

ĐIỀU KIỆN NHIỆT ĐỘ - ÁP SUẤT THÀNH TẠO ĐÁ HOA CHỨA ĐÁ QUÝ VÙNG MỎ LỤC YÊN

NGUYỄN THỊ MINH THUYẾT, NGUYỄN TUYẾT NHUNG,
NGUYỄN NGỌC KHÔI

I. GIỚI THIỆU

Hệ tầng An Phú (PR₃ - ε_{1ap}) do Hoàng Thái Sơn xác lập năm 1997 [13]. Cấu thành hệ tầng An Phú chủ yếu là đá hoa canxit có xen đá hoa canxit-dolomit. Các đá của hệ tầng này tạo thành một dải kéo dài theo hướng tây bắc - đông nam, nằm chuyển tiếp trên đá phiến thạch anh, mica của hệ tầng Thác Bà (PR_{3tb}), được xếp vào loạt Sông Chảy và thuộc đới cấu trúc Lô Gâm. Trong đá hoa gặp ruby, spinen, hầu như không gặp saphir và tổ hợp khoáng vật đi cùng corindon, spinen là khác nhau.

Hiện nay, có hai quan điểm về điều kiện thành tạo đá quý trong đá hoa hệ tầng An Phú, đó là biến chất khu vực [2-8] và biến chất trao đổi liên quan đến các phức hệ xâm nhập kiềm, á kiềm trong vùng [10, 11]. Tuy nhiên, các phức hệ xâm nhập trong khu vực đã được xác lập lại có tuổi không phù hợp với thời gian hình thành của đá quý.

Các tác giả bản đồ địa chất khoáng sản tỷ lệ 1/50.000, nhóm tờ Lục Yên Châu [12] xếp đá hoa hệ tầng An Phú cùng với đá phiến của hệ tầng Thác Bà vào loạt Sông Chảy và cho rằng chúng trải qua hai loạt biến chất phát triển độc lập, chéo nhau. Loạt đầu thuộc phân thấp tương epidot - amphibolit (khoảng 550 °C). Loạt thứ hai là biến chất vòm nhiệt thuộc tương biến chất epidot - amphibolit với khoảng nhiệt độ 600 °C, áp suất nhỏ hơn 6,5 kbar. Còn đá quý được hình thành do quá trình biến chất trao đổi (đọc tiếp xúc với các xâm nhập axit kiềm giàu nhôm). Hoàng Thái Sơn (1994 - 1997), trong báo cáo địa chất và khoáng sản nhóm tờ Đoàn Hùng - Yên Bình xếp các đá của hệ tầng An Phú vào tương biến chất epidot-amphibolit [13]. Theo Nguyễn Kinh Quốc và nnk (1995), ruby, spinen được hình thành do quá trình skarn giữa đá vôi canxit, dolomit với các thân pegmatit và xâm nhập granit, granosienit [10]. Phạm Văn Long (2003)

cho corindon được thành tạo trong quá trình biến chất nhiệt động ở tương amphibolit (nhiệt độ của môi trường trong khoảng 630 - 745 °C) với sự tham gia tích cực của các hoạt động biến chất trao đổi [8]. W. Hofmeister (2001) cho rằng, corindon, spinen trong đá hoa được hình thành trong điều kiện nhiệt độ trên 700 °C, áp suất lớn hơn 7 kbar [6]. C.A. Hauzenberger và nnk (2001, 2003) đã xếp đá hoa chứa spinen, corindon vùng Lục Yên vào đới cấu trúc Dãy Núi Con Voi và xác định chúng được hình thành trong tương granulit (nhiệt độ thấp nhất là 700 °C) [2, 3]. Bhuwadol Wanthana-chaisaeng và nnk (2005) dựa trên sự thay đổi của các dải phổ phát quang Cr⁺³ trong tinh thể corindon đã xác định chúng được hình thành trong điều kiện áp suất khoảng 1,5 kbar (nên là 1,2 kbar).

Bài báo này trình bày các kết quả phân tích đặc điểm thạch học, tổ hợp khoáng vật cộng sinh với corindon, spinen, từ đó xác định trường nhiệt độ, áp suất thành tạo của chúng.

