

УДК 552.3 : 548.4

Д. С. Джербашян

Фазовые превращения в расплавных включениях и их интерпретация в приложении к магматической макросистеме

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР А. Т. Асатяном 24/X 1985)

Одним из основных положений, на которое опираются термобаро-геохимические исследования, является предположение о том, что температура гомогенизации включений близка к температуре их захвата и герметизации в растущих минералах ((^{1,2}) и др.). Близость этих температур не предполагает, однако, автоматического отождествления процессов, протекающих в захваченной минералом капельке минералообразующей среды, с одной стороны, и процессов в природных макросистемах—с другой. В частности, это касается температур и порядка выделения кристаллических фаз. Проведение таких аналогий между включением и магматической макросистемой (магматическим очагом, камерой, колонной и т. д.) при решении вопросов эволюции расплава требует осторожности и не всегда правомерно. При изучении вулканического комплекса Арагац нами получены данные, позволяющие провести сравнение путей кристаллизации расплава в упомянутых выше макро- и микросистемах.

Было проведено комплексное изучение расплавных, кристаллических и флюидных включений в минералах серии пород вулкана Арагац. Результаты этих исследований сведены в таблице. Ранее (³) указывалось на сближение составов расплавных включений и соответствующих пород по мере убывания основности последних. Естественно, что тенденция к сближению будет проявляться и в путях эволюции расплава в очаге и во включениях вследствие сужения области возможных вариаций состава исходной магмы и приближения ее к остаточной эвтектоидной. Это хорошо иллюстрируется фазовым превращением в захваченной капельке расплава и в самом маточном расплаве и их идентичности при кристаллизации андезитов, андезиодацитов и дацитов (таблица).

Состав расплава, однако, не единственный фактор, определяющий степень соответствия процессов, протекающих в описываемых макро- и микрообъектах. Важная роль в этом принадлежит температуре, понижение которой, очевидно, способствует сгущению неравнозначных изменений в этих объектах, а также давлению, точнее, не одинаковому его изменению (падению) в полости включения и в очаге в процессе кристаллизации. Вследствие незначительной сжимаемости кристалла-«хозяина» и герметичности включения кристаллизация в его полости происходит в условиях, близких к изохорическим. Кристалли-

Параметры фазовых превращений расплава

Порода и t°C кристаллизации	Минерал	Давление*, кбар	Порядок и t°C начала кристаллизации фаз**	
			Расплавные включения	Магматическая камера***
Базальт 1240—1170	Ol	5—10—13	Ol ₁₂₄₀ —Pl, cPx _{1220—1190} —Sp ₁₁₇₀	Ol ₁₂₄₀ —Sp ₁₃₄₀ —Pl, cPx _{1220—1190}
	cPx	5	Ol, Pl ₁₁₉₀ —Sp ₁₁₇₀ центр Ol, Pl, Sp ₁₁₄₀ периферия	
Андезитобазальт 1180—1080	Ol cPx oPx	4.65—5	Ol, Sp ₁₁₈₀ —Pl, cPx ₁₁₆₀ Ol, Sp, Pl ₁₁₆₀ —oPx ₁₁₂₀ Sp, Pl, cPx ₁₁₃₀	Ol, Sp ₁₁₉₀ —Pl, cPx ₁₁₆₀ —oPx ₁₁₃₀
	cPx oPx		Mt, oPx, Pl ₁₁₅₀ Mt, cPx, Pl ₁₁₅₀	
Андезит 1150—990	cPx oPx			Mt, cPx, oPx, Pl ₁₁₅₀
Андезитодациит, дациит 1130—940	cPx	0.87	Mt, oPx, Pl _{1120—1130}	Mt, cPx, oPx, Pl _{1120—1130}
	oPx		Mt, cPx, Pl _{1120—1130}	

* Давление определялось по сингенетичным парам: существенно углекислотное включение—нормальное расплавное включение, на основании (3,4) и по способам (7,8)

** Диагностика минералов-узников проводилась в основном по оптическим свойствам и контролировалась единичными определениями на микрозонде.

*** При построении рядов кристаллизации минеральных фаз в магматической камере учтены температуры гомогенизации включений в минералах-вкрапленниках, их временные взаимоотношения с минеральными микровключениями, сингенетичность последних с теми или иными группами расплавных включений.

зацию же в объеме магматической среды даже в перерывах вулканической активности, в условиях спокойной тектонической обстановки, при отсутствии взламывания или проседания кровли магматической камеры, трудно описать каким-то определенным процессом: вверху он ближе к изохорическому, на глубине—к изобарическому. Результатом этого является «опережающее» падение давления во включении по сравнению с гидростатическим давлением магматического расплава на каком-то уровне в очаге, и это опережение будет тем больше, чем глубже произошел захват включения растущим кристаллом*. При вулканических извержениях возможна обратная картина, когда падение давления во включении будет запаздывать по сравнению с его падением в очаге. И в том и в другом случаях появляются возможности для несоответствия в путях эволюции расплава в макро- и микро-системах, вследствие разных соотношений термодинамических параметров в них.

* На начальных стадиях кристаллизации, особенно в системах, бедных летучими, это опережение обычно проявляется в более раннем обособлении флюидной фазы во включениях по сравнению с ее отделением от расплава в очаге.

В процессе нагревания первичных расплавных включений в ядерной зоне оливина* базальтов изученной серии начало плавления отмечается при 800° . В образовавшейся капельке расплава первым растворяется и исчезает шпинелид (1170°), затем пироксен с плагиоклазом ($1190-1220^{\circ}$). Гомогенизация наступает при 1240° с одновременным растворением оставшихся минералов-узников оливина и газовой фазы. В соответствии с этими данными шпинелид должен считаться наиболее поздней кристаллической фазой при формировании базальтов.

