

И. Т. РАСС

ПАРАГЕНЕЗИСЫ ПОСТМАГМАТИЧЕСКИХ МЕТАСОМАТИТОВ  
ЩЕЛОЧНО-УЛЬТРАОСНОВНЫХ ПОРОД

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 25 III 1970)

Исследование методом парагенетического анализа смены минеральных ассоциаций постмагматических метасоматитов щелочно-ультраосновных пород Гулинского массива в зависимости от изменения химических потенциалов CaO и H<sub>2</sub>O показало, что разнородные процессы, характерные для этих пород (флогопитизация <sup>(1)</sup>, образование пироксен-гранатовых и флогопитгранатовых пород (автореакционных скарпов) <sup>(1, 2)</sup>, гидромеллитовых <sup>(3)</sup> пород, канкринитизация <sup>(1)</sup>) могут рассматриваться как процессы, проходящие на фронте карбонатизации и ведущие к образованию зон инфильтрационной метасоматической колонки карбонатизации.

При изучении минеральных ассоциаций, образующихся в результате карбонатизации магматических ультраосновных и щелочных пород и метасоматических пород магматической стадии изменения ультрабазитов, наблюдаются устойчивые ассоциации, в состав минералов которых входят следующие компоненты: инертные — избыточные FeO + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, обуславливая присутствие магнетита; TiO<sub>2</sub>, — перовскита; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, — апатита; компоненты-примеси MnO; изоморфные — FeO; виртуальные инертные — SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO; вполне подвижные: K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O; виртуальные вполне подвижные — H<sub>2</sub>O, CaO. Следовательно, мы имеем систему из 6 фаз, сложенных при произвольных и постоянных давлении или объеме, химических потенциалах K<sub>2</sub>O и Na<sub>2</sub>O 5 виртуальными компонентами. Для расчета этой системы по методу Д. С. Коржинского <sup>(4)</sup> с применением правила Ф. А. Скрейнмакера <sup>(5)</sup> принимаем следующие формулы минералов:

для оливина (Ол)  $[Mg_{1,64}Fe_{0,25}^{2+}(Fe_{0,01}^{3+}Mn_{0,01}Ca_{0,02})]_{1,99}SiO_4$  по данным 4 анализов;

для флогопита из оливин-пироксеновых пород (Фл<sub>1</sub>)  $(K_{0,86}Na_{0,23}Ca_{0,06})_{0,95} \times (Mg_{2,56}Fe_{0,25}^{2+}Fe_{0,05}^{3+}Ti_{0,18}Mn_{0,01}Al_{0,01})_{2,12} [(Si_{2,72}Al_{1,28})_4O_{10}] (OH)_{1,85}F_{0,15}$  по данным 2 анализов (табл. 1); из нефелин-пироксеновых пород (Фл<sub>2</sub>)  $(K_{0,92}Na_{0,06}Ca_{0,07})_{1,05} (Mg_{2,01} \times Fe_{0,65}^{2+}Fe_{0,11}^{3+}Ti_{0,16}Mn_{0,01}Al_{0,02})_{2,96} [(Si_{2,75}Al_{1,25})_4O_{10}] (OH)_{1,81}F_{0,11}$  по данным 2 анализов (табл. 1); из меланитовых пород (Фл<sub>3</sub>)  $(K_{0,98}Na_{0,04}Ca_{0,05})_{1,02} (Mg_{2,17}Fe_{0,65}^{2+}Fe_{0,11}^{3+}Ti_{0,01} \times Mn_{0,01})_{2,98} [(Si_{2,78}Al_{1,13}Ti_{0,09})_4O_{10}] (OH)_{1,13}F_{0,10}$  по данным 2 анализов (табл. 1); из пироксен-кальцитовых пород (Фл<sub>4</sub>)  $(K_{0,82}Na_{0,13}Ca_{0,06})_{1,01} (Mg_{2,67}Fe_{0,25}^{2+}Fe_{0,03}^{3+}Ti_{0,02})_{2,98} \times [(Si_{2,79}Al_{1,17}Ti_{0,04})_4O_{10}] (OH)_{1,76}F_{0,14}$  по данным 1 анализа (табл. 1);