II. ĐẶC ĐIỂM THẠCH HỌC CỦA ĐÁ HOA CHỨA ĐÁ QUÝ HỆ TẦNG AN PHÚ

1. Thành phần hóa học

Từ kết quả phân tích thành phần hóa học (bảng 1) của đá hoa chứa corindon, spinen hệ tầng An Phú có thể thấy đá chứa corindon có hàm lượng nhôm trội hơn và magie thường thấp hơn đá hoa chứa spinen. Với thành phần như trên có thể xếp chúng vào hệ hóa học CMAKSH.

2. Thành phần khoáng vật và tổ hợp khoáng vật cộng sinh đặc trưng

Đá hoa chứa đá quý hệ tầng An Phú bao gồm các dạng thạch học sau :

Bảng 1. Thành phần (%) hoá học của đá hoa chứa corindon và spinen hệ tầng An Phú (phân tích bằng phương pháp huỳnh quang tia X tại Viện Địa chất, Greifswald, Đức)

Ký hiệu mẫu	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	F	H ₂ O-	Tổng	Cr*	V*
Đá hoa chứa corindon															
AP4	0,42	0,118	3,60	0,49	0,005	0,77	51,80	0,04	0,02	0,018	0	0,25	57,54	32	< 12
LY101	1,42	0,051	2,43	0,17	0,008	1,80	51,05	0,13	0,16	0,020	0	0,21	57,46	18	12
Đá hoa chứa spinen															
LY140	1,42	0,044	1,39	0,18	0,009	1,35	52,26	0,09	0,06	0,050	0	0,23	57,08	15	< 12
LY120	3,29	0,020	1,18	0,17	0,022	10,41	42,72	0,06	0,01	0,068	0,1	0,14	58,16	77	13

*ppm

a) Đá hoa canxit

Đá màu trắng, kiến trúc hạt biến tinh, không đều, kích thước từ nhỏ đến lớn. Nhìn mắt thường thấy tập hợp khoáng vật canxit, corindon, phlogopit, amphibon, margarit. Phân tích Ronghen cho kết quả đá hoa canxit chứa corindon thường có amphibon, phlogopit, margarit, clorit, grafit, và muscovit. Phân tích trên lát mỏng thạch học thấy tổ hợp khoáng vật cộng sinh đặc trưng cho loại đá này là canxit + corindon + amphibon + phlogopit.

- Corindon : tinh thể từ tự hình đến tha hình, kích thước rất thay đổi, từ nhỏ hơn 1 mm đến hàng centimet. Phát triển hiện tượng song tinh đa hợp. Phân tích lát mỏng thạch học thấy corindon thường cộng sinh cùng canxit, amphibon, phlogopit, đôi khi là anortit, margarit và clorit. Kết quả phân tích microsond (bảng 2) cho thấy chỉ số Al từ 1,9969 đến 1,9823, hàm lượng crom từ 0 đến 1,201, titan từ 0,011 đến 0,120, sắt từ 0 đến 0,076. Ngoài ra, có các nguyên tố P, Si,... tồn tại ở dạng tạp chất.

- Canxit : kết tinh tha hình, kích thước rất thay đổi (từ nhỏ tới lớn). Trong lát mỏng thạch học, canxit

cộng sinh với corindon, amphibon, phlogopit, anortit, đôi khi muscovit, margarit. Phân tích microsond cho thấy chỉ số Ca từ 0,9883 đến 0,9788, Mg từ 0,0187 đến 0,0021.

- Amphibon : kết tinh tha hình, kích thước rất thay đổi (từ nhỏ hơn 1 mm đến hàng centimet), thường đi với corindon, phlogopit, canxit, đôi khi là anortit. Phân tích microsond cho thấy chúng thuộc nhóm amphibon canxi, giàu nhôm là pargasit (bảng 2).

- Mica : dạng vẩy, thường tập trung thành từng đám. Kết quả phân tích microsond cho thấy chúng là phlogopit, loại mica kiềm giàu magie.

