

© О.Н. ВОЛЫНЕЦ, И.Н. БУШЛЯКОВ, Л.К. ВОРОНИНА

**ГАЛОГЕНЫ В СЛЮДАХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОД
КУРИЛО-КАМЧАТСКОЙ ОСТРОВОДУЖНОЙ СИСТЕМЫ***(Представлено академиком Л.В. Таусоном 14 XII 1988)*

Вопрос о роли летучих компонентов в генезисе магм островных дуг широко обсуждается в геологической литературе. К числу важнейших летучих элементов-минерализаторов принадлежат F и Cl, одним из главных минералов-концентраторов которых в магматических породах является слюда. Определения F и Cl выполнены рентгеноспектральным методом в слюдах из 83 образцов вулканических пород Курило-Камчатской островодужной системы. Среди позднекайнозойских вулканистов этого региона выделяется несколько петрохимических серий [1]: низкокалиевая, умереннокалиевая, известково-щелочная, высококалиевая, известково-щелочная и субщелочная, шошонит-латитовая, калиевых базальтоидов лампроитового ряда, щелочнооливин-базальт-трахит-комендитовая. В лавах низкокалиевой серии, а также умереннокалиевых лавах фронтальной зоны островодужной системы вкрапленники слюды не установлены. Однако они достаточно обычны в кислых и средних лавах умеренно- и высококалиевой серии тыловых зон Курил, Южной и Восточной Камчатки, умеренно- и высококалиевой серии Срединного хребта, щелочнооливин-базальт-трахит-комендитовой серии этого района, шошонит-латитовой серии Срединного хребта, Камчатского перешейка и Западной Камчатки. Кроме того они иногда встречаются в высококалиевых субщелочных базальтах Курил и Камчатки и широко распространены в трахибазальтах, субвулканических шонкинитах и сиенитах лампроитовой серии Западной Камчатки. Следует подчеркнуть, что если лавы низко-, умеренно- и высококалиевых серий всех районов, а также шошонит-латитовой серии Срединного хребта и Камчатского перешейка по своим геохимическим особенностям являются типично островодужными, то лавы щелочнооливин-базальт-комендитовой серии Срединного хребта, шошонит-латитовой и лампроитовой серии Западной Камчатки следует рассматривать как постсубдукционные и рифтогенные [1,2].

Содержания F и Cl в слюдах определены в Институте геологии и геохимии УрО АН СССР на микроанализаторе JXA-5. Методика определения изложена ранее [3]. В каждом образце исследовалось по 2—4 зерна слюды, причем в каждом зерне делалось по 3—10 определений. Последовательно подсчитывались средние концентрации сначала в отдельных зернах, потом по средним для зерен в каждом образце, наконец методом "среднего из средних" в породах каждой петрохимической серии конкретного района.

Вариации концентраций F и Cl как в отдельных зернах каждого образца, так и в отдельных образцах каждой серии значительны, что обусловлено прежде всего неравновесными условиями кристаллизации магмы. Полутора-двухкратная разница в концентрациях F и Cl в разных зернах одного образца обычна, а иногда она еще более высокая (в 3—5 раз). Отмечаются зональные зерна, в которых содержание F от центра к краевым зонам заметно уменьшается (в 3 раза и более в высококалиевых риолитах вулкана Большая Кетепана) или увеличивается (в

Т а б л и ц а 1

Концентрация галогенов в слюдах из позднекайнозойских вулканитов Курило-Камчатской островодужной системы

