

Ю. А. БАГДАСАРОВ

**О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЭЛЕМЕНТОВ-ПРИМЕСЕЙ В МАГНЕТИТАХ  
ИЗ КАРБОНАТИТОВ И ЕГО ВОЗМОЖНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ  
АСПЕКТАХ**

*(Представлено академиком В. И. Смирновым 5 VII 1972)*

Магнетит, один из распространенных рудных минералов карбонатитов, встречается во всех их комплексных массивах. Он обычен в ранних карбонатитах, а на заключительных стадиях процесса сменяется гематитом или сульфидами железа.

Проведенные в последние годы исследования составов магнетитов из карбонатитов и генетически весьма близких им форстерит-апатит-магнетитовых пород показал достаточно близкие колебания таких типоморфных элементов-примесей, как Ti, Si, Al, Mg, Mn, а также Nb и Ta (<sup>1-4</sup>). Была показана, в частности, зависимость содержания некоторых из компонентов от состава исходных пород, по которым образовались карбонатиты метасоматического генезиса с магнетитом; изменение содержания Nb и Ta в магнетитах различных генераций (стадий) карбонатитового процесса.

Ниже приводятся сведения о распределении ряда элементов-примесей в магнетите под углом зрения изучения их колебаний не только по фациям, но и по вертикали карбонатитового штока. Данный массив карбонатитов вскрыт буровыми скважинами на глубину 550 м, а с учетом естественного эрозионного среза примерно на 750 м по вертикали. Исследовались магнетиты, приуроченные к карбонатитам различных стадий, минерального состава и вертикальных уровней.

В пределах массива карбонатиты слагают примерно половину его площади. Силикатные породы представлены нефелинизированными пироксенитами, отчасти сиенитами, мелилитизированными пироксенитами и др.; среди карбонатитов выделяются образования четырех разновременных стадий: три первые слагаются кальцитовыми, а четвертая — анкеритовыми и ферродоломитовыми породами, не содержащими парагенного магнетита.

Исследование примесей в составе магнетитов глубоких горизонтов приобретает еще больший смысл, если учесть, что с увеличением глубины в карбонатитах этого массива заметно возрастает содержание не только магнетита, но и апатита, вплоть до появления специфических кальцит-амфибол-флогопит-магнетитовых или даже бескарбонатных амфибол- или флогопит-магнетит-апатитовых пород (<sup>5</sup>). Скопления пород с повышенными концентрациями магнетита, иногда вместе с апатитом, могут представлять практический интерес как комплексные руды, близкие к магнетит-апатитовым «породам рудного комплекса» ряда массивов Кольского полуострова, Африки и др.

В табл. 1 приведены данные по содержаниям элементов-примесей в нескольких образцах магнетита из соседнего карбонатитового массива, обладающего рядом признаков, позволяющих относить его к сравнительно неглубоко эродированным объектам (<sup>6</sup>). Апсиенитовые карбонатиты этого массива характеризуются низким, часто ничтожным содержанием магнетита, однако в участках развития карбонатитов по ийолит-мельгейгитам появляются сегрегации кальцит-пироксен-магнетитовых руд, содержащих до 70—90% магнетита (обр. №№ 27—29).

Из табл. 1 следует:

1. Содержание Al, Mg и Ca, отношение Al/Mg и количество шпинелевого компонента в магнетите не обнаруживают закономерных колебаний по стадиям, фациям по исходным породам или с глубиной в пределах обследованного интервала.

2. Содержание Ti в большинстве проб определяется составом субстрата, по которому развиваются карбонатиты с магнетитом; оно заметно возрастает в фациях по мелилит-шорломитовым или нефелин-пироксеновым породам, содержащим титаномagnetит (обр. № 1), ильменит или перовскит. Это обстоятельство, наряду с многочисленными геологическими наблюдениями и другими данными, свидетельствует о гидротермально-метасоматическом образовании ранних карбонатитов с магнетитом.