Các ảnh 1-4 thể hiện hình dạng và khoáng vật cộng sinh với corindon.

b) Đá hoa canxit dolomit

Đá màu trắng, trắng xám. Kiến trúc hạt biến tinh, không đều, hạt nhỏ đến vừa, đôi khi hạt lớn. Nhìn mắt thường thấy tập hợp khoáng vật canxit, dolomit, forsterit, spinen, amphibon, clinohumit, phlogopit. Phân tích Ronghen cho kết quả các mẫu

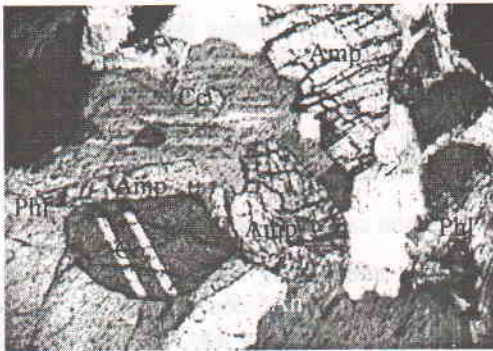
Bảng 2. Thành phần hoá học của các khoáng vật trong đá hoa chứa corindon (phân tích bằng phương pháp microsond tại Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản)

(1)	Mẫu LY1-1					Mẫu LY1-2			Mẫu LY108
	Co*	Cc	Amp	Mar	Chl	Co	Mar	Cc	Co
(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
SiO ₂	0,028	0,260	38,969	37,908	30,302	0	37,908	0,022	0,064
TiO ₂	0,120	0,000	1,370	0,029	0,041	0,011	0,029	0,023	0,055
Al ₂ O ₃	99,023	0,104	24,163	49,111	28,029	98,290	49,111	0	99,379
Cr ₂ O ₃	0,000	0,000	0,067	0,288	0,190	1,201	0,288	0,022	0
FeO	0,000	0,130	1,612	0,054	1,549	0,011	0,054	0,075	0,076
MgO	0,000	0,087	15,170	0,168	31,693	0,016	0,168	0,782	0,027
CaO	0,003	57,036	12,674	8,819	0,849	0,006	8,819	56,871	0

* Các chữ viết tắt xin xem ở cuối bài

Bảng 2 (tiếp theo)

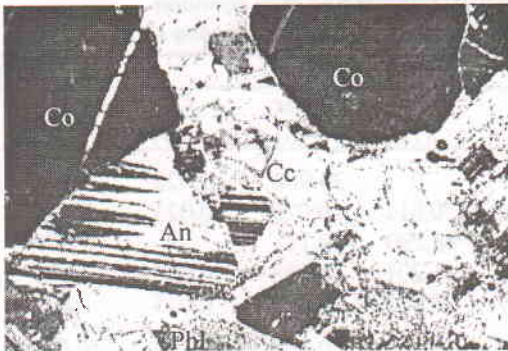
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
MnO	0,033	0,000	0,003	0,000	0,000	0	0	0	0
Na ₂ O	0,002	0,025	3,169	2,290	0,086	0	2,290	0,016	0,013
K ₂ O	0,018	0,041	0,982	0,225	0,137	0,030	0,225	0,004	0
NiO	0,000	0,022	0,015	0,044	0,018	0,018	0	0	0
P ₂ O ₅	0,008	0,006	0,000	0,000	0,020	0	0,044	0,006	0
Tổng	99,235	58,494	98,194	98,936	92,914	99,583	98,936	57,881	99,614
Si	0,0004	0,2600	5,4640	4,7620	5,9434	0	4,7620	0,0004	0,0011
Al	1,9969	0,1040	2,5360	3,2380	2,0566	1,9823	3,2380	0	1,9961
Al			1,4570	4,0331	5,9202		4,0331	0	
Ti	0,0015	0	0,1445	0,0027	0,0073	0,0001	0,0027	0,0003	0,0007
Cr	0	0	0,0074	0,0286	0,0377	0,0169	0,0286	0,0003	0
Fe	0	0,0018	0,1890	0,0057	0,3120	0,0002	0,0540	0,0010	0,0011
Mg	0	0,0021	3,1710	0,0315	11,4993	0,0004	0,0315	0,0187	0,0007
Ca	0	0,9883	1,9034	1,1870	0,2206	0	1,1870	0,9788	0
Mn	0,0005	0	0,0004	0	0	0	0	0	0
Na	0	0,0008	0,8615	0,5578	0,0406	0	2,2900	0,0005	0,0004
K	0,0006	0,0008	0,1756	0,0361	0,0726	0,0003	0,2250	0,0001	0



