

Ов. П. ГУЮМДЖЯН

ОДНОВАРИАНТНЫЕ ($n = -1$) ТРЕХКОМПОНЕНТНЫЕ МУЛЬТИСИСТЕМЫ ДЛЯ МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ПОРОД НОРМАЛЬНО-ЩЕЛОЧНОГО И ЩЕЛОЧНОГО РЯДОВ БАРГУШАТСКОГО ХРЕБТА (АРМЯНСКАЯ ССР)

Изучением геологического строения и магматизма Баргушатского хребта занимались многие исследователи: А. Л. Додин, В. Н. Котляр, В. Н. Соловкин, А. Б. Каждан, И. Г. Магакьян, Т. Ш. Татевосян, С. С. Мкртчян, Ж. М. Григорян, Г. О. Пиджян, К. А. Карамян, Э. Х. Гульян, Г. Б. Межлумян и др. Для решения некоторых принципиальных петрогенетических вопросов интрузивного магматизма Баргушатского хребта большое значение имеют также работы, проведенные в пределах Мегринского бассейна, среди которых можно отметить исследования последнего десятилетия—А. И. Адамяна, К. А. Карамяна, Б. М. Меликсетяна, Р. Х. Гукасяна, Р. Н. Таяна и В. Г. Кочаряна. В последнее время Б. М. Меликсетяном и Р. Х. Гукасяном (1965) в сложном Мегринском батолите на основании радиологических данных и формационного анализа выделены два разновозрастных интрузивных комплекса: верхнеэоценовый и нижнемиоценовый, в равной мере относящиеся к интрузивным образованиям Баргушатского хребта.

Породы верхнеэоценового интрузивного комплекса Баргушата составляют Сваранцкий (оливиновое габбро и ультраосновные дифференциаты), Арамаздский (габбро, монцониты, сиениты), Гехинский (габбро, монцониты—внешнее кольцо, гранодиориты, адемеллиты—ядро), Лернашенский (гранодиориты, адемеллиты, кварцевые диориты), Дасгакертский (кварцевые диориты), Аравусский (гранодиориты), Ковшутский (кварцевые диориты), Сурбкарский (мелкозернистые гранодиориты, адемеллиты), Ахлатянский (граносиениты) массивы и несколько десятков мелких выходов. Нижнемиоценовый интрузивный комплекс представлен Казанлическим и Шенатагским массивами порфировидных гранодиоритов и гранитов.

Несмотря на значительные успехи в изучении магматизма Баргушата, предыдущими исследованиями не было выяснена роль метасоматизма магматической и послемагматической ранней щелочной стадии (исключая роговики и скарны). Наоборот, традиционно переоценивалась роль ассимиляции как петрогенетического фактора, вследствие чего краевые основные фации относились к гибридным породам, образовавшимся при ассимиляции гранитоидной магмой более основных пород вмещающих толщ (вулканических или карбонатных).

Проведенные геолого-петрографические исследования взаимоотношений интрузивов с вмещающими породами не позволили разде-

лить существующие представления об их генезисе. Во-первых, часть этих краевых основных фаций является не гибридными, а экзоконтактовыми метасоматическими (основные породы Ковшутского, Лернашенского, Сурбкарского* массивов), во-вторых, взаимоотношение гранитоидов с вмещающими основными породами, особенно, с карбонатными, носит характер не ассимиляции, а диффузионного или инфильтрационного метасоматизма, при котором образуются не основные, а щелочные петрографические типы пород—метамонциты, метасиениты, щелочные метасиениты, святоноситы и. д. (эндоконтакты Гехинского и Сурбкарского массивов), в третьих, иногда краевые основные породы являются продуктами ранней фазы внедрения, а относительно более кислые породы слагают внутренние части массивов, что создает ложное представление о концентрическом расположении пород различной основности относительно линий контакта (Гехинский массив). К этому необходимо добавить, что иногда метасоматические породы плутонического облика образуют широкие поля в результате слияния нескольких метасоматических зон (Дарабасский метасоматический комплекс). Это зависит от характера контакта интрузива, эрозионного среза или взаимного расположения нескольких интрузивных тел. Дарабасский метасоматический комплекс (размеры его на современном эрозионном срезе около 30 км²), в сущности, является надинтрузивной зоной Лернашенского гранитоидного массива. Прорывание габбро и габбро-диоритов Лор-Дарабасского массива гранитоидами отмечалось в работах Т. Ш. Татевосяна (1966). Но основные породы считались магматическими образованиями более ранней фазы внедрения, нередко они параллелизовались с габбро Арамздского массива.

Различные вулканические образования базальтового и андезитового составов на контакте интрузивных массивов превращены в породы, по минеральному составу и структурам соответствующие плагиоклазовым горнблендитам, габбродиоритам, гранодиоритам, адамеллитам, монцитам, гранитам и т. д. В эндоконтактах гранитоидов главной интрузивной фации Гехинского и Сурбкарского массивов, на контакте с карбонатными образованиями, образуются более щелочные породы — кварцевые метасиениты, щелочные метасиениты, меланитовые щелочные метасиениты, метамонциты и т. д.

Метасоматическое происхождение обоих рядов устанавливается на основании различных геологических, структурных и минералого-петрографических признаков, которые перечисляются ниже:

а) интрузивные контакты, наличие порфировых или порфировидных микроструктур в приконтактовых частях массивов с вмещающими породами.

б) реликты и сохранение текстурных особенностей исходной породы среди метасоматически измененных участков. Постепенные или точ-

* На экзоконтакте Сурбкарского массива, как показано ниже, кроме основных, развиты также метасоматические породы более кислого состава.

нее «метасоматические» переходы в роговики и свежие вулканические породы, понижение интенсивности метасоматического преобразования с удалением от контакта интрузивов;

в) резкие и быстрые фациальные переходы на небольших расстояниях; крайне неоднородный минеральный и химический состав таких пород, не подчиняющийся никаким «магматическим» закономерностям;

г) кристаллобластические микроструктуры и быстрая смена их на коротком расстоянии. Широкое развитие явлений «собирающей перекристаллизации»;

д) маломинеральность новообразованных пород в основном—моно-, двух- и трехминеральные парагенезисы.

