

УДК 550.4+546.81

ГЕОХИМИЯ

Р. Д. ГАВРИЛИН, В. Н. ВОЛКОВ, Е. В. НЕГРЕЙ,
В. С. КОРЖАНОВСКАЯ

ОЛОВО В ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ГРАНИТНОГО ИНТРУЗИВА

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 7 VIII 1973)

В отношении олова отсутствуют прямые наблюдения о его распределении в значительных по вертикальному размаху сечениях в апикальных частях гранитных интрузивов. Существующие данные противоречивы и основаны на сопоставлениях различных интрузивных тел с различным эрозионным срезом. Такое сопоставление требует многих допущений и не дает однозначно трактуемых результатов. В данной статье рассматривается первичное распределение Sn на примере вертикальных разрезов Раумидского массива (хр. Рушанский, Памир).

Массив (95 км^2) является штоком с пологой, в значительной степени эродированной кровлей. Он сложен гранитами шести последовательных фаз внедрения, представленных близкими по составу порфировидными лейкоократовыми биотитовыми гранитами ильменит-монацитового типа. Амплитуда вертикального вскрытия массива от кровли до нижних обнажений гранитов составляет 2–2,1 км, а для отдельных фаз несколько меньше (табл. 1). Подробно геология и вещественный состав гранитов массива описан в предыдущей статье авторов ⁽¹⁾.

Интрузивные фазы массива относятся к двум этапам внедрения: первый — фазы I, II и III; второй — фазы IV, V и VI, из которых фазы II и IV являются главными, а III, V и VI — дополнительными.

В отличие от остальных фаз массива I фаза слагает ряд разобщенных выходов около контактов с вмещающими породами и представляет собой зону охлаждения. В ней отмечаются ксенолиты глубинных и местных пород, а сами граниты несут слабо выраженные признаки гибридизма, и количество биотита в них повышается в среднем до 7% по сравнению с 1–4% в остальных фазах.

Граниты всех фаз сохраняют постоянство минерального, количественно-минерального и химического состава вне зависимости от гипсометрического уровня опробования ⁽¹⁾. Они практически не изменены автометасоматическими процессами. По содержанию олова граниты Раумидского массива относятся к «металлогенически неспециализированным» на этот элемент ⁽²⁾.

Олово определяли спектральным методом на дифракционном спектрографе «Beird» с дисперсией во втором порядке $2,75 \text{ \AA/mm}$ (чувствительность $5 \cdot 10^{-5} \%$, ошибка $\pm 10-15 \%$); фтор — спектральным методом на плазмотроне в концентрациях $1 \cdot 10^{-2} - 1 \%$ с коэффициентом вариации 16% ⁽³⁾. Результаты определения Sn и F представлены в табл. 1, и их анализ позволяет сделать следующие выводы.

1. В интрузивах II и IV фаз, являющихся главными по объему в каждом из этапов внедрения, Sn обнаруживает слабо выраженную тенденцию к накоплению к верхним частям разреза, близкую к полуторакратной по отношению к его концентрациям в нижних частях интрузивных тел. Коэффициент корреляции (r) между абсолютными отметками опробования и содержаниями Sn по II фазе равен $+0,59 \pm 0,19$, а в IV фазе $+0,70 \pm 0,2$. Ту же тенденцию обнаруживает и F (во II фазе $r = +0,68 \pm 0,15$; в IV фазе

Таблица 1 *

ВЫСОТА, м	I фаза		II фаза (главная)		III фаза (дополнит.)		IV фаза (главная)		V фаза (дополнит.)		VI фаза (дополнит.)		
	В	Э	В	Э	В	Э	В	Э	В	Э	В	Э	
5200	3,8 31		8,2 27										
4900		6,6 (2) 29 (2)		6,0 14							15 19		
4800													
4700	5,1 (3) 24 (2)		10,6 (2) 21 (2)	6,4 (2) 24 (2)			12 18				5,6 13	12,7 (3) 20 (3)	
4600	6,6 23		9,7 (2) 22 (3)		7,0 11			1,8 16	11 (2) 18 (2)			10,2 (2) 21 (2)	15 (2) 20 (3)
4500	5,5 (2) 16 (2)		5,4 (2) 15 (3)				6,5 (2) 11 (2)				11 15	6,8**** 12	
4400			8,2(2)** 35 (2)				12 21	6,3 (3) 22 (3)	5,8 14	7,2 (2) 18 (2)	13 15		
4300			8,4 16	4,6 11			5,6 12	7,4 14	12 15	4,5 (3) *** 17 (3)	5,4 14	8,8 (2) 12 (2)	
4200	6,8 23		5,6 23 (2)	3,6 (2) 20 (2)				9,4 12	5,4 (2) 11 (2)				
4100		5,2 15	5,4 (2) 17,2	3,9 26	2,8 9,6		5,2 14		8,1 (2) 10 (2)			7,0 14	
4000			3,8 19		4,3 6,2		4,7 13			5,3 (2) 6,0 (2)			
3900			4,7 14 (3)							4,2 (2) 7,2 (2)			
3800					8,4 13					4,9 (2) 10 (2)			
3700			4,7 (3) 12 (3)			3,9 (2) 6,1 (2)				5,2 10	3,9 (2) 10,2		
3600										4,4 7,9			
3500			6,2 11				4,2 8,6		1,8 8,0				

* В — внутренняя часть интрузива, Э — эндоконтактовая. Над чертой — Sn (г/т), под чертой — F ($n \cdot 10^{-10} \%$). В скобках — число образцов.