Таблица 1

Распределение элементов-примесей в магнетитах карбонатитовых массивов Южной Сибири

№ п. п.	Порода (парагенезис)	Стадия карбонатитового процесса	Вмещающие или исходные породы	Глуб. взятия проб, м	Содерж. магнетита, %	Содержание элементов-примесей, %				
						Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	MnO
Массив 1										
1	Нефелиновый пироксенит	—	—	315	25	2,6	1,4	1,0	9,5	1,0
2	Диопсид — форстерит — кальцит	I—II нерасчл.	Фениitizedованные сланцы	Поверхность	3—5	2,0	0,58	1,3	10,0	1,3
3	То же				3—5	0,36	2,5	1,7	9,8	1,9
4	» »				3—5	0,56	1,8	1,8	10,0	2,0
5	Эгиринавгит, биотит, кальцит	I	Шорломит-мелилитовые породы	16	5	2,1	1,3	1,0	8,6	1,4
6	То же	I	То же	40	4—5	1,6	0,5	0,66	7,7	1,7
7	Форстерит, кальцит	II	Карбонатиты I стадии	83	10	1,15	0,54	2,2	3,2	1,2
8	Форстерит — флогопит, апатит, кальцит	II	Нефелин-пироксен. порода	227	60	0,45	0,80	1,7	3,1	1,1
9	Флогопит, апатит, кальцит	II	Карбонатиты I стадии	539	10	2,2	0,20	0,26	1,42	0,13
10	Форстерит, кальцит	II	Нефелин-пироксен. порода	250	35	0,45	0,20	2,8	1,6	1,1
11	То же	II		236	30	0,45	0,40	2,5	1,7	1,1
12	» »	II		185	25	0,39	0,19	2,5	2,9	1,1
13	Амфибол — флогопит — кальцит	III		450	20	1,1	0,50	0,87	3,8	0,56
14	То же	II		460	15—18	0,89	<0,20	1,35	5,3	2,0
15	» »	III	461	18	0,70	0,34	1,40	6,2	1,5	
16	» »	III	461,5	18	0,52	0,42	1,0	5,5	1,25	
17	» »	III	550	15	0,60	<0,20	1,0	2,3	0,32	
18	Флогопит, кальцит, пирит, пирротин	III	467	>50	2,4	0,20	0,60	1,5	0,40	
19	То же	III	467,5	50	0,39	0,17	0,67	2,0	0,33	
20	» »	III	471	45	2,2	0,20	0,40	3,0	0,30	
21	Реликты апатит-флогопитовой породы	Докарбонатит	487	10	0,51	0,50	0,59	2,4	0,25	
22	Амфибол — флогопит — кальцит	III	Карбонатиты I стадии	125	15	1,7	1,6	1,00	2,4	0,34
23	Амфибол, флогопит, кальцит, пирит, пирротин	III	Флогопитизир. пироксениты	140	15—20	0,70	1,05	1,0	6,1	0,45
24	То же	III	Нефелин-пироксеновые породы	122	15	0,56	0,36	0,43	9,4	2,3
25	Амфибол, кальцит, апатит	III	Карбонатиты II стадии	155	15	2,3	0,37	0,70	1,25	0,16
26	Амфибол, кальцит	III	Карбонатиты I или II стадии	11	60	2,4	0,37	0,44	4,3	0,35
Массив 2										
27	Сегрегации магнетита в биотит-пироксен-кальцитовой породе	I	Мельтейгиты	20	~30	0,39	0,13	0,17	4,2	0,44
28		I		25	~30	0,64	0,19	0,19	3,4	0,25
29		I		Поверхн.	до 80	0,42	0,13	0,12	2,6	0,17

Примечание. Анализы проведены В. А. Харитоновой спектральным методом. Образцы №№ 27—29 любезно предоставлены А. Я. Волженковой, которой я выражаю искреннюю благодарность.

Аномально высокое содержание  $TiO_2$  в магнетитах (обр. №№ 2—4), судя по геологическим данным, не может быть объяснено составом субстрата и метасоматическим характером развития карбонатитов. Это карбонатитовое тело, залегающее в слабо фенитизированных сланцах экзоконтакта массива, обнаруживает резкие секущие контакты и, за исключением своей центральной части, где обычны магнетит и другие минералы, характеризуется исключительно лейкократовым обликом, с ничтожным содержанием любых других минералов, кроме кальцита. Никаких реликтов магматических и метаморфических силикатных пород в пределах залежи не встречено, а вмещающие сланцы практически лишены признаков карбонатизации на контакте с ней.

