ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК, 1995, том 341, № 1, с. 94 - 96

ГЕОЛОГИЯ

УДК 550.9+553.535

О МЕХАНИЗМЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ КИСЛЫХ РАСПЛАВОВ НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧЕНИЯ ФЛЮИДАЛЬНЫХ РИОЛИТОВ ВОСТОЧНО-СИХОТЭ-АЛИНСКОГО ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПОЯСА

© 1995 г. В. К. Попов, А. В. Гребенников

Представлено академиком Ф.А. Летниковым 27.01.94 г.

Поступило 11.02.94 г.

Процессы дифференциации магматических расплавов в поверхностных условиях (с момента их подъема из неглубоко залегающего очага до полного остывания на дневной поверхности) наиболее контрастно выражены в кислых эффузивах, насыщенных летучими компонентами. Такие породы характеризуются неоднородными строением и составом слагающей их основной массы. Изучение первичных неоднородностей позволяет восстановить механизм поверхностной дифференциации кислых расплавов в ходе вулканических извержений, протекающий в условиях отделения и перераспределения летучих и петрогенных элементов.

В качестве примера были изучены лавы флюидально-полосчатых риолитов из палеогеновой базальт-риолитовой серии Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса, детально охарактеризованной в [1]. Риолиты слагают экструзивное тело с веерообразно расходящимися от него лавовыми потоками. Особенности истечения лавы подчеркиваются ее флюидальностью – вертикальной в центре подводящего канала и пологой в отходящих потоках. Порода содержит вкрапленники кварца, плагиоклаза (An_{25}) и крупные единичные выделения титаномагнетита. Флюидальная текстура обусловлена тонким (от долей миллиметра до 0.5 см) ритмичным чередованием темных и светлых полосок, сложенных в различной степени девитрифицированным стеклом (светлые полоски) и моноагрегатным кварцем (темные полоски). Под микроскопом светлые полоски характеризуются тонким переслаиванием полос фельзитового и стекловатого строения. В последних наблюдаются микролиты плагиоклаза, ориентированные по флюидальности и погруженные в слабо девитрифицированное стекло. Фельзитовые полоски сложены кварц-полевошпатовыми агрегатами, насыщены мелкими включениями, как правило, окисленных рудных минералов и часто как бы переходят по простиранию в монокварцевые, содержащие вторичные минералы – эпидот, хлорит, лейкоксен, апатит, гидрослюды, выполняющие полости и пустотки среди агрегатов кварца. При этом рудные минералы, рассеянные в фельзитовой матрице, концентрируются вдоль кварцевых полосок в виде ореолов.

Химический состав пород (табл. 1) указывает на неоднородность экструзивного тела. Это наглядно выражено на диаграмме нормативного минерального состава (рис. 1). Риолиты из краевой части экструзивного тела отвечают эвтектическому составу гранита при P_{H_2O} = 1 кбар и 0.4 - 0.5% F, из центральной – ультракалиевым риолитам.

Аналогичная неоднородность петрохимического состава была обнаружена при детальном микрозондовом изучении приполированного образца флюидального риолита из краевой части экструзии (табл. 1, обр. П-349/5). Установлено, что фельзитовые полоски сложены кварцем и ортоклазом, стекловатые – альбитом и стеклом, соответствующим составу высококремнистого ультранатриевого риолита (табл. 1). В стекле, на границе с кварц-ортоклазовыми полосками, отмечено появление натрового анортоклаза. Магнетиты характеризуются высоким ульвошпинелевым миналом (максимальным для вкрапленников), а в кварц-ортоклазовых полосках – высокой окисленностью и лейкоксенизацией. Таким образом, выделенные неоднородности в пределах экструзивного тела более контрастно представлены в расслоенной основной массе риолита. Вынесенные на диаграмму (рис. 1) точки нормативного минерального состава стекла, слагающего полоски, в совокупности с данными состава пород со всей очевидностью свидетельствуют о расщепле-

Дальневосточный геологический институт Дальневосточного отделения Российской Академии наук, Владивосток

Таблица 1. Состав (мас. % в пересчете на безводное вещество) флюидальных риолитов, вкрапленников, минеральных фаз и стекла из различных полосок, слагающих породу в центральной части экструзивного тела