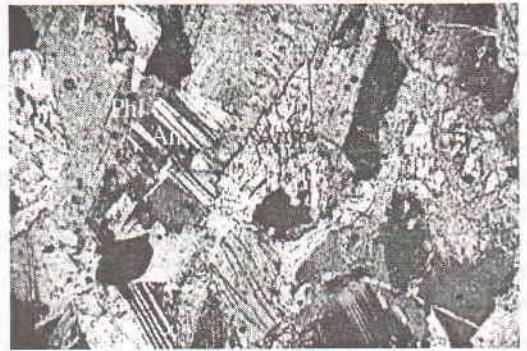
Ảnh 1. THCS Co + Am + Cc + Phl
Mẫu LY101, nicon : +, d = 1,2 mm



Ảnh 2. THCS Phl + Amp + An
Mẫu LY123, nicon : +, d = 1,2 mm



Ảnh 3. THCS Co + An + Cc + Phl
Mẫu LY101(1/3), nicon : +, d = 1,2 mm



Ảnh 4. THCS Am + Phl + An + Cc
Mẫu LY101(1/3) nicon : +, d = 1,2 mm

đá hoa canxit dolomit chứa spinen thường gồm các khoáng vật forsterit, amphibon, phlogopit, clinoclo, margarit, muscovit và grafit. Phân tích lát mỏng thạch học thấy tổ hợp khoáng vật đặc trưng cho loại đá này là spinen + amphibon + phlogopit + forsterit + dolomit ± canxit ± corindon ± clinohumit.

- Spinen : hình dạng, kích thước tinh thể phong phú. Các tinh thể tự hình thường phát triển trên nền carbonat, tinh thể tha hình, bị thay thế tại những nơi có mặt anortit, clorit, margarit. Khoáng vật cộng sinh với spinen có dolomit, phlogopit, amphibon, forsterit, clorit, margarit, corindon. Phân tích microsond cho thấy spinen thuộc loại cao nhôm và magie (bảng 3).

- Forsterit : tinh thể tha hình, kích thước rất thay đổi. Trong các lát mỏng thạch học, khoáng vật cộng sinh với forsterit là dolomit, phlogopit, spinen, amphibon, anortit.

- Amphibon : từ tự hình đến tha hình, kích thước thay đổi. Dựa vào thành phần hóa học (bảng 3), chúng được xếp vào nhóm amphibon canxi giàu

nhôm là pargasit. Trong các lát mỏng thạch học thấy chúng cộng sinh với forsterit, dolomit, canxit, phlogopit, anortit.

- Ngoài ra, còn có phlogopit, margarit, corindon, clorit cộng sinh với spinen ; chúng đều thuộc loại giàu nhôm, magie (bảng 3).

III. TRƯỜNG NHIỆT ĐỘ, ÁP SUẤT THÀNH TẠO ĐÁ HOA CHỨA ĐÁ QUÝ HỆ TẦNG AN PHÚ

Nhiệt độ, áp suất thành tạo đá hoa chứa đá quý hệ tầng An Phú được xác định dựa trên điều kiện xảy ra phản ứng biến chất hình thành các tổ hợp cộng sinh khoáng vật chứa corindon và spinen.

Dùng chương trình PTAX - version 1.0 của Th. Brown, R.G. Berman, E.H. Perkins, 1988, 1989 để tính toán các điều kiện P-T xảy ra phản ứng biến chất.

Số liệu đưa vào là các hợp phần hóa học của hệ, các pha khoáng vật hình thành, thông số áp suất và kết quả là nhiệt độ xảy ra các phản ứng biến chất.

Bảng 3. Thành phần hoá học của các khoáng vật trong đá hoa chứa corindon, spinen (phân tích bằng phương pháp microzond - EPMA)