Известно, что магнетиты из карбонатитов многих массивов характеризуются содержанием  $TiO_2$  1—5, значительно реже до 7—9%. Повышенное содержание  $TiO_2$  (до 11%) обнаружено в магнетитах карбонатитовых лав вулкана Калиянго в Уганде (<sup>7</sup>), но никогда не встречалось в карбонатитах отчетливо метасоматических фаций. В то же время, магнетиты (титаноманетиты) из гипербазитов и их щелочных разновидностей магматической и постмагматической стадий обнаруживают до 12—20%  $TiO_2$  (<sup>1, 3</sup>). По-видимому, в пределах пород щелочно-ультраосновной формации, как и в других магматических комплексах, вхождение титана в состав магнетитов определяется рядом физико-химических факторов, в частности температурой (<sup>8, 9</sup>).

Применительно к карбонатитам высокое содержание титана в магнетитах может свидетельствовать не только о повышенных температурах их образования, но и о способе отклонения.

Учитывая все указанные особенности строения и состава данной карбонатитовой залежи, можно предположить, что она возникла не вследствие метасоматоза исходных осадочно-метаморфических пород, а как результат выполнения полости карбонатным раствором-расплавом. Возможно, что температура подобной жидкости превышала средние температуры образования метасоматических ранних карбонатитов данного массива, 550—600° (<sup>10</sup>).

3. В пробах из наиболее глубоких горизонтов (№№ 9; 17—21) содержание  $MnO$  падает в среднем в 2—4 раза. Накопление  $Mn$  в дериватах поздних стадий эндогенного минералообразования как в целом, так и в карбонатитах в частности, хорошо известно. По-видимому, есть тенденция и к относительному накоплению марганца в минералах и породах карбонатитовых массивов, характеризующихся небольшим эрозионным срезом по сравнению с более глубокоэродированными, т. е. по вертикали карбонатитового штока. Таково положение поздних марганецкальцитовых жил Большой Тагны (<sup>11</sup>), марганецидеритовых карбонатитов близповерхностного Енисейского массива (<sup>12</sup>), скоплений марганца в корках выветривания субвулканических массивов Африки, например Мрима Хилл (<sup>13</sup>) и др. По-видимому более чем полукилометровый интервал вскрытия карбонатитов данного плутона буровыми скважинами позволяет «почувствовать» изменение содержания марганца, хотя это заключение и нуждается в проверке на более представительном материале.

Таким образом, особенности распределения некоторых элементов-примесей в магнетитах из карбонатитов могут нести генетическую информацию, свидетельствуя о способе образования последних, составе исходных пород при метасоматическом характере этого процесса и, возможно, об относительной глубине формирования пород.

## ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Л. Ф. Борисенко, А. В. Лапин, ДАН, 196, № 6 (1971). <sup>2</sup> Е. А. Чернышева, Г. С. Гормашева, Геол. рудн. месторожд., № 3 (1969). <sup>3</sup> Л. С. Бородин, Б. П. Золотарев, Л. И. Сердобова, Изв. АН СССР, сер. геол., № 5 (1966). <sup>4</sup> Л. К. Пожарицкая, Э. А. Развозжаева Особенности петрологии, минерал., геохим. карбонатитов, «Наука», 1966. <sup>5</sup> Ю. А. Багдасаров, ДАН, 199, № 2 (1971). <sup>6</sup> А. А. Фролов и др. Геол. рудн. месторожд. № 1 (1969). <sup>7</sup> O. von Knorring, G. G. V. Du Bois, Nature, 192, 1064 (1961). <sup>8</sup> A. F. Buddington, J. Fahey, A. Vlisidis, Am. J. Sci., 253, № 9 (1955). <sup>9</sup> A. F. Buddington, D. H. Lindseley, J. Petr., 5, № 2 (1964). <sup>10</sup> Л. К. Пожарицкая, Особен. петрол., минерал., геохимии карбонатитов, «Наука», 1966. <sup>11</sup> А. А. Фролов, Ю. А. Багдасаров, Сов. геол., № 12 (1967). <sup>12</sup> А. А. Фролов, Ю. А. Багдасаров, Изв. высш. учебн. завед., Геология и разведка, № 6 (1970). <sup>13</sup> G. L. Goetzee, C. V. Erwards, Transactions and Proc. of the Geol. Soc. of Africa, 62 (1959).