au <sub>0,93</sub> Bi <sub>5,09</sub> S <sub>3,98</sub>  |
|  | 17,40          |               | 71,38           |               | 11,80          |      |                    | 100,58           | Au <sub>1,11</sub> Bi <sub>4,28</sub> S <sub>4,61</sub> phân tích không thỏa mãn   |
| Kazastan   | 12,46          |               | 77,49           |               | 9,18           |      |                    | 99,13            | Au <sub>0,88</sub> Bi <sub>5,15</sub> S <sub>3,97</sub><br>З.Н. Павлова, П.Е. Котельников, 1988  |
| Nagybörzsöny<br>Hungari                                      | 14,81          | 0,12          | 68,39           | 5,95          | 9,81           |      |                    | 99,08            | (Au <sub>1,02</sub> Ag <sub>0,02</sub> ) <sub>1,04</sub> (Bi <sub>4,43</sub> Pb <sub>0,39</sub> ) <sub>4,81</sub> S <sub>4,14</sub>  |
|  | 14,87          | 0,28          | 71,11           | 4,31          | 9,75           |      |                    | 100,32           | (Au <sub>1,02</sub> Ag <sub>0,03</sub> ) <sub>1,05</sub> (Bi <sub>4,58</sub> Pb <sub>0,28</sub> ) <sub>4,86</sub> S <sub>4,09</sub><br>G. Dobosi, B. Nagy, 1989  |
| Khối Highiç<br>Rumani  | 14,48          | 0,02          | 69,33           | 5,93          | 8,80           |      |                    | 98,56            | Au <sub>1,04</sub> (Bi <sub>4,68</sub> Pb <sub>0,40</sub> ) <sub>5,09</sub> S <sub>3,87</sub>  |
|  | 14,63          | 0,07          | 69,34           | 7,22          | 9,69           |      |                    | 100,95           | (Au <sub>1,00</sub> Ag <sub>0,01</sub> ) <sub>1,01</sub> (Bi <sub>4,46</sub> Pb <sub>0,47</sub> ) <sub>4,93</sub> S <sub>4,06</sub><br>C.L. Ciobanu et al, 2006, kết quả phân tích đại diện  |
|  | 14,28          | -             | 69,16           | 6,94          | 9,23           |      |                    | 99,61            | Au <sub>1,00</sub> (Bi <sub>4,57</sub> Pb <sub>0,46</sub> ) <sub>5,03</sub> S <sub>3,97</sub>  |
|  | 14,22          | 0,04          | 69,22           | 7,49          | 9,29           |      |                    | 100,26           | (Au <sub>0,99</sub> Ag <sub>0,01</sub> ) <sub>1,00</sub> (Bi <sub>4,54</sub> Pb <sub>0,50</sub> ) <sub>5,03</sub> S <sub>3,97</sub>  |
|  | 14,15          | -             | 68,62           | 7,47          | 9,31           |      |                    | 99,55            | Au <sub>0,99</sub> (Bi <sub>4,52</sub> Pb <sub>0,50</sub> ) <sub>5,02</sub> S <sub>4,00</sub>  |
|  | 14,43          | 0,04          | 69,07           | 6,48          | 9,06           |      |                    | 99,08            | Au <sub>1,02</sub> (Bi <sub>4,60</sub> Pb <sub>0,43</sub> ) <sub>5,04</sub> S <sub>3,94</sub><br>Trung bình của 10 phân tích   |
| Nagybörzsöny<br>Hungari                                      | 14,95          | 0,09          | 69,06           | 6,12          | 9,76           | 0,41 | 0,06 Cd<br>0,08 Sb | 100,53           | (Au <sub>1,02</sub> Ag <sub>0,01</sub> ) <sub>1,03</sub> (Bi <sub>4,42</sub> Pb <sub>0,39</sub> Cd <sub>0,01</sub> Sb <sub>0,01</sub> ) <sub>4,83</sub> (S <sub>4,07</sub> Se <sub>0,07</sub> ) <sub>4,14</sub><br>W.H. Paar et al, 2006; trung bình của 4 phân tích |
| Đăk Ripen<br>Việt Nam  | 13,11<br>14,58 | 0,00-<br>0,03 | 74,93-<br>76,91 | 0,10-<br>1,00 | 8,87-<br>10,07 |      |                    |                  | Hàm lượng tối thiểu và tối đa của nguyên tố  |
|  | 14,02          |               | 76,37           | 0,49          | 9,80           |      |                    | 100,68           | Au <sub>0,96</sub> (Bi <sub>4,91</sub> Pb <sub>0,03</sub> ) <sub>4,94</sub> S <sub>4,10</sub> , trung bình của 18 phân tích  |
| Thành phần lý thuyết<br>cho AuBi <sub>5</sub> S <sub>4</sub> | 14,38          |               | 76,26           |               | 9,36           |      |                    | 100,00           |  |