	Mẫu AP12						
	Co	Cc	Amp	Mar	Chl	Phl	Sp
SiO ₂	0,058	0,047	39,761	33,584	30,326	39,484	0,029
TiO ₂	0,029	0,000	1,483	0,058	0,043	0,553	0,006
Al ₂ O ₃	98,927	0,007	23,823	52,985	27,005	22,783	73,948
Cr ₂ O ₃	0,020	0,051	0,040	0,060	0,160	0,045	0,234
FeO	0,019	0,055	1,383	0,152	1,520	1,250	5,081
MgO	0,012	0,695	15,815	1,863	30,999	23,569	19,725
CaO	0,001	57,539	12,208	8,292	0,083	0,046	0,010
MnO	0,000	0,011	0,013	0,009	0,027	0,017	0,038
Na ₂ O	0,000	0,003	3,198	2,486	0,019	1,701	0,000
K ₂ O	0,013	0,005	0,725	0,089	0,056	7,748	0,030
NiO	0,000	0,000	0,000	0,051	0,035	0,051	0,053
P ₂ O ₅	0,019	0,012	0,000	0,000	0,000	0,016	0,024
Tổng	99,098	58,425	98,449	99,629	90,273	97,263	99,178
Si	0,0008	0,0007	5,5323	4,2154	6,1002	5,3302	0,0006
Al	1,9973	0,0001	2,4677	3,7846	1,8998	2,6698	2,1128
Al			1,4389	4,0542	5,9882	0,9541	
Ti	0,0004	0	0,1552	0,0055	0,0074	0,0561	0
Cr	0,0006	0,0006	0,0044	0,0060	0,0328	0,0048	0,0044
Fe	0,0003	0,0007	0,1609	0,0160	0,3143	0,1411	0,1029
Mg	0,0003	0,0165	3,2805	0,3486	11,5430	4,7433	0,7185
Ca	0	0,9809	1,8199	1,1152	0,0223	0,0067	0,0003
Mn	0	0,0001	0,0015	0,0010	0,0059	0,0019	0,0007
Na	0	0,0001	0,8625	0,6050	0,0089	0,4452	0
K	0,0004	0,0001	0,1287	0,0143	0,003	1,3343	0,0014

Như trình bày trên, đá hoa canxit, dolomit chứa corindon, spinen thuộc hệ hóa học KCMASH, đặc trưng bằng hai tổ hợp cộng sinh khoáng vật canxit + corindon + amphibon + phlogopit và spinen + dolomit + amphibon + phlogopit + forsterit ± canxit ± clinohumit ± corindon. Vì vậy, hợp phần hóa học để đưa vào chương trình tính toán bao gồm Ca, Mg, Al, K, H, Si, C, O ; các pha khoáng vật là những khoáng vật xác định được trên lát mỏng thạch học gồm corindon, spinen, amphibon, olivin, phlogopit, canxit, dolomit,... Kết quả xác

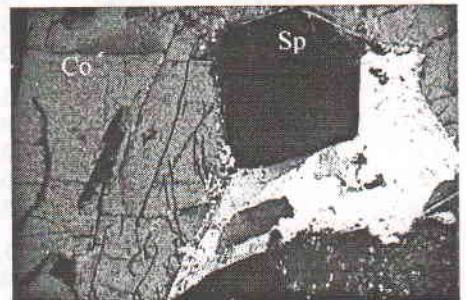
định nhiệt độ và các phản ứng biến chất được thể hiện ở bảng 4, hình 1. Từ đó, lựa chọn các phản ứng hình thành nên tổ hợp cộng sinh phù hợp với thực tế xác định trên lát mỏng thạch học.

Các phản ứng biến chất được xét trong điều kiện áp suất từ 1,5 đến 5,5 kbar. Vai trò của H₂O theo Kerrick và nnk (1981), CO₂ theo Harr và nnk (1984). Trong đó, tại thời điểm p = 5,5 kbar thì các phản ứng cho tổ hợp phù hợp nhất với tổ hợp khoáng vật xác định trên lát mỏng.

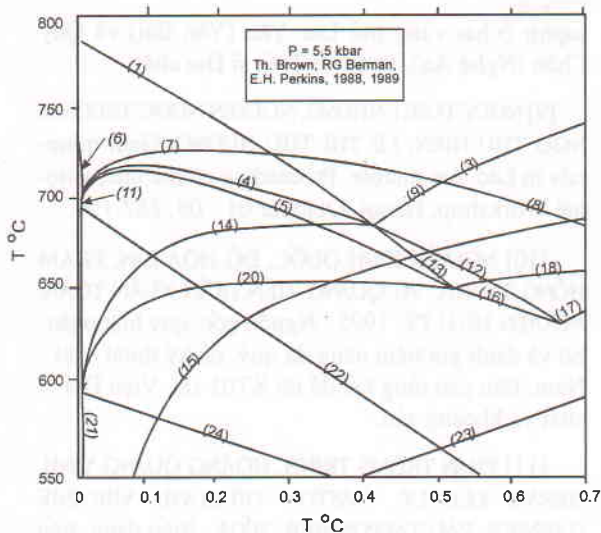
Bảng 4. Nhiệt độ và các phản ứng biến chất theo chương trình PTAX