для пироксена из оливин-пироксеновых пород (Пн<sub>1</sub>)  $(Ca_{0,82}Na_{0,03})_{0,95} (Mg_{0,90}Fe_{0,10}^{2+} \times Fe_{0,06}^{3+}Ti_{0,08}Al_{0,01})_{1,10} [(Si_{1,89}Al_{0,11})_2O_6]$  по данным 3 анализов (табл. 1); из нефелин-пироксеновых пород (Пн<sub>2</sub>)  $(Ca_{0,91}Na_{0,08}K_{0,01})_{1,00} (Mg_{0,75}Fe_{0,14}^{2+}Fe_{0,06}^{3+})_{0,95} [(Si_{1,68}Al_{0,04}Ti_{0,02} \times Fe_{0,01}^{3+})_2O_6]$  по данным 2 анализов (табл. 1); из меланитовых пород (Пн<sub>3</sub>)  $(Ca_{1,00} \times Na_{0,02})_{1,02} (Mg_{0,87}Fe_{0,11}^{2+}Fe_{0,01}^{3+}Mn_{0,01})_{1,00} [(Si_{1,96}Al_{0,01}Fe_{0,03}^{3+})_2O_6]$  по данным 2 анализов (табл. 1); из пироксен-кальцитовых пород (Пн<sub>4</sub>)  $(Ca_{0,99}Na_{0,01})_{1,00} (Mg_{0,82}Fe_{0,07}^{2+})_{0,99} [(Si_{1,84} \times Al_{0,12}Fe_{0,04}^{3+})_2O_6]$  по данным 1 анализа (табл. 1);

для мелилита (Ме)  $(K_{0,01}Na_{0,23}Ca_{1,76})_{2,00} (Mg_{0,88}Fe_{0,01}^{2+}Fe_{0,02}^{3+}Al_{0,21})_{1,01} [(Si_{0,98}Al_{0,03})_2O_7]$  <sup>(6)</sup> и гидромеллита (Гме)  $(K_{0,02}Na_{0,24}Ca_{1,52})_{1,78} (Mg_{0,51}Fe_{0,51}^{2+}Fe_{0,02}^{3+}Al_{0,32})_{0,97} [(Si_{0,91}Al_{0,09})_2O_7] \cdot 4,1H_2O$  <sup>(7)</sup>;

для нефелина (Не)  $(Na_{0,86}K_{0,24}Ca_{0,04})_{0,94} [(Al_{1,00}Si_{1,00})O_4]$  <sup>(8)</sup>;

для канкринита (Канк)  $(Na_{0,87}K_{0,02}Ca_{0,87})_{1,16} [(Al_{1,02}Si_{0,98})O_4] (CO_3)_{0,27} \cdot 0,45H_2O$  <sup>(9)</sup>;

для меланита (Мелан)  $Ca_{2,99}(Mg_{0,96}Fe_{0,06}^{2+}Fe_{1,60}^{3+}Al_{0,31}Mn_{0,01})_{1,04} [(Si_{2,88}Ti_{0,07})_3O_{12}]$  <sup>(1)</sup>.

Изменение химических потенциалов кальция и воды в пределах каждого поля диаграммы (рис. 1) приводит к изменению состава