Метасоматические образования нормально-щелочного ряда горнблендит-метагранит с различной интенсивностью развиты на экзоконтактах всех интрузивов Баргушатского хребта—Гехинского, Сурбкарского, Ковшутского, Лернашенского (Дарабасский метасоматический комплекс) и т. д. Минеральный состав интрузивных пород на контактах с вулканическими образованиями не претерпевает никаких качественных изменений. Только местами отмечается понижение содержания кварца в гранитоидах.

Метасоматические породы щелочного ряда—метамонцонит-щелочной метасиенит установлены в интрузивах, имеющих непосредственные контакты с карбонатными отложениями. В зависимости от характера метасоматического процесса, образуются минеральные фации различной щелочности. В эндоконтактах главной интрузивной фации (Гехинский, Сурбкарский массивы) устанавливается некоторое повышение щелочности со сменой $Ро + Мк + Пл \pm Кв$ на ассоциации $Пл + Мк + Ди \pm Кв$. Эта смена соответствует переходу от II к III дивариантному полю диаграммы Д. С. Коржинского (1946, 1957). Метасоматический процесс здесь имеет в основном диффузионный характер и в сторону массива щелочность быстро падает. Некоторое повышение щелочности следует объяснить осложнением диффузионного процесса инфильтрационным.

Геологическое положение щелочных метасоматических пород Сурбкарского массива своеобразно. Здесь метасоматические процессы развиваются в пределах только тех апофиз гранодиорит-адамеллитового состава, которые внедрены в карбонатную толщу. От штока, сложенного породами главной интрузивной фации—гранодиоритами, адамеллитами, гранитами, они ограничены узкой полосой метагаббро и плагиоклазовых горнблендитов, образовавшихся за счет вулканических пород. Смена минеральных фаций в метасоматической колонке щелочного ряда следующая: $Мк + Пл + Ро + Кв$ (интрузивный гранодиорит)— $Мк + Пл + Ди \pm Кв$ (кварцевый и бескварцевый метасиенит)— $Мк + Кв + Ди$ (кварцевый щелочной метасиенит)— $Мк + Гр \pm Ди$ (меланитовый щелочной метасиенит, святоносит). Процесс имеет здесь инфильтрационный характер, что подтверждается не только геологическими условиями образования этих пород, но и характером минеральных фаций.

Повышение химических потенциалов щелочных металлов быстрее и

легче происходит в карбонатной—доломитовой или известняковой среде, чем в силикатной (основные породы и гипербазиты), что связано с более легкими переходами в раствор кальция или магния из карбонатов. В этом заключаются, в частности, различия в «уровнях» щелочности в основной вулканической (нормально—щелочной ряд) и карбонатной средах (щелочной ряд) при прочих равных условиях.

Щелочные породы расположены в северо-западном экзоконтакте главной интрузивной фации Сурбкарского массива и представлены отдельными дайкообразными, жилообразными, мелкими штокообразными телами, которые являются метасоматически измененными апофизами штока. В пределах отдельных тел ясно выражена смена метасоматических зон от первичных гранитоидов до щелочных метасиенитов.

В экзоконтактах интрузивных гранитоидов с вулканическими породами устанавливается следующий ряд метасоматических зон (без строгой последовательности)—I. Базальт; 1. Пи+Пл; 2. Пи; 3. Пи+Ро+Пл; 3а. Пи+Пл+Кв; 4. Ро; 5. Пл+Ро; 6. Пл+Ро+Мк; 6а. Пл+Ро±Кв; 7. Пл+Ро+Мк+Кв; 8. Пл+Мк+Кв; II. Гранодиорит или гранит Пл+Мк+Кв+Ро.

В каждой метасоматической фации равновесное устойчивое соотношение минералов возможно при идеальных условиях. В действительности же в пределах одноименной фации устанавливаются значительные колебания в относительном содержании минералов. При этом, конечно, не учитывается содержание реликтовых или гистерогенных минералов. Так, в Ро+Пл+Мк фации в зависимости от количественных соотношений этих трех минералов выделяются метагаббро, метадиориты, метамонциты и метасиениты, а в Пл+Ро+Мк+Кв фации различаются метагранодиориты, метаадамеллиты, метаграниты и кварцевые метамонциты.

Изучение природных минеральных ассоциаций метасоматических пород нормально-щелочного и щелочного рядов, выяснение их зависимости от режима общей щелочности и активности щелочных металлов, а также от состава исходных пород, произведены методом физико-химического анализа парагенезисов минералов (Д. С. Коржинский, 1957). Для обоих рядов метасоматических пород построены отдельные многопучковые диаграммы.

Метасоматическая колодка нормально-щелочного ряда состоит из следующих минералов: Пл, Мк, Ро, Ди, Кв, Мт, Сф, Ап, Ка, в составе которых участвуют SiO_2 , TiO_2 , P_2O_5 , CaO , Al_2O_3 , FeO , MgO , Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O , CO_2 , H_2O . Эти окислы дают и минералы щелочного ряда. В щелочном ряду наряду с отмеченными минералами присутствуют гранат андрадитового состава, а из аксессуарных—анатаз и циркон. Обоснование построения двух диаграмм производится одновременно, поскольку они имеют много общих признаков.