Образец	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5
П-349/5	71.14	0.25	15.30	1.33	0.71	0.06	0.48	0.56	3.68	4.45	0.10
П-349/7	73.25	0.24	15.10	1.35	0.73	0.12	0.39	0.36	3.68	4.80	0.10
П-349/8	74.04	0.22	13.04	2.75	0.53	0.05	0.57	0.48	2.91	5.78	0.10
П-349/14	79.60	0.03	11.28	1.06	0.30	0.03	0.20	0.07	0.12	6.67	0.04
Образец П-349/5											
Вкрапленники											
Магнетит	–	14.32	2.64	39.17	44.78	0.44	–	–	–	–	–
Стекловатые полоски											
Стекло о. м.	77.52	–	12.81		0.33	–	0.01	0.48	7.75	0.49	Н. а.
Анортоклаз	68.72	0.01	18.38		0.52	0.02	–	1.18	8.30	2.97	»
Альбит	67.61	–	19.95		0.05	0.02	–	0.76	11.43	0.09	»
Магнетит	–	11.25	1.79		78.26	0.09	0.02	–	–	–	»
Фельзитовые полоски											
Ортоклаз	68.06	–	16.31		0.04	0.01	–	0.04	0.79	14.02	Н. а.
Кварц	99.66	–	0.05		0.02	–	–	–	–	0.01	»
Магнетит	5.56	9.13	0.73		76.18	0.16	0.01	–	–	–	»
Кварцевые полоски											
Кварц	99.87	–	0.18		0.04	–	–	–	–	0.04	Н. а.
Эпидот	36.30	0.38	18.40		16.61	0.41	0.06	22.99	–	0.04	»

Примечание. Анализы пород выполнены в ДВГИ ДВО РАН (аналитик Л.А. Козлова). Состав минералов и стекла определен на микроанализаторе "Camebax" в Институте вулканологии ДВО РАН (аналитик В.А. Ананьев; железо дано в виде FeO). Прочерк – не обнаружено; н. а. – не анализировалось; о. м. – основная масса.

нии первично однородного, богатого летучими эвтектоидного расплава на натриевую (стекловатые полоски) и калиевую (фельзитовые полоски и ультракалиевые риолиты) фазы. Аналогичное магматическое расслаивание стекловатой основной массы на кварц-альбитовую и кварц-ортоклазовую составляющие наблюдалось в полосчатых кислых лавах Центрального Казахстана [2]. На наш взгляд, следует согласиться с авторами цитируемой работы, обосновавшими ликвационную природу подобного расслаивания кислых расплавов.

Приведенные особенности вещественного состава экструзивных риолитов позволяют рассмотреть механизм их дифференциации в близповерхностном магматическом очаге при извержении и остывании на дневной поверхности. Начальная стадия кристаллизации фиксируется нахождением в риолитах интрателлурических вкрапленников кварца, плагиоклаза и титаномагнетита. Их кристаллизация возможна лишь из однородного, отвечающего гранитной эвтектике, расплава при высокой активности воды и летучих кислотных компонентов [3]. Это подтверждается и положением состава риолитов на линии гранитной котектики (см. рис. 1). Выделение вкрапленников происходило в неглубоко залегающем магматическом очаге при относительно стабильных *PT*-параметрах, на что указывает отсутствие зональности в плагиоклазе и магнетите.

Наблюдаемое расслоение в риолитах характеризует стадию флюидно-магматической дифференциации расплава, обусловленную повышением флюидного давления ($P_{фл}$) в магматической системе до критического, приводящего к извержению. Как показали исследования [3 - 5 и др.], возрастание $P_{фл}$ значительно понижает температуру эвтектики силикатных систем, что часто приводит к нестабильности и распаду неустойчивого в области надликвидусных куполов эвтектического расплава [6]. Следовательно, перед вулканическим извержением расплав в магматической камере находится в метастабильном состоянии и способен распадаться в зависимости от температуры и режима летучих. Последующее извержение и подъем кислой магмы к дневной поверхности способствует ее быстрому охлаждению, отделению летучих соединений и возрастанию вязкости. Как показано в [7], быстрое охлаждение расплава вызывает ритмичный характер ликвационного расслаивания. Это, очевидно, отражается в ритмичной флюидально-полосчатой структуре риолитов. О магматической природе расслоенности свидетельствует характер флю-