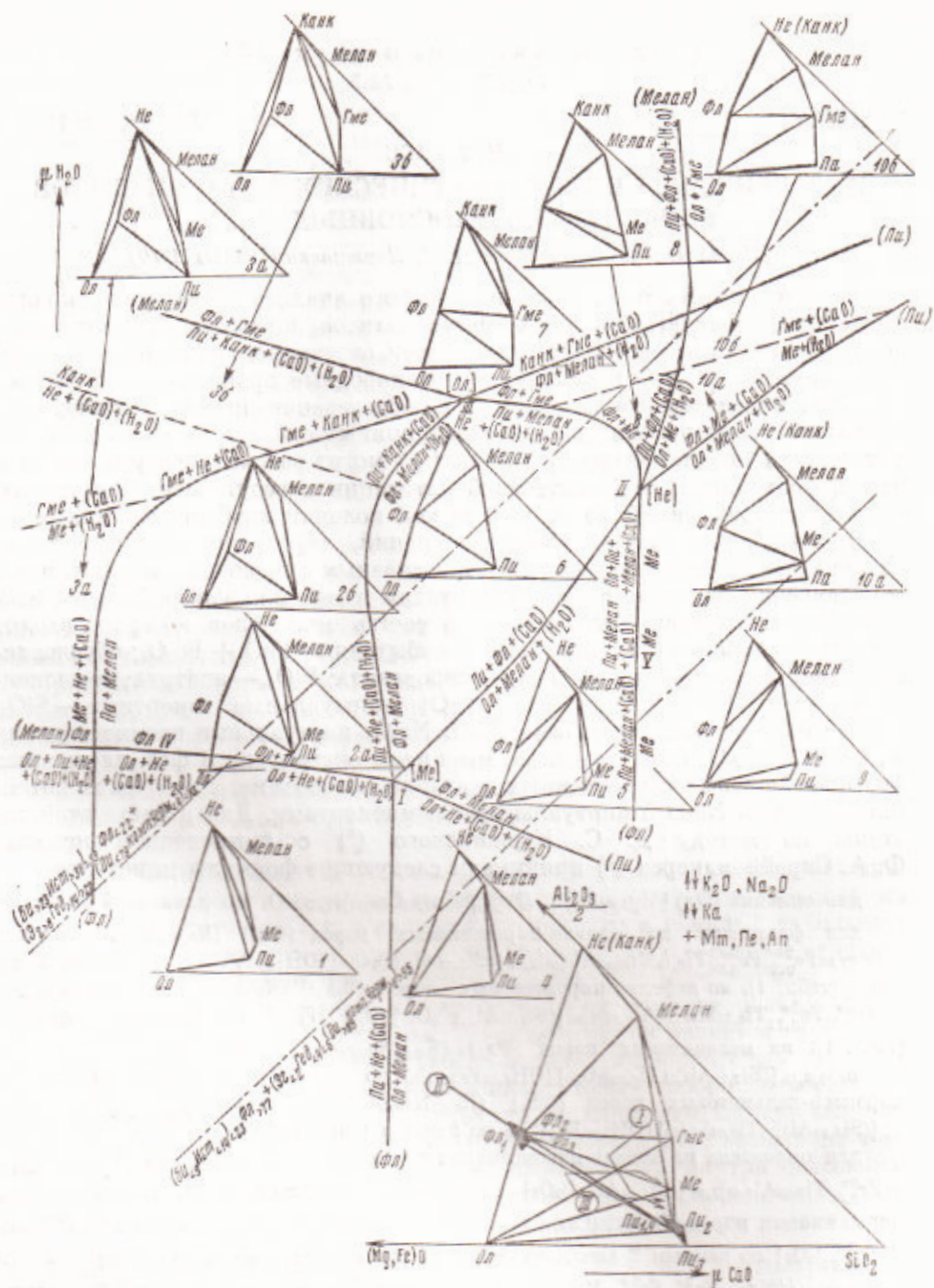


Рис. 1. Диаграмма парагенезисов постмагматических метасоматитов щелочно-ультраосновных пород. Соотношения виртуальных компонентов (мол. %):

Точка	Минерал	(Mg, Fe)O	(Al, Fe) <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	H <sub>2</sub> O	f, %	n, %
I	Пн	4,0	0,2	1,8	0,9	0	13,9	3,7
	Фл	2,8	1,4	2,7	0,1	1,6	12,8	
II	Пн	0,9	0,1	2,0	1,0	0	16,4	4,8
	Фл	2,8	1,3	2,8	0	1,6	22,3	
III	Пн	0,9	0,1	1,9	0,9	0	26,6	9,7
	Фл	2,7	1,2	2,8	0,1	1,4	33,6	
IV	Пн	0,9	0,1	1,9	0,9	0	23,0	9,4
	Фл	2,7	1,4	2,8	0,1	1,6	28,6	
V	Пн	1,0	0	2,0	1,0	0	8,3	2,2

Римские цифры в кружках — типы метасоматических колонн.