Подвижность и роль вышеотмеченных окислов при метасоматическом процессе резко различные. Так, TiO_2 , P_2O_5 , ZrO_2 , присутствующие в ничтожных количествах, не участвуют в реакциях образований главных

минералов данной фации, могут изоморфно входить в кристаллические решетки алюмосиликатов или обособляться в виде самостоятельных минералов. CO_2 и H_2O по Д. С. Коржинскому вполне подвижны при любом метасоматическом процессе (1936, 1955). Высокая подвижность калия и натрия устанавливается тем, что их содержания в метасоматических зонах зависят не от содержания в исходных породах, а безусловно от их концентраций в фильтрующихся растворах. В различной степени подвижны также FeO и MgO . Превращение андезито-базальтов и андезитов в горноблендиты происходит в условиях интенсивного привноса магния и железа ($\text{MgO} = 3,25\%$, $\Sigma\text{FeO} = 10,51\%$ — в вулканических породах; $\text{MgO} = 12,50\%$ и $\Sigma\text{FeO} = 15,92\%$ в горноблендитах)* Наконец эти окислы на фронте гранитизации растворяются в больших масштабах и выносятся (зона Пл + Мк + Кв). В вулканогенной и карбонатной средах, где масса кальция больше, чем магния, подвижность кальция меньше, чем магния. Это относится особенно к гипабиссальным условиям. Даже при равных массах магний подвижнее кальция (Д. С. Коржинский, 1955). Поведение Fe^{2+} и Fe^{3+} связано с подвижностью кислорода и щелочностью среды. При высокой активности кислорода, что может иметь место при повышении щелочности растворов, закисное железо окисляется, а это вызывает повышение «удельной» железистости цветных минералов.

Анализ природных минеральных парагенезисов показывает, что при метасоматическом процессе только три окисла SiO_2 , Al_2O_3 и CaO были наиболее инертными. Это справедливо для метасоматических пород как щелочного так и нормально-щелочного рядов. Минеральные фации при постоянных внешних условиях однозначно определяются соотношением этих трех виртуальных инертных компонентов.

Матрицы для расчета моновариантных реакций составлены, исходя из реальных составов минералов (табл. 1). При расчете мультисистемы нормально-щелочного ряда плагиоклаз рассмотрен как две фазы — лабрадор с 60% Ан и андезин с 30% Ан. Состав плагиоклазов колеблется в широких пределах от 92 до 24% анортита. Это разделение, конечно, условное, но ближе к действительности. В щелочном ряду колебания в составе плагиоклазов сравнительно небольшие, обычно 18—38% Ан. Для упрощения расчета принят состав андезина (30% Ан). Составы роговых обманок и гранатов определены по данным химических анализов (табл. 2 и 3). Для роговой обманки щелочного ряда принят теоретический состав эденит—ферроэденита по Сундиусу (У. А. Дир и др. 1965). Пироксены в обоих рядах метасоматических пород мало отличаются по составу. Пироксен в метасоматических породах нормально-щелочного ряда имеет $\text{Эг}_0 \text{ Ди}_{75} \text{ Гед}_{25}$ ($\text{Ng} = 1,710$, $+2V = 52^\circ$, $\text{сNg} = 43^\circ$) состав, а щелочно-

* Растворы имеют глубинное происхождение. Значительные количества привнесенного железа и магния невозможно связать с остаточным кислым расплавом или раствором (Д. С. Коржинский, 1962).

Таблица 1

Матрицы для расчета пучков одновариантных ($n = -1$) трехкомпонентных мультисистем

Одновариантный ($n = -1$) парагенезис	Инертные компоненты			Вполне подвижные компоненты						
	SiO ₂	0,5 Al ₂ O ₃	CaO	0,5 Na ₂ O	0,5 K ₂ O	FeO	MgO	0,5 Fe ₂ O ₃	0,5 H ₂ O	
№ 2 — нормально-щелочной ряд	Пл ₃₀	2,7	1,3	0,3	0,7	—	—	—	—	—
	Пл ₆₀	2,4	1,6	0,6	0,4	—	—	—	—	—
	Мк	3	1	0	—	1,0	—	—	—	—
	Ро/ $f_{=30}$	6	3	2	0,8	0,2	0,75	1,75	1,0	2,0
	Ди/ $f_{=0}$	2	0	1	—	—	—	1,0	—	—
	Кв	1	0	0	—	—	—	—	—	—
№ 1 — щелочной ряд	Пл ₃₀	2,7	1,3	0,3	0,7	—	—	—	—	—
	Мк	3	1	0	—	1,0	—	—	—	—
	Ро/ $f_{=50}$	7	1	2	0,8	0,2	2,5	2,5	—	2,0
	Ди/ $f_{=0}$	2	0	1	—	—	—	1,0	—	—
	Гр ₈₀	3	0,4	3	—	—	—	—	1,6	—
	Кв	1	0	0	—	—	—	—	—	—

Таблица

Химические составы и кристаллохимические формулы гранатов из меланитовых щелочных метасиенитов Сурбкарского массива

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	MnO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	п.п.п.	Σ
1	34,33	0,27	3,62	25,83	1,45	0,42	33,35	0,49	0,22	0,20	—	0,22	100,5
2	35,16	2,74	5,04	20,21	2,32	0,37	32,97	0,19	0,33	0,27	0,46	—	100,06 ₀

Кристаллохимические формулы андрадитов:



Аналитик А. И. Ерибекова (Хим. лаборатория НИГМИ АрмССР).



По данным Л. Л. Перчука, В. Л. Русинова, Т. Ш. Татевосяна (1965).

гс—Эг₇ Ди₇₃ Гед₂₀ ($Ng = 1,713$, $+2V = 60^\circ$, $cNg = 45^\circ$). Для упрощения расчетов содержание в клинопироксенах эгириновой и геденбергитовой молекул не учитывается.

Метасоматическая колонка на контакте интрузивных гранитоидов и вулканических толщ состоит из шести минералов Пл₆₀ Пл₃₀, Ро/ $f_{=50}$, Ди/ $f_{=0}$, Мк и Кв. Система из шести минералов при произвольных значениях температуры и давления, а также химических потенциалов вполне подвижных компонентов кроме виртуальных калия и натрия, имеет одну отрицательную степень свободы ($n = K_i + 2 - \varphi = 3 + 2 - 6 = -1$). Этим определяется состояние моновариантной ($n = -1$) мультисистемы метасоматических пород нормально-щелочного ряда.