** Проба, богатая шлирами биотита.

*** В пробах, богатых шлирами биотита, $\frac{10,1 (2)}{36 (2)}$.

**** В пробе, богатой шлирами биотита, $\frac{9,6}{17}$.

$+0,64 \pm 0,21$). В дополнительных интрузивных фазах проявляется та же тенденция, что и в главных фазах; значения r для Sn в V фазе $+0,77 \pm 0,12$, в VI фазе $+0,85 \pm 0,11$; для F в V фазе $+0,80 \pm 0,11$, в VI фазе $+0,82 \pm 0,13$.

В ходе камерной дифференциации (главная фаза — дополнительная фаза) проявляется двоякая тенденция в поведении этих элементов. В одних случаях (например, IV и V фазы) не наблюдается обогащенности оловом и фтором дополнительной фазы по отношению к главной, в то время как в VI*, дополнительной, фазе обогащенность оловом по сравнению с IV фазой выражена отчетливо, причем повышение концентрации Sn в последнем случае не связано с изменением вещественного состава гранитов и, вероятно, обусловлено режимом флюида. В целом по всем перечисленным фазам низкие гипсометрические уровни интрузивных тел отли-

* Пластообразный интрузив VI фазы опробован в своей нижней части.

чаются более низкими концентрациями Sn и F, чем верхние. Коэффициент корреляции (r) Sn—F в гранитах внутренних частей интрузивов этих фаз (II $+0,34 \pm 0,2$; III $+0,74 \pm 0,19$; IV $+0,88 \pm 0,08$; V $+0,53 \pm 0,17$; VI $+0,61 \pm 0,20$) указывает на совместную миграцию олова и фтора, возможно в виде соединений SnF_4 или комплексных. Однако значительно более высокие концентрации фтора ($n \cdot 10^{-1} - n \cdot 10^{-2} \%$), чем олова ($n \cdot 10^{-4} \%$) показывают, что F в основной своей массе не связан в соединениях с Sn и его поведение в гранитном расплаве должно быть независимым от олова.

2. В гранитах I фазы концентрация Sn в большей части ее разреза близка к постоянной и лишь уменьшается у самой кровли (коэффициент корреляции между высотой опробования и содержанием олова $r = -0,92 \pm 0,07$). Фтор обнаруживает тенденцию к накоплению в верхней части интрузива этой фазы ($r = +0,69 \pm 0,24$), что можно рассматривать как указание на независимое в некоторой степени поведение Sn и F при кристаллизации гранитов I фазы.

3. Эндоконтактовые фации, относящиеся к зонам несколько более быстрого охлаждения, чем внутренние фации тел, не сопровождающиеся изменением вещественного их состава, в целом отличаются пониженными концентрациями олова по сравнению с гранитами внутренних частей тел на том же гипсометрическом уровне. Возможно, это связано с более ранним прекращением миграции оловосодержащих флюидов в эндоконтактах. В то же время содержания фтора в последних близки к его содержаниям в гранитах внутренних частей интрузивов. В участках эндоконтактов, где появляются шлиры биотита (см. табл. 1), установлены повышенные содержания Sn и F по сравнению с эндоконтактами, где шлиры биотита отсутствуют, что естественно, так как в них увеличивается содержание биотита — минерала-концентратора этих элементов.

Таким образом, изучение распределения олова в вертикальных разрезах сложного массива лейкократовых гранитов показало тенденцию к его накоплению к апикальным частям интрузий. Фтор, обнаруживая ту же тенденцию, вместе с тем нередко ведет себя отличично от олова, в первую очередь — в случае более быстрого охлаждения (эндоконтактовые фации, I интрузивная фаза). Приведенные данные указывают на участие Sn и F в магматических флюидах или сквозьмагматических растворах (4).

В заключение считаем приятным долгом выразить благодарность Е. Н. Савиновой и Т. П. Андреевой за анализ пород на фтор.

Институт геохимии и аналитической химии
им. В. И. Вернадского
Академии наук СССР

Поступило
3 V 1973

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

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Р. Д. Гаврилин, В. Н. Волков и др., Геохимия, № 2 (1972). ² В. Л. Барсуков. Сборн. Химия земной коры, т. 2, «Наука», 1963. ³ Е. Н. Савинова, А. В. Карякин. ЖАХ, т. 25, в. 7 (1970). ⁴ Д. С. Коржинский, В кн. Магматизм и связь с ним оруденения, Изд. АН СССР, 1955.