Таблица 1\*

	Пл <sub>1</sub>	Пл <sub>2</sub>	Пл <sub>3</sub>	Пл <sub>4</sub>	Пл <sub>5</sub>	Пл <sub>6</sub>	Пл <sub>7</sub>	Пл <sub>8</sub>	Пл <sub>9</sub>	Пл <sub>10</sub>	Пл <sub>11</sub>	Пл <sub>12</sub>	Пл <sub>13</sub>	Пл <sub>14</sub>	Пл <sub>15</sub>	Пл <sub>16</sub>	Пл <sub>17</sub>	Пл <sub>18</sub>	Пл <sub>19</sub>	Пл <sub>20</sub>
SiO <sub>2</sub>	51,15	49,95	51,62	52,48	54,78	52,27	52,20	37,43	36,73	37,90	38,08	37,83	39,40							
TiO <sub>2</sub>	4,51	4,54	0,58	0,66	0,22	0,17	0,27	3,41	3,05	2,00	1,02	4,52	4,15							
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,17	2,36	1,24	1,28	0,50	0,60	0,60	14,73	15,24	13,35	14,09	13,76	14,05							
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,82	2,72	3,96	3,07	4,94	2,43	4,67	2,26	0,45	3,24	1,74	2,01	0,69							
FeO	2,51	3,73	2,49	3,54	3,65	3,29	1,44	3,68	4,27	8,31	9,52	8,82	4,45							
MnO	0,45	0,14	0,09	0,45	0,32	0,31	0,15	Следы	0,26	0,26	0,24	0,30	—							
MgO	14,97	15,70	17,63	14,41	15,41	14,88	18,20	24,34	17,43	20,11	21,25	20,81	25,32							
CaO	23,38	23,85	22,26	22,53	24,83	24,57	25,15	0,83	0,52	4,25	0,39	0,79	0,81							
Na <sub>2</sub> O	0,49	0,50	1,64	0,91	0,65	0,77	0,23	1,60	0,30	0,24	0,32	0,23	0,89							
K <sub>2</sub> O	0,004	0,04	0,14	0,15	0,11	0,26	0,11	7,65	9,88	9,83	9,78	10,11	9,03							
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	—	—	—	—	0,04	0,06	—	—	—	0,09	0,09	0,09	—							
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	—	0,09	0,19	0,26	0,41	0,23	0,51	3,49	3,28	3,31	3,27	3,14	3,73							
F	—	—	—	—	—	—	—	0,74	0,49	0,44	0,48	0,28	0,64							
Σ	100,154	100,18	100,35	99,44	100,43	99,79	100,53	100,18	100,05	100,33	100,27	99,82	100,25							
-O = F <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	—	-0,31	-0,20	-0,18	-0,20	-0,14	-0,27							
Σ	13,3	14,8	26,5	19,6	16,2	16,5	8,5	99,70	99,70	100,15	100,07	99,68	99,98							
f, %	3,7	3,8	11,8	6,9	4,3	5,4	1,8	11,5	29,0	28,1	22,6	22,0	10							
n, %	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—							

\* Анализ: Р. Л. Телешова, Л. С. Абрамова, А. И. Гусева, Б. И. Ломейко, В. М. Наквиас, О. П. Острогорская.

переменных минералов вплоть до изменения типа парагенезисов. Дальнейшее разделение полей на части произведено исходя из составов Фл и Пн в характерных парагенезисах. Состав Пн пересчитан по методу (7), а Фл — на биотит (без подразделения на антит — сидерофилит). Рассчитаны реакции гидратации Ме и Не. Расположение этих прямых на диаграмме имеет качественное значение и определено лишь по геологическим наблюдениям.