Таблица 3

Химические составы и кристаллохимические формулы роговых обманок (чермакитов и гастингситов) из метасоматических пород нормально-щелочного ряда

Окислы	1191в	1191а	1198	2646	2645	2647
SiO ₂	39,46	41,80	40,72	37,55	41,97	37,75
TiO ₂	2,06	1,60	0,28	1,65	1,60	1,98
Al ₂ O ₃	10,74	21,61	20,70	19,70	22,42	18,81
Fe ₂ O ₃	8,78	4,98	7,86	2,24	6,35	9,63
FeO	8,75	8,57	8,57	8,75	8,86	9,43
MgO	12,98	5,09	5,51	13,98	3,29	12,71
CaO	14,17	11,86	12,64	12,81	12,27	12,45
MnO	0,26	0,30	0,20	0,24	0,25	0,38
Na ₂ O	1,17	2,10	1,90	1,17	2,00	1,17
K ₂ O	1,00	0,90	1,10	0,55	0,90	0,80
H ₂ O+	0,90	1,06	0,67	1,36	1,04	0,50
F	—	—	—	0,02	—	0,02
Σ	100,27	99,87	100,16	100,02	100,95	98,13

Кристаллохимические формулы:

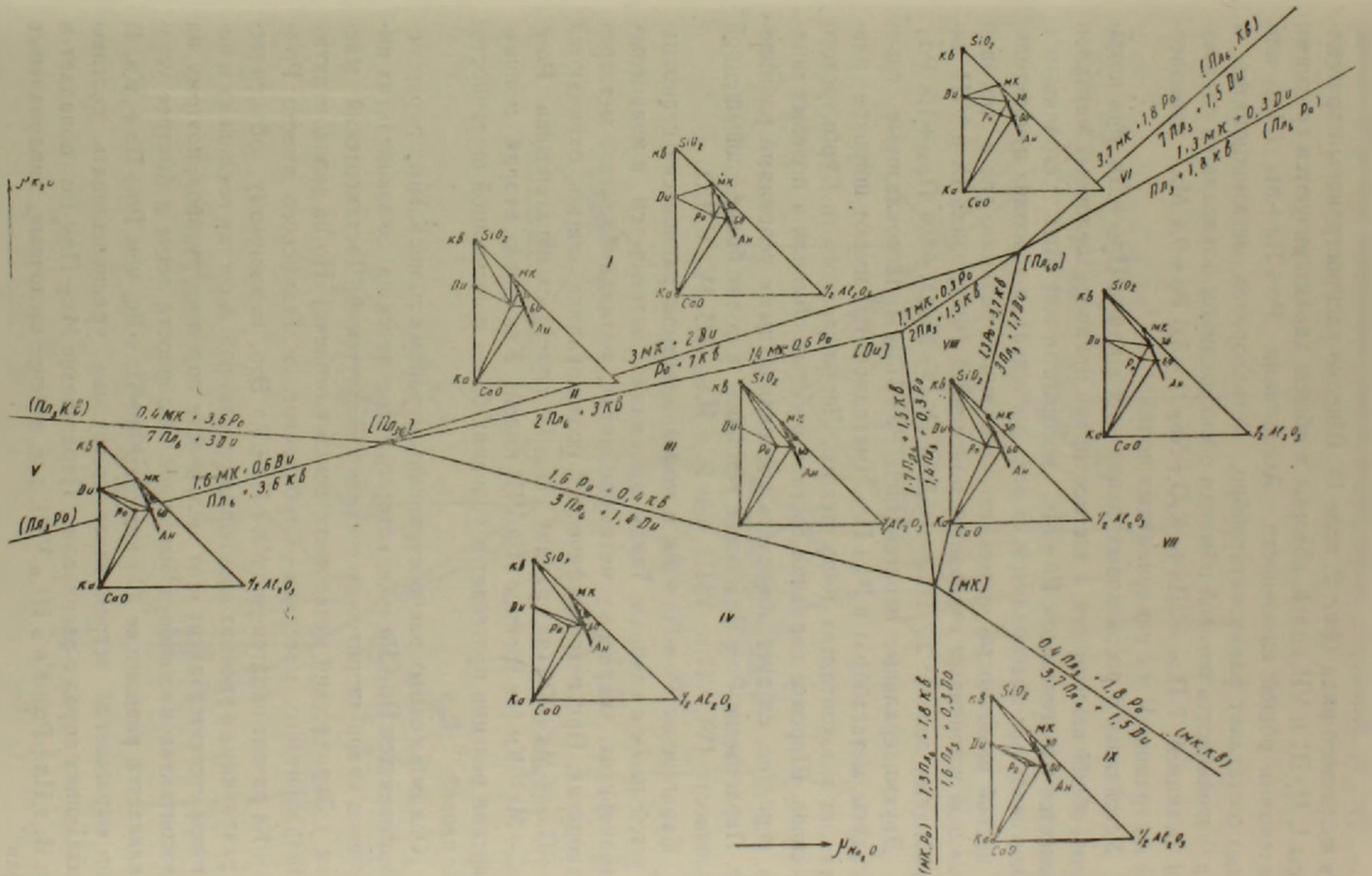
1. $(Ca_{2,26}Mn_{0,03}Na_{0,31}K_{0,20})_{2,83}(Fe_{1,09}^{2+}Mg_{2,89}Fe_{0,99}^{3+}Al_{0,03})_{5,0}(Si_{5,90}Al_{1,86}Ti_{0,24})_{8,0}O_{21,28}(OH)_{2,72}$
2. $(Ca_{1,69}Mn_{0,0}Na_{0,51}K_{0,18})_{2,72}(Fe_{1,07}^{2+}Mg_{1,14}Fe_{0,56}^{3+}Al_{1,23})_{5,0}(Si_{6,25}Al_{2,57}Ti_{0,18})_{8,0}O_{22}(O_{1,87}OH_{0,13})_{2,0}$
3. $(Ca_{2,04}Mn_{0,03}Na_{0,56}K_{0,28})_{2,85}(Fe_{1,08}^{2+}Mg_{1,23}Fe_{0,88}^{3+}Al_{1,81})_{5,0}(Si_{6,11}Al_{1,85}Ti_{0,04})_{8,0}O_{22}(O_{1,76}OH_{0,24})_{2,0}$
4. $(Ca_{1,94}Mn_{0,02}Na_{0,32}K_{0,09})_{2,37}(Fe_{1,04}^{2+}Mg_{2,96}Fe_{0,24}^{3+}Al_{0,76})_{5,0}(Si_{5,21}Al_{2,52}Ti_{0,17})_{8,0}O_{20,81}F_{0,01}OH$
5. $(Ca_{1,97}Mn_{0,03}Na_{0,58}K_{0,18})_{2,76}(Fe_{1,10}^{2+}Mg_{0,74}Fe_{0,71}^{3+}Al_{2,45})_{5,0}(Si_{6,30}Al_{1,52}Ti_{0,18})_{8,0}O_{22}(O_{0,95}OH_{1,05})_{2,0}O_{1,45}$
6. $(Ca_{2,0}Mn_{0,05}Na_{0,33}K_{0,16})_{2,54}(Fe_{1,16}^{2+}Mg_{2,79}Fe_{1,06}^{3+})_{5,0}(Si_{5,56}Al_{2,21}Ti_{0,22})_{7,99}O_{21,42}(F_{0,01}OH_{2,57})_{2,58}$