Thầy [1] ở rìa tây khối nhô Kon Tum. Quặng hóa biểu hiện dưới dạng đới đập vỡ chứa khoáng hóa có phương á kính tuyến trong đá biến chất hệ tầng Khâm Đức tuổi Proterozoi. Các đá granitogneis và đá phiến kết tinh bị dăm hóa và phân phiến trong đới đập vỡ bị xuyên cắt bởi các mạch thạch anh màu trắng và xám tối với khoáng hóa sulfur chủ yếu bao gồm pyrit, chalcopyrit và galenit. Tính phân đới quặng hóa nội sinh biểu hiện ở sự thay đổi quặng nhiệt độ cao pyrit-chalcopyrit-pyrotin sang quặng nhiệt độ thấp hơn - chủ yếu là pyrit với chalcopyrit và galenit theo hướng từ phần bắc xuống phần nam của đới quặng. Các khoáng vật quặng chủ yếu là pyrit, chalcopyrit và ở phần bắc của đới quặng có thêm pyrotin và ít hơn - galenit. Các khoáng vật quặng hiếm gồm có bornit, sphalerit, bismutin, bismut tự sinh, vàng tự sinh, ikonolit, bravoit, molipdenit, sheelit, pha khoáng thành phần  $AuBi_5S_4$ , hematit. Các khoáng vật mạch (không quặng) chủ yếu là thạch anh, sericite, ít hơn có clorit, calcite, ankerit, đôi khi gặp turmalin và graphit [6].

Trình tự kết tinh khoáng vật quan sát được cho phép ghi nhận 4 giai đoạn của quá trình nhiệt dịch : 1) Thạch anh - pyrit sớm (mạch thạch anh ám khối với pyrit và graphit) ; 2) Pyrotin - chalcopyrit (mạch thạch anh trắng với pyrotin, chalcopyrit, sphalerit, molipdenit, sheelit, sericite, clorit) ; 3) Galenit-bismutin (galenit, sphalerit, bismutin, pyrit, vàng, bismut tự sinh,  $AuBi_5S_4$ , ikonolit) ; 4) Thạch anh - carbonat muộn (thạch anh, ankerit, calcite, sericite, pyrit) ; mối liên quan của giai đoạn này với quá trình thành tạo quặng pyrit-chalcopyrit-pyrotin có tính giả định.

### III. TÍNH CHẤT VẬT LÝ, QUANG HỌC VÀ THÀNH PHẦN HÓA HỌC CỦA JONASSONITE

Theo [7], mẫu được nghiên cứu là vật chất lấp đầy khe nứt có chiều dày khoảng 1 cm và đó là một mảnh của tinh thể dạng tấm có cạnh gần như song song. Trong tập hợp khá đồng nhất cấu tạo hạt quan sát thấy nhiều bề mặt có cát khai dạng lăng trụ giống như cát khai của bismutin và antimonit. Vết vỡ tươi của khoáng vật có màu xám sáng, giống như màu của chì. Vật chất khá dẻo, bị dính khi nghiền tán. Các tính chất quang học không được mô tả. Có thể tập hợp hạt là các tinh thể mọc xen của bismutin, jonassonite và yalpaid ( $Ag_3CuS_2$ ), bởi lẽ trong thành phần của nó, ngoài Bi, Au, Ag, còn phát hiện thấy dấu vết của Cu, còn khi nghiền tán với thủy ngân, thủy ngân cũng không tách được vàng ra và điều đó loại