TT	Nhiệt độ (°C)	Các phản ứng
1	787 - 650	6An + 4Chl = 31Sp + 5Co + 13W + 3Amp
2	773 - 671	An + 2Phl + 2CO ₂ = Sp + 2Fo + 2Kfs + Do + 2W
3	755 - 706	An + 5Do = Sp + 2Fo + 6Cc + 4CO ₂
4	739 - 685	4Cc + 11Chl = 11Sp + 17Fo + 42W + 4CO ₂ + Amp
5	734 - 650	17An + 5Cc + 18Chl = 35Sp + 61W + 5CO ₂ + 11Amp
6	729 - 703	5Fo + Chl + 4An = 5Sp + 2Amp + 2W
7	722 - 706	Cc + 11Sp + 5Amp = 18Fo + 11An + 5W + CO ₂
8	710 - 680	Do + 13Sp + 6Amp = 6W + 2CO ₂ + 22Fo + 13An
9	706 - 658	4An + 9Do + W = 4Sp + 11Cc + 7CO ₂ + Amp
10	704 - 685	23Cc + 8Chl + 11CO ₂ = 8Sp + 17Do + 3Amp + 29W
11	703 - 619	2Cc + 5Chl = 3Sp + 11Fo + 2An + 2CO ₂ + 20W
12	693 - 631	13Chl + 4Do = 13Sp + 2Amp + 23Fo + 50W + 8CO ₂
13	687 - 650	23An + 22Chl + 5Do = 45Sp + 14Amp + 74W + 10CO ₂
14	685 - 550	Chl + 2Do = Sp + 3Fo + 2Cc + 4W + 2CO ₂
15	735 - 550	Co + Do = Sp + Cc + CO ₂
16	665 - 631	23Co + 6Do + 8Chl = 31Sp + 3Amp + 29W + 12CO ₂
17	662 - 618	13Co + 2Do + 8Fo + W = 13Sp + Amp + 4CO ₂
18	662 - 645	11Co + 2Do + Amp = 7Sp + 4An + W + 4CO ₂
19	676 - 648	6Co + Do + 2Fo = 5Sp + An + 2CO ₂
20	653 - 593	3Cc + 11Co + 2Chl = 10Sp + 3An + 8W + 3CO ₂
21	593 - 531	10Sp + 14An + 3CO ₂ + 19W = 11Mrg + 2Chl + 3Cc
22	693 - 550	18An + 12Chl + 5Ms = 35Co + 9Amp + 5Phl + 39W
23	620 - 549	3Do + Ms = Co + 3Cc + Phl + 3CO ₂
24	594 - 553	Mrg = Co + An + W

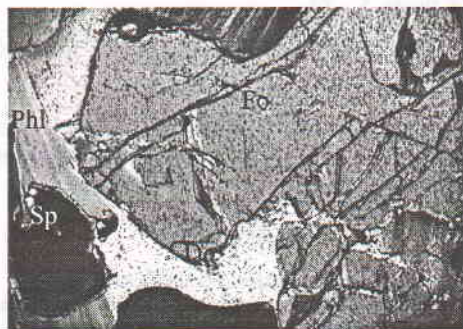
Từ kết quả bảng 4, ta thấy các phản ứng tạo nên những tổ hợp khoáng vật chứa spinen xảy ra trong điều kiện nhiệt độ từ 787 đến 593 °C. Phản ứng tạo thành spinen ở nhiệt độ cao nhất là phản ứng số 1, được ghi nhận bằng sự cân bằng của corindon và spinen trong mẫu LY120 (ảnh 5). Các phản ứng tiếp theo hình thành nên sự cân bằng giữa spinen với forsterit, amphibon, dolomit và canxit đều có nhiệt độ thấp hơn 787 °C (phản ứng số 2 đến 19), được ghi nhận qua các tổ hợp cộng sinh hay sự cân bằng giữa các pha (ảnh 5-7). Quá trình hình thành spinen cho đến khi nhiệt độ hạ