1) 1191в — гастингсит (мелкозернистый горнблендит, Сурбкар). 2) 1191а — чермакит (грубозернистый горнблендит, Сурбкар). 3) 1198 — чермакит (грубозернистый, горнблендит, Сурбкар). 4) 2646 — чермакит (грубозернистый горнблендит, Дарабаский метасоматический комплекс). 5) 2645 — чермакит (метагранодиорит, Сурбкар). 6) 2647 — гастингсит (метагранодиорит, Сурбкар).

Анализы выполнены в хим. лаборатории ИГН АН АрмССР, аналитиками В. А. Бабаян и С. Г. Чаталян.

Теперь рассмотрим парагенезисы, соответствующие дивариантным полям и попытаемся показать существующие соответствия рассчитанных минеральных фаций с природными, определить поля устойчивости природных парагенезисов, в зависимости от химических потенциалов калия и натрия и т. д.

В природных парагенезисах отсутствуют ассоциации $Mk + Ди + Пл_{30}$ и $Mk + Ди + Кв$, т. е. самые высокощелочные для данной диаграммы (VF



Фиг. 1. Диаграмма химических потенциалов щелочей для минеральных парагенезисов метасоматических пород нормально-щелочного ряда Баргушатского хребта.

поле, фиг. 1). Наоборот, такие фации очень характерны для метасоматитов щелочного ряда (фиг. 2, поле 1). Широко распространены парагенезисы I, II, III и VII полей, которые в общем характеризуются средними значениями общей щелочности. Ассоциация $Ро + Пл + Мк$ ($Пл_{30}$ или $Пл_{60}$) составляет фации метагаббро, метадиоритов, метамонцонитов и т. д. Устойчивость роговой обманки с микроклином объясняется следующей реакцией: $7 Пл_{60} + 3Ди + (K_2O + Na_2O) = 3,6 Ро + 0,4 Мк$, равновесной на границе V и I дивариантных полей.

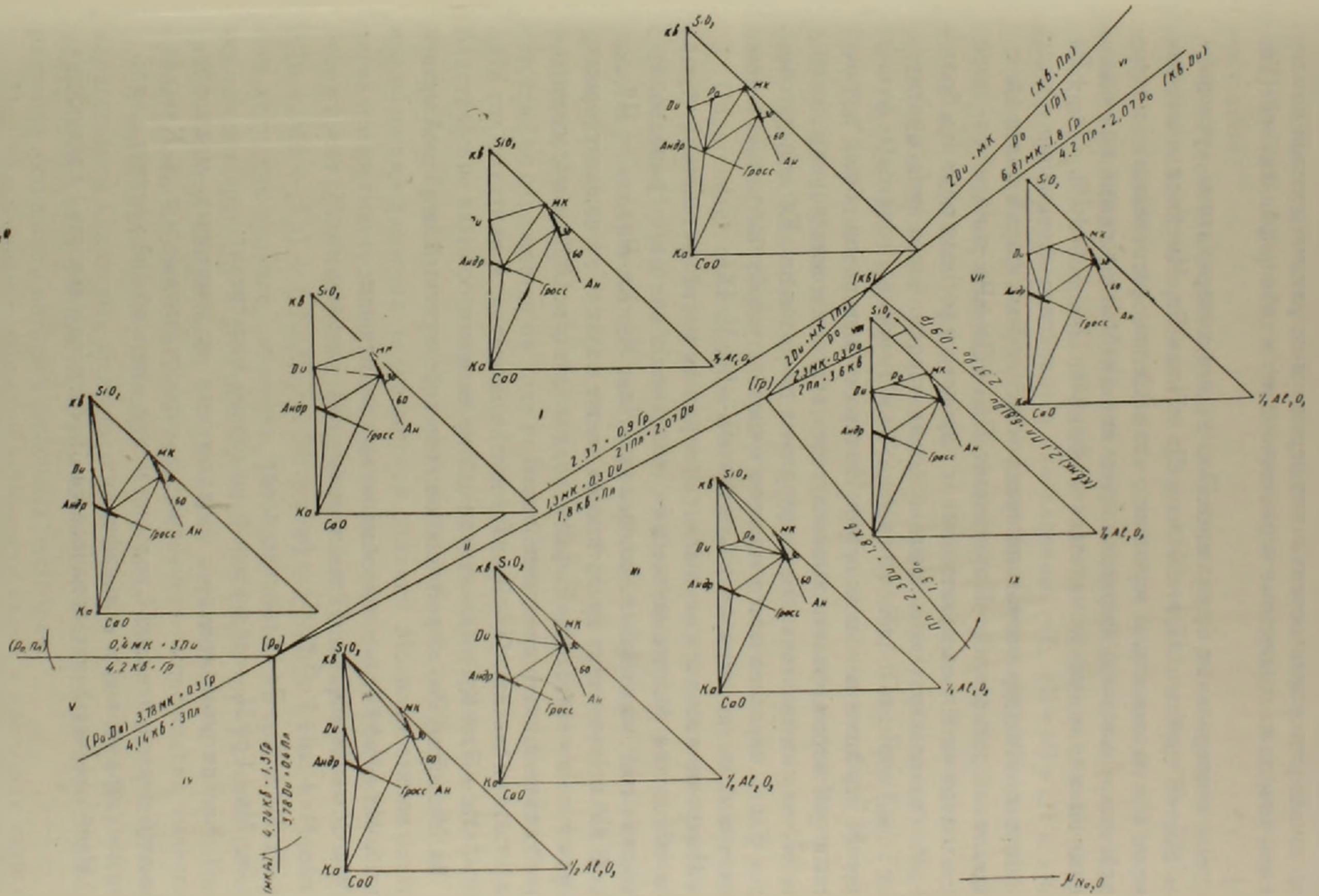
Устойчивая в роговиковых фациях ассоциация $Пл_{60} + Ди$, при повышении общей щелочности, в частности, при привносе щелочных металлов сменяется парагенезисом $Ро + Мк$, который может быть устойчивым с менее основным плагиоклазом. В этих роговиках, в условиях относительно низкой щелочности, протекает следующая реакция, где с роговой обманкой устойчивым становится плагиоклаз (на границе IX и VIII дивариантных полей): $3,7 Пл_{60} + 1,5Ди + (K_2O + Na_2O) = 0,4 Пл_{30} + 1,8 Ро$.