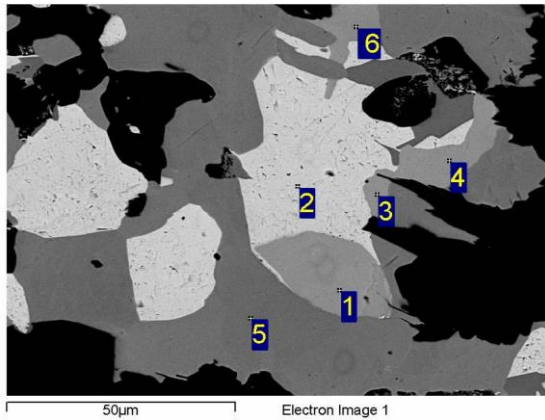
trừ sự có mặt hỗn hợp cơ học dưới dạng hợp kim Au-Ag mà tác giả giả thiết.

Khác với mô tả của G.A. Koenig, các phát hiện  $AuBi_5S_4$  sau này đều được tiến hành trên cơ sở nghiên cứu mẫu khoáng tương. Trong đa số trường hợp, các hạt đơn có kích thước không vượt quá 30-40  $\mu m$ . Chỉ có khoáng vật từ Hungary tạo thành các hạt đa hình kích thước tương đối lớn để có thể xem xét một cách chi tiết hơn [9]. Tuy nhiên, có điều cần lưu ý là jonassonit trong những mẫu nghiên cứu này, cũng như khoáng vật được phát hiện ở Maroc và Romania thường giàu Pb và vì thế một số tính chất của nó khác với các tính chất của khoáng vật tương tự nhưng không chứa nguyên tố này. Đáng tiếc là việc đối sánh các khoáng vật này không tiến hành được vì thiếu các thông số cần thiết.

Các đặc tính chuẩn của jonassonite, chính xác hơn là biến loại chứa Pb của nó, theo tài liệu của W.H. Paar và các cộng sự (2006) [9] như sau : khoáng vật có màu trắng thiếc, ánh kim và vết vạch màu đen, giòn, cát khai không rõ, có song tinh. Độ cứng (vi độ cứng) 125-153 (trung bình 134,5)  $kg/mm^2$ . Dưới kính hiển vi phân xạ, khoáng vật không trong suốt, màu xám nhạt với ánh lam, phản xạ kép và các hiệu ứng màu đa sắc yếu, dị hướng rõ. Chỉ số phân xạ trong không khí và trong dung dịch nhúng là 48,6-50,1 (không khí), 35,0-36,7 (dầu) (470 nm), 46,6-49,4, 32,7-35,7 (546 nm) 46,6-48,9, 32,9-35,2 (589 nm), 48,0-48,8, 34,2-35,0 (650 nm). Các nghiên cứu về tinh thể (ronghen) cho thấy jonassonite thuộc hệ đơn nghiêng với các thông số của ô mạng cơ sở :  $a$  18,329(29),  $b$  4,108(4),  $c$  13,974(16) ;  $\beta$  100,90 (10)°, một nhóm không gian từ F2/m, F2, Fm, Z = 2 ; mật độ tính toán - 8,64  $g/cm^3$ .

Một số hạt chứa pha Au-Bi-S kích thước nhỏ ở mỏ Đăk Ripen (Kon Tum) được phát hiện trong tổ hợp các khoáng vật quặng, bao gồm pyrit hai thể hệ, pyrotin, chalcopyrit, sphalerit, galenit, bismut tự sinh và vàng tự sinh, bismutin, ikonolit,... Tổ hợp khoáng vật chứa jonassonite ở Đăk Ripen mô tả rất gần gũi với tổ hợp khoáng vật chứa jonassonite ở mỏ Nagyörzsöny (Hungary). Theo quan sát dưới kính hiển vi, khoáng vật này được kết tinh trong cộng sinh muộn thuộc giai đoạn tạo khoáng thứ ba cùng với bismutin, ikonolit, galenit, bismut tự sinh và vàng tự sinh. Jonassonit có tiếp xúc với hầu hết các khoáng vật của tổ hợp cộng sinh này, ngoại trừ Au tự sinh. Hạt có kích thước lớn hơn cả có dạng