Повторяемость парагенетических ассоциаций и закономерность их смены, направленность изменения железистости сосуществующих Фл и Пн (табл. 1) оправдывает попытку представить их в виде метасоматических колонок. Изменения железистости Фл и Пн из пород последовательных зон метасоматических колонок указывает на понижение кислотности растворов при рассматриваемом процессе.

По химическим анализам пород (1) различных зон колонок прослежено смещение фигуративных точек пород на диаграмме, отражающее тенденцию к сближению составов метасоматитов, независимо от исходных пород.

Порода	Минеральный состав	Инертные компоненты	Поле диаграммы
I. Мельтейгит, нефелин-пироксеновая			
↓			
нефелин-пироксеновая с меланитом	Пи + Не + Мелан + Ап	Mg, Si, Al, P	1, 2a
↓			
флогопитизированная, канкринитизированная	Пи + Фл + Мелан + Ап Пи + Канк + Мелан + Ап	Si, Al, P	(5), 6 2б
↓			
флогопит-меланитовая, пироксен-меланитовая	Фл + Мелан + Ап + Ка	Si, Al, P	6
↓			
флогопит-кальцитовая, пироксен-кальцитовая	Фл + Ап + Ка	Al, P	
↓			
карбонатит *			
II. Оливинит, пироксенит, пироксеновая, авкаратрит			
↓			
флогопитизированная оливин-пироксеновая	Ол + Пи + Фл + Мт (+Не)	Mg, Si, Al, Fe <sup>3+</sup>	1, 2a
↓			
пироксен-флогопитовая, порфиробластический слюдит	Пи + Фл + Мт + Ка (+Не)	Si, Al, Fe <sup>3+</sup>	6
↓			
флогопит-кальцитовая или пироксен-кальцитовая	Фл + Мт + Ка (Пи + Мт + Ка)	Al, Fe <sup>3+</sup> (Si, Fe <sup>3+</sup> )	
↓			
карбонатит			
III. Меллитовый оливинит, меллитовая			
↓			
флогопитизированная меллитовая	Ол + Ме + Фл + Ап + Мт	Mg, Si, Al, Fe <sup>3+</sup> , P	(9), 10a
↓			
гидромеллит-оливиновая	Ол + Гме + Фл + Ап + Мт	Si, Al, Fe <sup>3+</sup> , P	10б
↓			
гидромеллит-флогопитовая гидромеллит-меланитовая	Гме + Фл + Ап + Мт + Ка + (Гме + Мелан + Ап + Мт + Ка)	Si, Al, Fe <sup>3+</sup> , P (Si, Al, Fe <sup>3+</sup> , P)	7,8 7,8
↓			
гидромеллит-кальцитовая	Гме + Ап + Мт + Ка	Si, Fe <sup>3+</sup> , P	
↓			
карбонатит			

\* Карбонатит (здесь и далее), представляющий собой тыловую зону метасоматических колонков, существенно отличается от карбонатитов, образующих два гигантских штокообразных тела, очевидно магматического генезиса.

Институт геологии рудных месторождений,  
петрографии, минералогии и геохимии  
Академии наук СССР

Поступило  
20 III 1970

Москва

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> Е. М. Эпштейн, Л. И. Анисеева, А. Ф. Михайлова, В кн. Гулинская интрузия ультраосновных щелочных пород, М., 1961. <sup>2</sup> В. А. Жариков, В кн. Генезис эндогенных рудных месторождений, М., 1968. <sup>3</sup> А. В. Лавин, В кн. Петрология и геохимические особенности комплекса ультрабазитов, щелочных пород и карбонатитов, М., 1965. <sup>4</sup> Д. С. Коржинский, Физико-химические основы анализа парагенезисов минералов, М., 1957. <sup>5</sup> Ф. А. Скрейнмакерс, Нонвариантные, моновариантные и дивариантные равновесия, М., 1948. <sup>6</sup> У. А. Дир, Р. А. Хауи, Дж. Зусман, Породообразующие минералы, М., 1966. <sup>7</sup> Г. С. Иодер, К. Э. Тилли, Происхождение базальтовых магм, М., 1965.