Двухминеральные парагенезисы $Ро + Пл_{60}$ (плагиоклазовые горн-блендиты, метагаббро) и $Ро + Пл_{30}$ (метадиориты) имеют широкое развитие на экзоконтактах Ковшутского, Лернашенского и Сурбкарского массивов. Широкие вариации состава роговых обманок и полевых шпатов, вероятно, следует объяснить трехвариантными условиями равновесия. Парагенезис $Ро + Пл_{30}$ более устойчив в полях более повышенной щелочности (VI, VII и VIII), чем $Ро + Пл_{60}$ (III, IV, V, IX).

Парагенезис $Ро + Пл + Мк$ в моновариантном равновесии становится устойчивым с кварцем. Такая ассоциация встречается в кварцевых метадиоритах, кварцевых метамонцонитах, метаадамеллитах, метагранодиоритах. При петрографических исследованиях легко отличаются $Ро + Пл_{60} + Мк + Кв$ (на границе II и III полей) от парагенезиса $Ро + Пл_{30} + Мк + Кв$ (на границе II и VIII полей). Как видно, вторая моновариантная реакция протекает в условиях более повышенной щелочности, чем первая.

Одним из самых распространенных тройных минеральных парагенезисов является $Пл + Ро + Кв$, который встречается на экзоконтактах интрузивов кварц-диоритового состава (Ковшутский, Дастакертский массивы и Дарабасский метасоматический комплекс). Но на экзоконтактах гранодиоритовых массивов—Сурбкарского и Гехинского вместо $Ро + Пл + Кв$ развит парагенезис $Мк + Пл + Ро$. Это, по-видимому, объясняется различиями в уровнях щелочности растворов. А состав последних в некоторой степени зависит и от щелочности пород интрузивов, поэтому на экзоконтактах массивов повышенной щелочности легче и быстрее устанавливается равновесие ассоциации $Мк + Пл + Ро$, чем $Ро + Пл + Кв$. В этом выражается «стремление» интрузива уравнивать составы вмещающих пород с расплавом. Парагенезис $Мк + Пл + Ро$ попадает в I и II, а $Пл + Ро + Кв$ в III и VIII, т. е. в менее щелочные дивариантные поля.

По мере повышения в растворах активности калия происходит реакция $2Пл_{30} + (0,5 K_2O) = Пл_{60} + Мк + (0,5 Na_2O)$, которая показывает,



Фиг. 2. Диаграмма химических потенциалов щелочей для минеральных парагенезисов метасоматических пород щелочного ряда Баргушатского хребта.

что в ассоциации с микроклином устойчивым становится более основной плагиоклаз. Это равновесие с индифферентными фазами роговой обманки или кварца на диаграмме совмещено с метастабильной линией (Кв, Ро).

Двухминеральная ассоциация $Пл_{60} + Ди$ в дивариантных условиях замещается тройным парагенезисом $Ди + Пл_{60} + Ро$. Имеются многочисленные факты, свидетельствующие о замещении роговиковых микроструктур крупно- и грубокристаллическими диабластическими или идио-бластическими в метасоматических фациях $Пл_{60} + Ди + Ро$, $Пл_{60} + Ро \pm Мк$ и $Пл + Ро + Кв$. Двухминеральная роговиковая ассоциация в виде реликтовых участков сохранена среди минеральных фаций более высокощелочных равновесий. Парагенезис $Пл_{60} + Ди + Ро$, в какой-то мере «переходный» и в последующих зонах пироксен и роговая обманка больше никогда не встречаются в равновесных парагенезисах метасоматических пород нормально-щелочного ряда. Исчезновение роговиковых фаций является хорошим доказательством быстрого повышения общей щелочности в растворах, фильтрующихся через вулканические породы основного состава на экзоконтакте интрузивных гранитоидов. Кстати, роговиковые фации пироксен-плагиоклазового состава устойчивы только в низкощелочных полях данной мультисистемы—IV, V, IX.

Теперь остановимся на анализе диаграммы метасоматических пород щелочного ряда. Метасоматическая колонка на контакте гранодиорит-известняк состоит из шести минералов: $Пл_{30}$, $Мк$, $Кв$, $Ро_{f=50}$, $Ди_{f=50}$, $Гр_{30}$. В различных зонах присутствуют также кальцит*, а из акцессорных минералов магнетит, сфен, циркон, апатит, анатаз. Общая метасоматическая колонка имеет следующий вид:

- I $Мк + Пл + Кв + Ро$ —гранодиорит, адамеллит, гранит;
1. $Мк + Пл + Кв + Ди$ —кварцевый метасиенит;
- 2а. $Мк + Ди + Ро$ —роговообманково-пироксеновый щелочной метасиенит;
- 2б. $Мк + Пл + Ро$ —роговообманковый метасиенит;
- 2в. $Мк + Ди + Кв$ —кварцевый щелочной метасиенит;
- 3в. $Мк + Ди + Ро + Гр$ —святоносит;
- 3б. $Мк + Ди + Ро + Гр$ —святоносит;
- 3а. $Мк + Гр + П$ —меланитовый щелочной метасиенит;

II. Кальцитовый мрамор с пропластками доломитовых мраморов, различные кальцифиры—везувигиновые, гроссуляровые и т. д. Каждая зона этой метасоматической колонки может иметь общий контакт с кальцитовыми мраморами и кальцифирами

Наиболее четко устанавливается последовательность следующих

* Кальцит присутствует в качестве дополнительно осажденного минерала, компенсирующий изменение объема. Метасоматические процессы на контакте гранитоид-известняк, а также гранитоид-вулканическая порода происходят в условиях постоянного объема, поэтому при невариантных равновесиях $\varphi = K, +$

зон: гранодиорит—кварцевый метасиенит—кварцевый щелочной метасиенит—меланитовый щелочной метасиенит. Святоноситы излированы от этих зон кальцифирами, и трудно установить истинное взаимоотношение с ними.