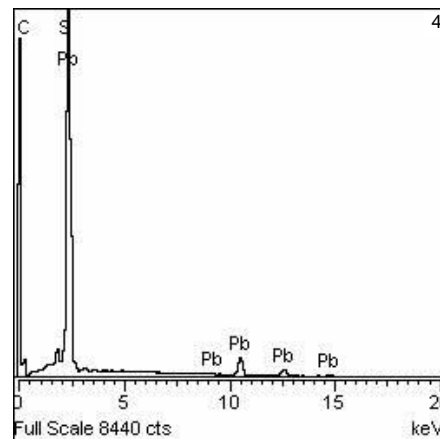
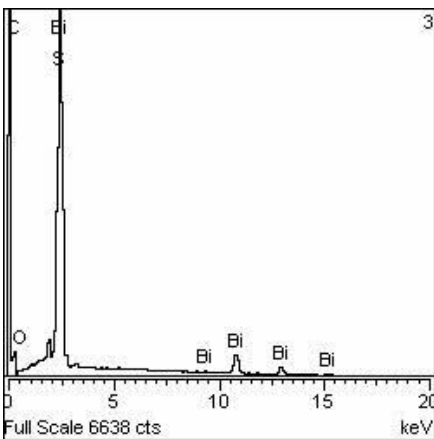
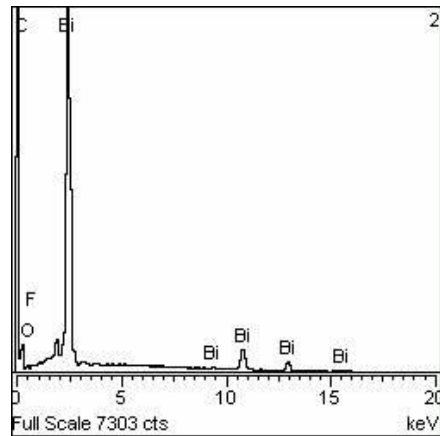
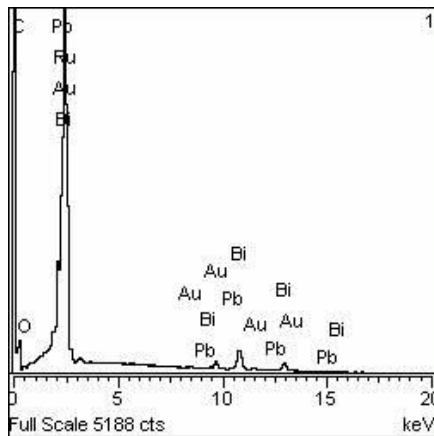
elip với chiều dài chừng 35  $\mu\text{m}$  và biểu hiện dưới dạng mọc xen với bismut tự sinh, galenit, ikonulit trên tiếp xúc với pyrotin (ảnh 1, hình 1).



Ảnh 1. Hạt jonassonite mỏ Đăk Ripen (1), vây quanh là các hạt bismut tự sinh (2), ikonulit 3, 4, 6), galenit (5). ảnh chụp trên kính hiển vi điện tử quét

Dưới kính hiển vi phân xạ, khoáng vật nghiên cứu không trong suốt, độ cứng thấp, giòn và có màu trắng xám với ánh lam hoặc lục phụ thuộc vào pha khoáng tiếp xúc trong cộng sinh khoáng vật. Độ phản xạ cao hơn một chút so với bismutin, tính dị hướng và phản xạ kép yếu hơn. Không thấy cát khai và song tinh. Dựa theo các tính chất này, khoáng vật mỏ Đăk Ripen hầu như không khác biệt với jonassonite từ Nhật Bản, Romania và Hungary. Do tinh thể có kích thước rất nhỏ nên chúng tôi không tiến hành xác định mật độ và thử vi độ cứng (VHN) cũng như các đặc tính ronghen được.