Ảnh 5. Cân bằng Sp - Co
Mẫu LY120. nicon : +. d = 1.2 mm

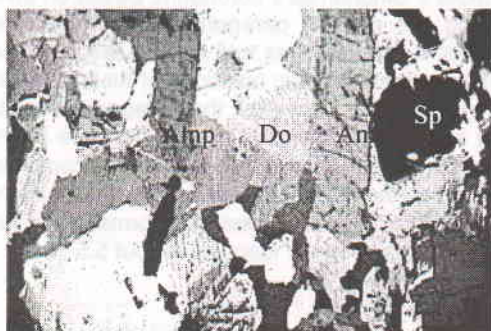


Hình 1. Biểu đồ TX_{CO₂} cho các tổ hợp chứa spinen và corindon vùng mỏ Lục Yên

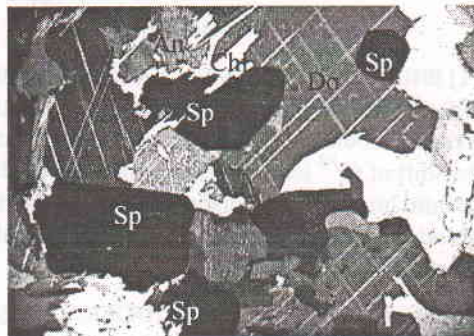


Ảnh 6. THCS Fo + Sp + Do + Phl
Mẫu LY140/1, nicon : +, d = 1,2 mm

xuống 593°C thì spinen phản ứng với anortit để tạo thành clorit, margarit (theo phản ứng 21) được ghi nhận trong mẫu LY140/1 (ảnh 8).



Ảnh 7. Sp cân bằng Amp
Mẫu LY140/1, nicon : +, d = 1,2 mm



Ảnh 8. Sp phản ứng với An
Mẫu LY140/1, nicon : +, d = 1,2 mm

Tổ hợp chứa corindon được hình thành trong điều kiện nhiệt độ thấp hơn spinen, từ 693 - 550 °C theo các phản ứng 22 đến 24. Trong đó, ngay ở phản ứng số 21 đã chứa đủ các khoáng vật trong tổ hợp cộng sinh. Chúng được ghi nhận bằng sự cân bằng giữa các pha trong tổ hợp cộng sinh đó (các mẫu LY101, LY101/1, LY101/2, LY101/3, LY101/4 và LY123 ; ảnh 1 đến 4).

KẾT LUẬN

Từ những kết quả nghiên cứu trình bày trên có thể thấy đá hoa chứa đá quý hệ tầng An Phú được tái kết tinh trong điều kiện biến chất nhiệt động, nhiệt độ từ 787 đến 550 °C, áp suất khoảng 5,5 kbar với hai tổ hợp cộng sinh đặc trưng là corindon + amphibon + phlogopit + canxit và spinen + amphibon + phlogopit + forsterit + dolomit ± canxit ± clinohumit ± corindon, trong đó quá trình hình thành tổ hợp chứa spinen được thành tạo trong điều kiện nhiệt độ cao hơn. Tuy nhiên, để có kết luận chi tiết hơn về diễn biến của quá trình biến chất hình thành corindon, spinen trong khu vực này cần có những nghiên cứu tiếp theo.

Bài báo hoàn thành với sự hỗ trợ kinh phí của đề tài trọng điểm trường Đại học Quốc gia Hà Nội (QGTĐ.05.01) và Chương trình nghiên cứu cơ bản. Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn.

Chú giải các ký hiệu viết tắt sử dụng trong bài báo : THCS - tổ hợp cộng sinh, Amp - amphibon, An - anortit, Cc - canxit, Chl - clorit, Co - corindon, Do - dolomit, Fo - forsterit, Kfs - fenspat kali, Mar - margarit, Ms - muscovit, Phl - phlogopit, Sp - spinen, W - nước.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] BHUWADOL WANTHANACHAISAEANG, TOBIAS HAGER and W. HOFMEISTER, 2005 : Determination of pressure around inclusions in corundum crystals by the shift of Cr³⁺ luminescence bands. Proceeding of the third International workshop on Gem - Materials and Modern analytical methods, Hanoi September 26 - October 2, 125 - 134.

[2] C.A. HAUZENBERGER, T. HAGER, L. BAUMGARTNER, W. HOFMEISTER, 2001 : High-grade metamorphism and stable isotope geochemistry of N-Vietnamese gem bearing rocks. Proceeding of the International Workshop on Material characterization by solid state spectroscopy : the Minerals of Vietnam. April 4-10. 124 - 138.

[3] C.A. HAUZENBERGER, TOBIAS HAGER, WOLFGANG HOFMEISTER, V.X. QUANG and G.W.A. ROHAN FERNANDO, 2003 : Origin and formation of gem quality corundum from Vietnam. Proceeding of the International Workshop, Hanoi, October 01 - 08. 24 - 33.