В метасоматических породах щелочного ряда диопсид почти всегда окружен каймой эгирин-авгита ($Ng = 1,752—1,730$, $c:Ng = 70—73$)°, а микроклин альбитизирован. Есть все основания предполагать, что эгириназия диопсида и альбитизация микроклина происходят в конце образования данной минеральной фации в условиях повышения концентрации натрия в растворах.

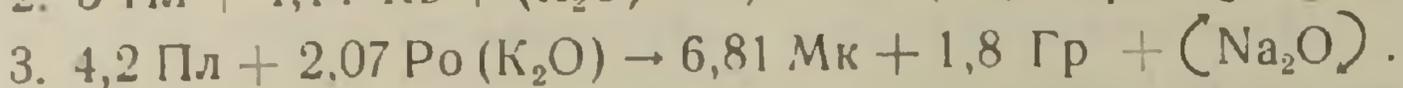
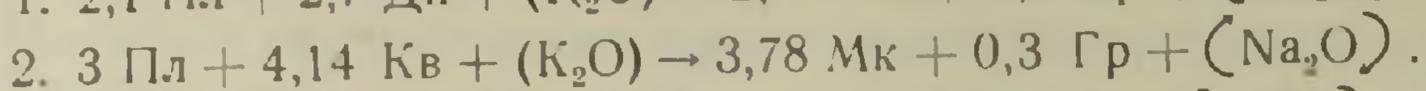
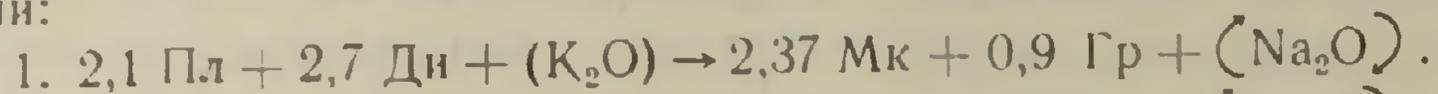
Анализ диаграммы (фиг. 2) позволяет выявить ряд общих закономерностей, подтверждающих геологические и петрографические исследования на контакте гранитоидов с известняками. Некоторые теоретически возможные парагенезисы в природе не установлены: $Mk + Po + Gr$, $Pl + Di + Kv$, $Kv + Pl + Gr$, $Mk + Gr + Kv$, $Pl + Po + Kv$, $Gr + Po + Pl$, и трудно сказать, что какой-нибудь из них может быть обнаружен при дальнейших исследованиях щелочных метасоматитов Баргушатского хребта. Как правило, во всех природных парагенезисах не встречаются совместно гранат с кварцем и гранат с плагиоклазом.

Парагенезис святоноситов $Mk + Di + Gr$ попадает в поля высокой общей щелочности. Эта зона известна в тыловых частях метасоматической колонки, т. е. в наиболее глубоко измененных гранитоидах. Но нередко в этом парагенезисе участвует и роговая обманка. Четырехминеральное равновесие такого типа находится на границе I и VI дивариантных полей. Гранат в таком равновесии индифферентен, и его присутствие не отражается на ходе реакции. Этим, вероятно, следует объяснить тот факт, что в святоноситах $Mk + Di + Po + Gr$ состава отсутствуют бластические взаимоотношения между кристаллами граната и остальных минералов. Гранат всегда образует пойкилобластические кристаллы с включениями диопсида, редко роговой обманки. Моновариантное равновесие четырехминерального состава святоноситов с индифферентным гранатом имеет следующий вид (на границе I и VI дивариантных полей): $2Di + Mk + \{Gr\} + (Na_2O) \rightarrow Po + \{Gr\} + (K_2O)$. Но в щелочном ряду, как правило, пироксен, роговая обманка и гранат взаимно исключают друг друга. Это наблюдается при смене минеральных фаций гранодиоритов кварцевыми и щелочными метасиенитами, а последних гранатовыми щелочными метасиенитами.

В метасоматических породах этого ряда широко распространены парагенезисы кварцевых щелочных метасиенитов ($Mk + Di + Kv$). Клинопироксен в этих фациях по краям замещается эгирин-авгитом при возрастании активности натрия в щелочных растворах.

При дальнейшем повышении активности калия в растворах кварцевые щелочные метасиениты замещаются меланитовыми щелочными метасиенитами $Mk + Gr$ состава, которые устойчивы в пределах V, I и VI полей. Как видно из диаграммы, эта двухминеральная ассоциация может существовать только в условиях высокой щелочности, где

$\mu_{K_2O} > \mu_{Na_2O}$. В этой фации клинопироксен неустойчив и замещается гранатом. Очень характерны псевдоморфозы андрадита по диопсиду — призматические, длиннопризматические, нередко копьевидные, удлиненные кристаллы. Много реликтовых включений диопсида в гранатах. Образование этой зоны можно объяснить следующими реакциями:



Имея в виду факты замещения клинопироксена гранатом, можно предполагать, что в данном случае имели место реакции первого типа. Конечно, не исключаются и другие способы образования гранат-микроклиновой ассоциации. Трехвариантными условиями равновесия следует объяснить колебания железистости в зональных гранатах щелочных метасиенитов. Содержание андрадитового минала колеблется в пределах 60—80%. При образовании Мк+Гр зоны за счет Мк+Ди+Кв+Пл, содержание кремнезема в породе не меняется, а кварц исчезает, так как при образовании микроклина расходует большое количество кремнезема не только полевых шпатов, которого явно не хватает, но и кварца. Остается постоянным также содержание кальция, который выделяется или в виде кальцита, или входит в состав гранатов.