Thành phần hóa học của khoáng vật được nghiên cứu trên máy vi dò Camebax-Micro dưới điện áp gia tốc 20 kV và dòng trên mẫu 15 nA. Mẫu chuẩn được sử dụng là  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  ( $\text{BiM}\alpha$ ,  $\text{SK}\alpha$ ), PbS ( $\text{PbM}\alpha$ ) ống hợp, hợp kim 75 % Au và 25 % Ag ( $\text{AuM}\alpha$ ,  $\text{AgL}\alpha$ ). Kích thước (đường kính) tia bắn 3-5  $\mu\text{m}$ , thời gian tính toán là 10 giây. Việc tính toán hàm lượng của các nguyên tố thực hiện theo chương trình chuẩn RMA 04. Kết quả phân



Hình 1. Phổ thành phần của các khoáng vật : 1. Jonassonite, 2. Bismut tự sinh, 3. Ikonulit, 4. Galenit

tích trình bày ở bảng 1, trong đó có trích dẫn các số liệu thành phần của pha  $AuBi_5S_4$  và jonassonite từ các văn liệu đã công bố. Theo kết quả phân tích từ bảng 1, trong khoáng vật mỏ Đăk Ripen hầu như không có Ag (0,01 và 0,03 % từ 2 trong số 18 phân tích), còn hàm lượng Pb (trung bình - 0,49 %) thấp hơn khá nhiều so với jonassonite từ Maroc, Hungary và Romania. Trong các hợp chất tương tự ở Yakutia và Kazastan cũng vắng mặt hai nguyên tố này. Hàm lượng Au và Bi trong khoáng vật nghiên cứu ở Đăk Ripen hầu như trùng hợp với thành phần lý thuyết  $AuBi_5S_4$ . Có lẽ Ag và Pb cũng như các nguyên tố khác không phát hiện được bằng phương pháp phân tích microzond như Sb, Se, Te có thể được coi là các tạp chất đồng hình không thường xuyên trong khoáng vật ở Yakutia và Kazastan có công thức chính là  $AuBi_5S_4$ .

### KẾT LUẬN

Với các tư liệu về tính chất quang học và thành phần trình bày trên, pha khoáng nghiên cứu từ mỏ vàng Đăk Ripen có thể gọi là jonassonite. Đây là phát hiện lần đầu tiên khoáng vật này trong các mỏ vàng ở Việt Nam.

Các tác giả chân thành cảm ơn S.V. Letov đã giúp chụp ảnh jonassonite mỏ Đăk Ripen trên kính hiển vi điện tử, L.N. Pospelova đã tiến hành các nghiên cứu thành phần của khoáng vật trên máy microzond và GS P. Perrud đã cung cấp các tài liệu tham khảo cần thiết.

Công trình được hoàn thành với sự hỗ trợ của chương trình NCCB cấp Nhà nước (2006-2008), các đề tài : 708706, 707806, 707906 và đề tài hợp tác Việt - Nga theo Nghị định thư (2007-2009).

### TÀI LIỆU DẪN

[1] E.A.I. Burke, G. Ferraris, 2005 : New minerals and nomenclature modifications approved in 2004 by the Commission on New Minerals and Mineral Names, International Mineralogical Association. *Canad. Mineral.* Vol. 43, 5, 829-835.

[2] C.L. Ciobanu, N.J. Cook, F. Damian, G. Damian, 2006 : Gold scavenged by bismuth melts : An example from Alpine shear-remobilizates in the Highiç Massif, Romania. *Mineral. and Petrol.*, 87, 351-384.

[3] G. Dobosi, B. Nagy, 1989. The occurrence of an Au-Bi sulphide in the Nagyborzsony hydrothermal ore deposit, Northern Hungary. *N. Jb. Miner. Mh.*, 1, 8-14.

[4] S. Hamasaki, S. Murao, K. Hoshino, M. Watanabe, A. Soeda, 1986 : Unnamed Au-Bi sulfide from the Tsugahira mine, southern Kyushu, SW Japan. *N. Jb. Miner. Mh.*, 416-422.