[4] C.A. HAUZENBERGER, F. WALTER, W. HOFMEISTER, P.T. DUNG and N. KIENZL, 2005 : Mineralogical, petrological and crystallographic investigations of two amphiboles from ruby and spinel bearing marbles, Luc Yen, Province Yen Bai, Viet Nam. Proceeding of the third International workshop on Gem - Materials and Modern analytical methods, Hanoi September 26 - October 2. 3 - 8.

[5] C.A. HAUZENBERGER, TOBIAS HAGER, C. SUTTHIRAT, N. KIENZL and A.V. BOJAR, 2005 : Geochemical characterization of corundum from different gem deposits: a stable isotope and trace element study. Proceeding of the third International workshop on Gem - Materials and Modern analytical methods, Hanoi September 26 - October 2. 55-62.

[6] W. HOFMEISTER, 2001 : Modelling some mineralizations of typical Vietnamese Gem deposits. Proceeding of the International Workshop on Material characterization by solid state spectroscopy : the Minerals of Vietnam; April 4-10. 10 -18.

[7] PHẠM VĂN LONG, 1996 : Kết quả nghiên cứu bước đầu về nguồn gốc và điều kiện thành tạo corindon ở mỏ Lục Yên. Tc Địa chất. Loạt A, 237, 71-74.

[8] PHẠM VĂN LONG, 2003 : Nghiên cứu đặc điểm tinh thể, khoáng vật học và ngọc học của rubi,

saphir ở hai vùng mỏ Lục Yên (Yên Bái) và Quý Châu (Nghệ An). Luận án Tiến sĩ Địa chất.

[9] NGUYỄN TUYẾT NHUNG, NGUYỄN NGỌC TRUONG, NGO THU HIEN, LE THI THU HUONG. Gem minerals in Luc Yen marble. Proceeding of the International Workshop, Hanoi, October 01 - 08. 187-194.

[10] NGUYỄN KINH QUỐC, ĐỖ HÒA LAN, PHẠM HỒNG THANH, VŨ QUANG TIẾN, TRẦN XUÂN TOÀN, NGUYỄN HỮU TÝ, 1995 : Nguồn gốc, quy luật phân bố và đánh giá tiềm năng đá quý, đá kỹ thuật Việt Nam. Báo cáo tổng kết đề tài KT01-09. Viện Địa chất và khoáng sản.

[11] PHAN TRỌNG TRỊNH, HOÀNG QUANG VINH, HERVE LELOUP, GASTON GIULIANI, VIRGINIE GARNIER, PAU TAPPONNIER, 2004 : Biến dạng, tiến hóa nhiệt động, cơ chế dịch trượt của đới đứt gãy Sông Hồng và thành tạo ruby trong Kainozoi. Tuyển tập Đới đứt gãy Sông Hồng. Nxb Khoa học và Kỹ thuật, 5 - 74.

[12] Bản đồ Địa chất - Khoáng sản. Tỷ lệ 1/50.000. Nhóm tờ Lục Yên Châu. 1999.

[13] Báo cáo Địa chất và Khoáng sản nhóm tờ Đoan Hùng - Yên Bình. Tỷ lệ 1/50.000. 1994-1997.

SUMMARY

Pressure temperature forming conditions of gemstone-bearing marble of Luc Yen deposits

Gemstones in Luc Yen area such as ruby, sapphire, spinel, etc., are mined mainly in placer deposits. However, the main source lithology of gemstones here is calcite and calcite-dolomite marbles of An Phu formation which is characterized by KCMASH chemical system and 2 mineral parageneses : corundum + calcite + phlogopite + amphibol and spinel + amphibol + phlogopite + forsterite + dolomite ± calcite ± clinohumite ± corundum. Based on investigating the mineral parageneses that containing corundum and spinel as well as calculation of parameters of metamorphic reactions of their formation, a conclusion can be made: the paragenesis containing spinel was formed in the temperature interval from 787 to 593 °C, while the assemblage comprising corundum was formed at lower temperature interval (from 693 to 550 °C). Pressure of formation for both parageneses is nearly identical (about 5.5 kbar).

Ngày nhận bài : 13-4-2007

Khoa Địa chất,
Trường Đại học Khoa học Tự nhiên