Однако в том же оливине присутствуют первичные кристаллические включения шпинелида, сингенетичные как с высокотемпературными ($t_{\text{гом}} - 1240^{\circ}$), так и с более низкотемпературными расплавными включениями. Исходя из этого, шпинелид безусловно один из ранних (вместе с оливином) минералов с температурой начала выделения 1240° . Есть все основания считать эти данные надежными, так как именно они непосредственно отражают пути кристаллизации в очаге. Различия в фазовых превращениях расплава в магматическом очаге и в полости включения отмечаются, как видим, и в температурах ($\Delta t - 70^{\circ}$) и в очередности выделения минеральных фаз.

Кристаллизация оливина базальтов происходила при давлениях 5—10—13 кбар (нижний предел рассчитан по сингенетичным парам существенно-углекислотных и расплавных включений в более позднем клинопироксене, верхний (10—13 кбар) условно оценивался по глубине магматического резервуара (30—40 км), которая определялась по термомагнитным свойствам основных лав (⁴)), выделение же оливина андезитобазальтов происходило при значительно меньших давлениях (4,65—5 кбар). При сопоставлении фазовых превращений расплава включений в оливине андезитобазальтов и магматической камеры (см. таблицу) не обнаруживается никаких существенных расхождений, наличие же их на этапе кристаллизации оливина базальтов обязано, на наш взгляд, высокому давлению.

Что касается клинопироксена базальтов, кристаллизация которого по своим барическим характеристикам занимает промежуточное положение между оливином базальта и андезитобазальта, то здесь выявлены две группы включений: включения в ядерной зоне клинопироксена по своим фазовым переходам в процессе нагревания близки включениям в оливине базальтов и не отражают действительного хода кристаллизации в очаге; включения промежуточных и периферийных зон роста своим поведением сближаются с расплавными включениями в минералах андезитобазальтов и повторяют завершающий отрезок пути эволюции расплава в магматической камере.

Давление в 5 кбар, измеренное по существенно-углекислотным включениям в промежуточных зонах роста клинопироксена, вероятно, представляет собой своеобразный барьер в изученной серии по-

* Оливин кристаллизовался на этапе формирования базальтов и андезитобазальтов, о чем свидетельствуют данные Ю. Г. Гукасяна (а): содержание Fe в оливине не превышает 74,4—80,8%; отношения $MgO/MgO + FeO$ в оливинах и оливинсодержащих породах близки.

род, определяющий степень соответствия друг другу фазовых переходов описываемых макро- и микросистем.

Реконструкция физико-химических параметров кристаллизации в магматической системе на основе данных по фазовым превращениям в расплавах включения наиболее достоверна для условий сравнительно низких температур и давлений; с возрастанием этих параметров, а также основности пород вероятность расхождения путей кристаллизации в макро- и микросистемах увеличивается.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Դ. Ս. ԶՐԲԱՇՅԱՆ

Փուլային վերափոխումները հալոցքային ներփակումներում և նրանց մեկնաբանման կիրառումը մագմատիկ մակրոհամակարգերում

Մագմատիկ օջախում հալոցքային ներփակումներում հալոցքի բյուրեղացման ընթացքի պարզաբանման նպատակով կատարվել են Արագածի մի քանի հրաբխածին ապարների միներալների հալոցքային, բյուրեղային և գազային ներփակումների կոմպլեքսային ուսումնասիրություններ: Յուրջ է տրված, որ ընդհանուր առմամբ օջախում և ներփակումներում մագմատիկ հալոցքի շարժացման ուղիները կարող են տարբերվել ինչպես նույնանուն միներալների անջատման սկզբնական ջերմաստիճանով, այնպես էլ իրենց բյուրեղացման հաջորդականությամբ:

Նման շեղումների բերող հիմնական գործոնը ճնշման ավելի արագ անկումն է հալոցքային ներփակումներում, քան օջախում:

Մագմատիկ օջախի էվոլյուցիայի ընթացքի վերականգնումը ներփակումներում ներկայացված միներալների վարքի հիման վրա, համեմատյան դեպք ուսումնասիրված ապարների համար, կիրառելի է միայն օջախում համեմատաբար ցածր (5 կրարից ցածր) ճնշումների դեպքում:

ЛИТЕРАТУРА — ԴՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ И. Т. Бикumenko, С. С. Коляго, В. С. Соболев, ДАН СССР, т. 176, № 5 (1967). ² Магматогенная кристаллизация по данным изучения включений расплавов, Наука, Новосибирск, 1975. ³ И. Т. Бикumenko, А. И. Чепуров, В. П. Чупин, в кн.: Гепетическая минералогия по включениям в минералах, Изд. СО АН СССР, Новосибирск, 1978. ⁴ I. Bagin, Ju. G. Gukasyan, G. N. Petrova e. a., Pubes. Inst. Geoph. Pol. Ac. Sci., С—1(102) (1976). ⁵ М. И. Вукалович, В. В. Алтунин, Теплофизические свойства двуокиси углерода, М., Атомиздат, 1966. ⁶ К. И. Шмулович, В. М. Шмонов, Геохимия, №4 с. 551 (1975). ⁷ В. Л. Барсуков, Л. Н. Козарко, В. П. Романчев, Геохимия, №12, с. 1816—1841 (1961). ⁸ E. Roedder, Amer. Mineralogist, v. 50, № 10 (1965). ⁹ Ю. Г. Гукасян, Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, т. 30 № 1 (1977).