Четырехминеральный парагенезис Мк+Пл+Кв+Ди может быть равновесным в моновариантных условиях на границе III и II дивариантных полей. В природных фациях он неустойчив и сменяется более устойчивым парагенезисом Мк+Ди+Кв. В природе более вероятны системы с двумя и более степенями свободы, чем объясняется устойчивость вообще двух- и трехминеральных парагенезисов. При петрографических исследованиях можно проследить процесс постепенного уменьшения содержания плагиоклаза, который замещается микроклином. Метасоматическая зона кварцевых метасиенитов Мк+Пл+Кв+Ди также является «переходной», в двухвариантном равновесии она сменяется устойчивым парагенезисом Мк+Кв+Ди.

Парагенезисы метасоматических пород щелочного ряда Сурбкарского массива ранее были рассчитаны автором (1963); в этой работе приведены также геологические данные о метасоматическом характере окружающих пород ряда горнблендит-метагранит. Впоследствии Л. Л. Перчуком, В. Л. Русиновым и Т. Ш. Татевосяном (1965) изучено строение и физико-химические условия формирования пород Сурбкарского массива, составлены моновариантные диаграммы минеральных парагенезисов метасоматических пород в зависимости от химических потенциалов щелочных металлов.

В заключение следует отметить, что геологические условия формирования интрузивов Баргушатского хребта и проведенный парагенетический анализ экзоконтактовых метасоматических пород позволяют считать, что явления магматического замещения в образованиях обоих ря-

дов отсутствуют. Процесс гранитизации, по Д. С. Коржинскому, представляет собой инфильтрационное магматическое замещение и разделяется на две стадии: а) стадия метасоматического замещения вмещающих пород и приближения их состава к составу замещающей интрузии, б) стадия магматического состояния (гомогенизации) и последующей эвтектической кристаллизации. Эта вторая стадия может и не проявиться, особенно в средних и малых глубинах, что устанавливается и на примере метасоматических пород Баргушатского хребта.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 25.IV.1967.

Հ. Պ. ԳՈՒՅՈՒՄՋՅԱՆ

ՄԻԱՎԱՐԻԱՆՏ ($n = -1$) ԵՌԲԱՂԱԴՐԻԶ ՄՈՒՆԻՏԻՍԻՍՏԵՄՆԵՐ ԲԱՐԳՈՒՇԱՏԻ
ՆՈՐՄԱԼ-ԱԼԿԱԼԱՅԻՆ ԵՎ ԱԼԿԱԼԱՅԻՆ ՇԱՐՔԵՐԻ ՄԵԹԱՍՈՄԱՏԻԿ
ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՀԱՄԱՐ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Բարկուշատի ինտրուզիվ գրանիտոիդների կոնտակտային մասերում առաջացած բարձր ջերմաստիճանային մեթասոմատիկ ապարների համար (պլագիոկլազային հորնբլենդիտ, մետազաբրո, մետադիորիտ, մետագրանոդիորիտ, մետամոնցոնիտ, ինչպես նաև մետասիենիտ և ալկալային մետասիենտ, սրվյատոնոսիտ և այլն) հաշվված են բազմափնջային $\mu\text{K}_2\text{O} - \mu\text{Na}_2\text{O}$ դիագրամներ:

Կառուցված միավարիանտ մոլտիսիստեմները՝ նորմալ-ալկալային և ալկալային շարքերի մեթասոմատիկ ապարների համար, թույլ են տալիս որոշել բնական միներալային պարագենեզիսների կայունության դաշտերը, առաջացման հաջորդականությունը, բացատրել ֆազիաների փոխակերպումների որոշ օրինաչափություններ:

Մեթասոմատիկ ապարների ծագումը հիմնավորվում է երկրաբանական, ստրուկտուրային, միներալոգիական և պետրոգրաֆիական տվյալներով, ժրխտրվում է դրանց ծագման մասին գոյություն ունեցող ավանդական տեսակետը (գրանիտոիդային հալոցքի կողմից ներփակող հրաբխային և կարբոնատային ապտոների ասիմիլացում):

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Гукасян Р. Х. и Меликсетян Б. М. Об абсолютном возрасте и закономерностях формирования сложного Мегринского плутона. Изв. АН Арм. ССР, науки о Земле, XVIII, № 3—4, 5.
2. Гуюмджян О. П. Образование щелочных метасоматитов на контакте интрузии Сурбкра (Пир-Кая) Баргушатского хребта. Изв. АН Арм. ССР, сер. геол. и геогр. XVI, № 3, 1963.
3. Дир У. А., Хауи Р. А., Зусман Дж. Породообразующие минералы. Т. II, Изд. «Мир», М., 1965.

4. *Жариков В. А.* Вопросы общей теории мультисистем. 1. Одновариантные ($n=1$) мультисистемы. В кн. «Физико-химические проблемы формирования горных пород и руд». Изд. АН СССР, 1961.
5. *Коржинский Д. С.* Принцип подвижности щелочей при магматических явлениях. В сб. «Акдамеку Д. С. Белянкину». Изд. АН СССР, 1946.
6. *Коржинский Д. С.* Очерк метасоматических процессов. В кн. «Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях.» Изд. АН СССР, 1955.
7. *Коржинский Д. С.* Физико-химические основы анализа парагенезисов минералов. Изд. АН СССР, 1957.
8. *Перчук Л. Л., Русинов В. Л., Татевосян Т. Ш.* Геологические и физико-химические закономерности формирования минеральных ассоциаций массива Пирешкая, Баргушатского хребта южной Армении. Ер. Гос. ун-т. Уч. записки, т. 99, Ереван, 1965.
9. *Татевосян Т. Ш.* Интрузивные породы Баргушатского хребта. «Геология Армянской ССР», т. III, Петрография интрузивных пород. Изд. АН Арм. ССР, 1966.