[5] Trần Trọng Hòa (chủ biên), 2005 : Nghiên cứu điều kiện thành tạo và quy luật phân bố khoáng sản quý hiếm liên quan đến hoạt động magma khu vực Miền Trung và Tây Nguyên. Báo cáo tổng kết đề tài độc lập cấp Nhà nước ĐTĐL-2003/07, Phần II, lưu trữ Trung tâm Thông tin KH&CN Quốc gia, 303tr.

[6] Trần Trọng Hòa, Ngô Thi Phương, A.S. Borisenko, A.E. Izokh, Vũ Văn Ván, Bùi ẩn Niên, Trần tuấn Anh, Phạm Thị Dung, 2006: Đặc điểm địa hóa - đồng vị của quặng hóa vàng Mesozoi sớm và Mesozoi muộn trong mối liên quan với hoạt động magma ría đông nam địa khối Đông Dương. *Tc Địa chất, Loạt A*, 295, 14-23.

[7] G.A. Koenig, 1912 : New Observations in Chemistry and Mineralogy. *Jour. Acad. Nat. Sci. Philadelphia.*, Ser. 2. Vol. XV, Plate XXXVI, 423.

[8] E. Oudin, A. Jouhari, J.L. Tane, A. Wad-jinny, 1988. Observation d'un sulfure d'or-plomb-bismuth  $Au(Bi,Pb)_5S_4$  dans une mineralisation du massif du Tichka (Haut-Atlas occidental, Maroc). *Principaux Resultats Scientifiques et Techniques du BRGM.*, 169.

[9] W.H. Paar, H. Putz, D. Topa, A.C. Roberts, C. Stanley, F.J. Culetto, 2006 : Jonassonite,  $Au(Bi,Pb)_5S_4$ , a new mineral species from Nagyborzsony, Hungary. *Canadian Miner.*, Vol. 44, 5, 1127-1136.

[10] L.J. Spencer, 1916 : A (seventh) list of new mineral names. *Mineral. Magaz.*, Vol. 17, 344-362.

[11] H. Strunz, E.H. Nickel, 2001 : Strunz mineralogical tables. *Chemical Structural Mineral Classification System*. 9<sup>th</sup> Edition, Stuttgart, 744-745.

[12] И.Я. Некрасов, Я.В. Яковлев, Л.И. Соловьев, Н.В. Лескова, 1988 : Первая находка золото-висмутитового сульфида. *Докл. АН СССР*, Т. 299, 2, 438-441.

[13] З.Н. Павлова, П.Е. Котельников, 1988 :  
Формы нахождения серебра, висмута, теллура,  
селена, кобальта и сурьмы в медно-  
золоторудном месторождении Казахстана. Изв.  
АН Каз.ССР. Сер. геол., 13-23.

## SUMMARY

### The first discovery of Jonassonite in Vietnam

The Dak Ripen gold mine is situated at the Dak To ore knot, which is belonged to the Poko - Sa Thay metallogenic belt (western margins of the Kontum Massive, South Vietnam). Major ore minerals are pyrite, chalcopyrite, minority of pyrrhotine and galena. Rare ore minerals consist of bornite, sphalerite, bismuthinite, autogenous bismuth, autogenous gold, ikonolite, bravoite, molybdenite, sheelite and especially  $\text{AuBi}_5\text{S}_4$ . This mineral phase was crystallized at

the latest mineral assemblage of the third metallogenic stage, associated with bismuthinite, ikonolite, galena, autogenous bismuth, and autogenous gold as well. It is intercalated with autogenous bismuth, galena, ikonolite at the contact with pyrrhotine. Under reflective microscope, this mineral is opaque, greyish white with greenish and/or bluish lustre, low in hardness. Its reflective index is higher than bismuthinite, but weaker in anisotropy and double reflective. The Au and Bi concentration in this mineral are identical to  $\text{AuBi}_5\text{S}_4$ , without Ag, and the Pb average concentration ~ 0.49 wt.%. With these characteristics, this mineral is determined as jonassonite. This is the first discovery of the mineral in the Vietnam gold mine.

*Ngày nhận bài : 12-4-2008*

*Viện Địa chất (Viện KHvCN Việt Nam)*

*Viện Địa chất và Khoáng vật học  
(Phân viện Siberi, Viện HLKH Nga)*