Район	Петрохимическая серия	Тип пород по SiO ₂	<i>n</i>	Фтор, мас. %	Хлор, мас. %	Хлор/фтор
Курильские острова	УК и ВК ИЩ	С, К	9	<u>0,07</u> 0,01–0,16	<u>0,15</u> 0,08–0,25	<u>2,14</u> 0,80–8,00
	ВК СЩ	О	2	<u>1,35</u> 1,23–1,47	<u>0,06</u> 0,06–0,06	<u>0,04</u> 0,04–0,05
Южная и Восточная Камчатка	УК и ВК ИЩ	К	11	<u>0,31</u> 0,02–0,098	<u>0,11</u> 0,05–0,16	<u>0,35</u> 0,16–2,50
	ВК СЩ	О	1	<u>0,93</u> –	<u>0,04</u> –	<u>0,04</u> –
Срединный Камчатский хребет	УК и ВК ИЩ	К	15	<u>0,56</u> 0,22–1,03	<u>0,07</u> 0,04–0,09	<u>0,13</u> 0,04–0,36
	ЩБТК	С, К	13	<u>0,74</u> 0,33–1,62	<u>0,04</u> 0,02–0,07	<u>0,05</u> 0,02–0,09
	ШЛ	К	4	<u>2,25</u> 1,41–2,88	<u>0,05</u> 0,03–0,06	<u>0,02</u> 0,02–0,02
Камчатский перешеек	ШЛ	С, К	3	<u>1,72</u> 0,55–3,87	<u>0,07</u> 0,04–0,10	<u>0,04</u> 0,03–0,11
Западная Камчатка	ШЛ	С, К	6	<u>0,37</u> 0,19–0,56	<u>0,03</u> 0,02–0,03	<u>0,08</u> 0,04–0,16
	КБ	О, С	19	<u>1,40</u> 0,65–2,48	<u>0,01</u> 0,00–0,03	<u>0,01</u> 0,00–0,03

П р и м е ч а н и е . Приняты следующие сокращения: ИЩ — умеренно- и высококалиевая известково-щелочная, ВК СЩ — высококалиевая субщелочная, ЩБТК — щелочнооливин-базальт-трахит-комендитовая, ШЛ — шшонит-латитовая, КБ — калиевая базальтоидная (лампроитовая) петрохимические серии; О — основные породы, С — средние, К — кислые породы. Числа над чертой — средние, под чертой — пределы содержаний; *n* — число образцов.

1,5 раза в кварцевых латитах Камчатского перешейка). Концентрация Cl при этом изменяется в том же направлении, но менее контрастно. Тем не менее средние концентрации F в слюдах из одного образца, рассчитанные по данным независимых одновременных контрольных определений, различаются не более чем в 1,2—1,5 раза, а средние концентрации Cl практически идентичны.

Несмотря на указанные вариации, в целом устанавливаются устойчивые различия содержаний F и Cl, а также величины Cl/F-отношений в слюдах из пород разных петрохимических серий (табл. 1). При этом с ростом калиевой щелочности пород от лав известково-щелочной серии к лавам шшонит-латитовой серии и калиевым базальтоидам лампроитовой серии в слюдах из них последовательно увеличиваются концентрации F, уменьшаются концентрации Cl и величины Cl/F-отношений. Размах концентраций F и Cl в слюдах из пород разных серий даже по средним значениям достигает 1,0—1,5 порядков. Вместе с тем слюды из лав одноименных петрохимических серий разных районов Курило-Камчатской островодужной системы могут заметно различаться по уровню содержания F и Cl, как, например, из средних—кислых лав умеренно- и высококалиевой известково-щелочной серии Курил, Южной и Восточной Камчатки и Срединного хребта.