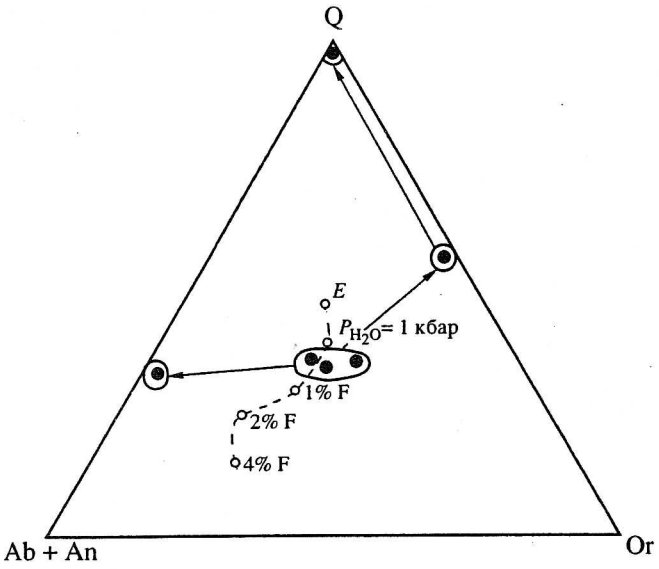

Рис. 1. Диаграмма нормативного минерального состава флюидальных лав риолитов и слагающих их полосок. Стрелками указано расслоение флюидального риолита на его составляющие в совокупности с данными состава пород экструзивного тела (по табл. 1). Штриховая линия соединяет эвтектические составы гранита: без летучих компонентов (*E*) и при P_{H_2O} = 1 кбар с добавлениями фтора (взято из [2]).

идальности – вертикальной, близкой к полосчатости в центральной части экструзивного тела и пологой, прихотливо изогнутой (складчатой) в лавовых потоках. Понижение температуры расслоенного расплава обусловливает дифференциальную подвижность магмы, выраженную в закаливании и последующем растаскивании в лавовом потоке более "сухих" высокотемпературных стекловатых натриевых полосок подвижной флюидонасыщенной калиевой фазой, переходящей в кварцевые полоски, характеризующие заключительную стадию дифференциации внедрившегося расплава.

Появление кремнесодержащих жидкостей в качестве остаточных расплавов или растворов гранитных магм различно и определяется флюидным режимом расплавов. В некоторых случаях возможно частичное расщепление кислых расплавов, отвечающих составу бинарных кварц-альбитовой и кварц-ортоклазовой эвтектик, на соответственно альбитовую (ортоклазовую) и кварцевую жидкости, как это описано в [2].

Экспериментальное изучение систем гранит–фторид–вода и гранит–хлорид–вода [4] показало возможность ослабления при остывании системы кремнекислого водно-солевого расплава–раствора, устойчивого до 200 - 300°С. В дальнейшем реальны преобразование обладающего высокой способностью к растворению кварца, рудных и силикатных минералов расплава–раствора в гидротермальный раствор и последующая его кристаллизация в материнской породе в виде кварцевых полосок и прожилков. В рассматриваемых риолитах о таком пути образования кварцевых полосок свидетельствует наличие в них вторичных и рудных минералов и постмагматические изменения фельзитовых и стекловатых полосок.

Рассмотренный механизм поверхностной дифференциации флюидонасыщенных кислых расплавов является весьма эффективным при формировании неоднородностей в кислых эффузивах. Очевидно, аналогичным путем формируются сферолоидные обособления в риолитах и кислых вулканических стеклах, фьямме в игнимбритах и расслоенные образования в близповерхностных гранитных телах.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код 93–05–14206).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Попов В.К.* Петрология палеоген-неогеновых вулканических комплексов Восточного Сихотэ-Алиня. Владивосток, 1986. 156 с.
2. *Маракушев А.А., Яковлева Е.Б.* // ДАН. 1992. Т. 324. № 4. С. 852 - 856.
3. *Эпельбаум М.Б.* Силикатные расплавы с летучими компонентами. М.: Наука, 1980. 254 с.
4. *Глюк Д.С., Труфанова Л.Г.* // Геохимия. 1977. № 7. С. 1003 - 1012.
5. *Рябчиков И.Д.* Термодинамика флюидной фазы гранитоидных магм. М.: Наука, 1975. 232 с.
6. *Новиков В.К.* // Расплавы. 1987. Т. 1. В. 2. С. 21 - 33.
7. *Маракушев А.А., Иванов И.П., Римкевич В.С.* // ДАН. 1981. Т. 258. № 1. С. 183 - 186.