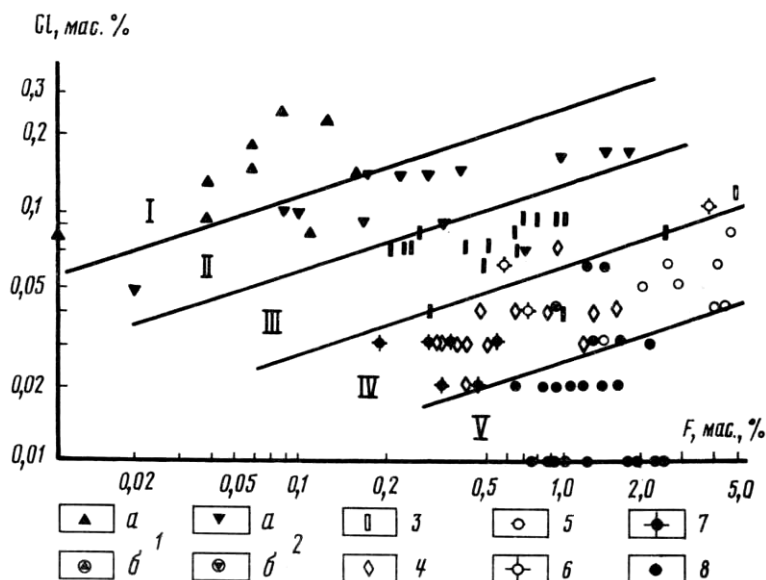


Рис. 1. Соотношение Cl и F в слюдах. I - Курильские острова: а, б - средние и кислые породы умеренно- и высококаалиевой известково-щелочной серии соответственно; 2 - Южная и Восточная Камчатка: а - кислые породы умеренно- и высококаалиевой известково-щелочной серии, б - основные породы высококаалиевой субщелочной серии; 3-5 - Срединный Камчатский хребет: 3 - кислые породы умеренно- и высококаалиевой известково-щелочной серии, 4 - средние и кислые породы щелочнооливин-базальт-трахит комендитовой серии, 5 - кислые породы шошонит-латитовой серии; б - Камчатский перешеек: средние и кислые породы шошонит-латитовой серии; 7, 8 - Западная Камчатка: 7 - средние и кислые породы шошонит-латитовой серии, 8 - основные и средние породы калиевой базальтоидной (лампроитовой) серии. I-V - поля составов слюд из лав разных районов и петрохимических серий

Различаются по содержанию F и Cl и слюды из основных—кислых пород одной серии или близких по щелочности серий одного района. Так, слюды из базальтов высококаалиевой субщелочной серии Курил и Восточной Камчатки имеют значительно более высокие концентрации F и меньшие Cl, чем слюды средних — кислых лав умеренно- и высококаалиевых известково-щелочных пород этих районов. Однако в сложно построенных телах калиевых базальтоидов Западной Камчатки наблюдается закономерное возрастание концентраций F (при практически постоянном Cl) от более основных к более кислым (и содержащим больше калия) дифференциатам: в среднем ~1,1—1,2% в трахибазальтах и шонкинитах, ~1,4% в сиенитах с базальтовым уровнем содержания SiO₂ и ~1,6—1,7% в сиенитах с андезитовым уровнем содержания SiO₂.

На графике парной корреляции концентраций F и Cl в слюдах (рис. 1) можно выделить несколько полей по вещественному составу пород и региональному признаку. Поля I—III отвечают слюдам средних и кислых пород известково-щелочной серии, развитых в разных районах Курило-Камчатской островодужной системы (I - Курилы; II - Южная и Восточная Камчатка, III - Срединный Камчатский хребет), поле IV объединяет слюды средних и кислых лав субщелочных и щелочных серий, и, наконец, поле V соответствует слюдам калиевых базальтоидов лампроитовой серии. От I к V полю в слюдах в целом растет концентрация F и уменьшается Cl, однако в пределах каждого поля концентрации F и Cl изменяются в общем прямо пропорционально.

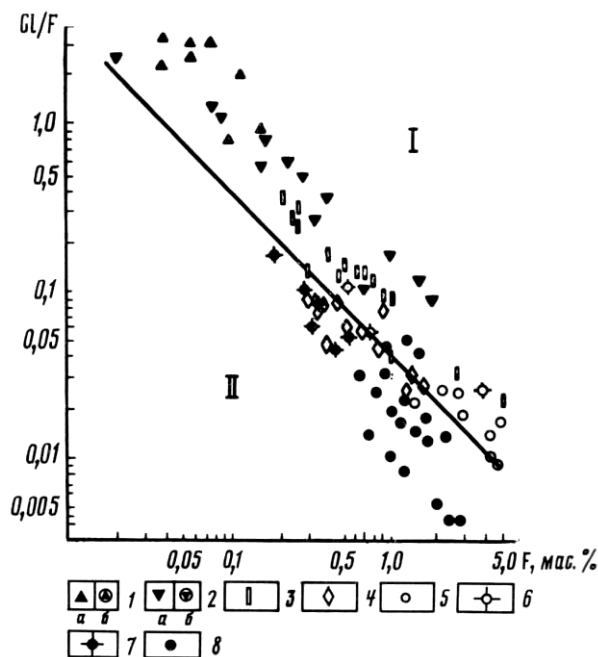


Рис. 2. Соотношение величины Cl/F -отношения и содержания F в слюдах. 1-8 - то же, что на рис. 1. I, II - поля слюд из пород островодужных (I) и неостроводужных (II) серий

Различия слюд по концентрации F и Cl как из разных по щелочности серий, так и из одноименных известково-щелочных серий разных участков Курило-Камчатской островодужной системы обусловлены в первую очередь уровнем концентрации этих элементов в магматическом очаге. При известном коэффициенте распределения в парах расплав—флюид и слюда—расплав [4—6] можно в первом приближении оценить концентрацию галогенов в расплаве, а отсюда и дать оценку потенциальной рудоносности вулканитов — на фторофильный или хлорофильный комплексы рудных элементов.

В этом смысле примечательно, что слюды из лав собственно островодужных вулканических серий по сравнению со слюдами неостроводужных вулканических серий имеют более высокие концентрации Cl и характеризуются более высокими Cl/F -отношениями при равных концентрациях F (рис. 2). Граница между теми и другими проходит по содержанию $Cl \approx 0,4\%$. Ранее предполагалось [1, 2], что в составе флюида, с участием которого формируются островодужные магмы, принимают участие летучие, высвобожденные при дегидратации субдуцируемой плиты и в известной мере обогащенные компонентами морской воды (в том числе и Cl). Данные о вариациях содержания Cl и величины Cl/F -отношения в слюдах не противоречат этому предположению. С другой стороны, последовательное увеличение концентраций F и уменьшение Cl и величины Cl/F -отношений в слюдах из средних—кислых лав одновозрастных известково-щелочных серий от Курил через Восточную и Южную Камчатку к Срединному хребту (табл. 1, рис. 1) может быть обусловлено приуроченностью их к областям с различным составом субстрата на месте магмообразования. В то же время эта закономерность может отражать изменение состава флюидов (в частности, уменьшение доли компонентов морской воды) при последовательной стабилизации Курило-Камчатской островодужной системы.

Таким образом, состав и концентрации летучих элементов в минералах могут быть использованы при реставрации геодинамических обстановок формирования вулканитов.

Институт вулканологии
Дальневосточного отделения Академии наук СССР
Петропавловск-Камчатский
Институт геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого
Уральского отделения Академии наук СССР
Свердловск

Поступило
19 XII 1988

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вольнец О.Н., Флеров Г.Б., Шанцер А.Е., Мелекесцев И.В.* В кн.: Петрология и геохимия островных дуг и окраинных морей. М.: Наука, 1987, с. 56-85. 2. *Вольнец О.Н., Антипин В.С., Аношин Г.Н., Перепелов А.Б.* В кн.: Геохимическая типизация магматических пород и их геодинамика. Иркутск, 1987, с. 34-55. 3. *Вилисов В.А., Ильин Н.П.* - ЖАХ, 1980, т. 35, вып. 8, с. 1530-1539. 4. *Когарко Л.Н., Кригман Л.Д.* Фтор в силикатных расплавах и магмах. М.: Наука, 1981. 125 с. 5. *Бушляков И.Н., Холоднов В.В.* Галогены в петрогенезисе и рудоносности гранитоидов. М.: Наука, 1986. 192 с. 6. *Shinohara H., Iiyata J.T., Matsuo S.* - C.R., 1984, vol. 298, Ser. 11, № 17, p. 741-743.