

Р. Д. ГАВРИЛИН, В. Н. ВОЛКОВ, Е. В. НЕГРЕЙ, О. А. ДЕВИНА

ФОСФОР В ВЕРТИКАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЯХ АПИКАЛЬНОЙ ЧАСТИ ГРАНИТНОГО ИНТРУЗИВА

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 31 V 1972)

Наши данные о геохимии фосфора — одного из компонентов анионной части гранитного расплава — крайне скудны ⁽¹⁾ и основаны главным образом на общих закономерностях химии фосфора и немногочисленных результатах физико-химических экспериментов ⁽²⁾. Существуют предположения об участии этого элемента и его соединений в летучих погонах гранитных магм ⁽³⁾. Однако прямые данные, указывающие на характер миграционной способности фосфора в гранитном расплаве и его присутствие в магматических флюидах или сквозьмагматических растворах ⁽⁴⁾, отсутствуют. В некоторой степени этот пробел восполняется в данной статье, в которой рассматривается первичное распределение фосфора в вертикальных сечениях сложного гранитного тела на примере глубоко вскрытого палеогенового Раумидского массива на Памире (Рушанский хребет).

Постскладчатый Раумидский массив (95 м²) сложен гранитами шести последовательных фаз внедрения ⁽⁵⁾, представленных близкими по составу порфировидными лейкократовыми биотитовыми гранитами. Массив в целом имеет форму штока с крутыми боковыми контактами и пологой куполообразной кровлей, эродированной в центральной части. Амплитуда вертикального вскрытия массива от реликтов кровли до нижних обнажений гранитов составляет 2–2,1 км, а для отдельных фаз и их частных разрезов по отдельным долинам — несколько меньше (табл. 1). Опробованием

Таблица 1

Химический состав гранитов второй и пятой фаз в вертикальном разрезе (%)

Окисел	Вторая фаза							Пятая фаза					
	№ 881-1 3600 м *	№ 937-1 3600 м	№ 837-1 3800 м	№ 886-1 4000 м	№ 929-1 4100 м	№ 928-1 4300 м	№ 934-1 4700 м	№ 939-2 3700 м	№ 858-1 3800 м	№ 968 4000 м	№ 859-1 4100 м	№ 834-1 4400 м	№ 942-1 4600 м
SiO ₂	75,80	75,58	75,09	75,31	75,27	75,37	75,64	75,86	75,40	76,01	75,02	76,45	76,08
TiO ₂	0,06	0,16	0,06	0,06	0,15	0,14	0,13	0,10	0,09	0,08	0,05	0,08	0,05
Al ₂ O ₃	12,22	12,25	12,22	12,60	12,60	12,59	12,24	12,76	12,56	12,59	12,89	12,41	12,37
Fe ₂ O ₃	0,37	0,59	0,04	0,02	0,77	0,62	1,18	0,58	0,56	0,25	0,58	0,59	0,78
FeO	1,21	0,98	1,62	1,44	0,91	1,00	0,80	0,67	0,84	0,63	0,67	0,49	0,71
MnO	0,02	0,04	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	Сл.	0,04	0,04	0,18
MgO	0,42	0,20	0,21	0,42	0,09	0,08	0,07	0,37	0,08	0,11	0,25	0,49	0,15
CaO	1,33	1,02	1,62	1,48	0,89	0,99	0,81	0,87	0,80	1,03	0,81	0,88	0,81
Na ₂ O	3,56	3,63	3,61	3,67	3,64	4,00	3,55	3,64	3,94	3,80	4,06	3,34	3,86
K ₂ O	4,38	4,38	4,31	4,50	4,52	4,23	4,35	4,58	4,71	4,51	4,51	4,25	4,41
H ₂ O ⁻	0,03	0,17	0,03	0,07	0,19	0,31	0,25	0,16	0,19	0,29	0,26	0,22	0,20
H ₂ O ⁺	Не	0,51	Не	опред.	0,38	0,46	0,39	0,53	0,33	Не	0,46	Не	0,59
	опр.								опр.			опр.	
CO ₂	То же	0,45	»	»	0,11	0,27	0,35	0,12	0,16	То же	0,13	То же	0,10
S _{общ}	То же	0,02	»	»	0,02	0,02	0,03	0,03	Не	0,00	0,02	0,02	0,00
									обн.				
P ₂ O ₅	0,05	0,03	0,0	0,03	0,04	0,0	0,04	0,04	0,03	Не	0,03	0,01	0,04
										опр.			
П. п. п.	0,65	—	0,89	0,58	—	—	—	0,0	0,0	0,52	0,42	0,58	0,00
Σ	100,10	100,02	99,69	100,20	99,63	100,24	99,90	100,35	99,74	99,82	99,90	99,85	100,32

* Для каждой пробы указана абсолютная высота.

Таблица 2

Распределение фосфора в гранитах вертикальных сечений различных фаз
Раумидского массива (главная фация)

Абс. высота м	Вторая фаза				Пятая фаза				
	разрез Мауджикен		разрез Нирв		разрез Ухтон		разрез Нирв		
	№ пробы	P, 10 ⁻³ %	№ пробы	P, 10 ⁻³ %	№ пробы	P, 10 ⁻³ %	№ пробы	P, 10 ⁻³ %	
4700	961-4	17	} 17		860-2a 942-1	11 9	} 10		
	934-1	17							
4600	933-1	23							
4500	921-1	17	} 15						
	921-5	12							
4400			} 20	828-6	14			115	7
4300	928-1	18		839-1a	21			114	8
	927-1	22							
4200			} 21	838-5	110 335-1	7 6		969	6
4100	886-1	21							
	929-1	20							
4000			} 24	844-1	15			968	7
3900	930-1	23						113	9
	887-1	25						967	11
3800			} 21		ПЗЗ	14		313-1	10
3700	937-1	20							
3600	936-1	21							
3500				829-1	24			ПЗ	12

охвачены наиболее протяженные по вертикали тела гранитов второй и пятой фаз.

Граниты второй фазы слагают шток с пологой кровлей, приуроченной к внутренней части массива и составляющей около 56% его объема. Пятая фаза относится к категории дополнительных интрузивов по терминологии В. С. Коптева-Дворникова ⁽⁶⁾ и представлена небольшим штокообразным телом, не превышающим 7% от объема массива.

Детальные петрографические наблюдения показали, что минеральные составы гранитов каждой из фаз массива близки между собой и во второй и пятой фазах соответственно равны (об.%): кварц 35,5—34,5; калишпат 31 и 32,1; плагиоклаз (в разных генерациях — № 18—25) 29,3—30 и биотит 4—2,7. Химический состав гранитов обеих фаз также близок. Силикатные анализы гранитов, взятых с разных гипсометрических уровней в обеих интрузивных фазах, обнаруживают выдержанность их состава (см. табл. 1). Граниты вторичными процессами практически не изменены.

Вертикальные разрезы в каждой фазе приходились с таким расчетом, чтобы они с наибольшей вероятностью отвечали отвесному направлению в интрузивах. Во второй фазе разрез по р. Мауджикен пройден в центральной части интрузива и представляет главную его фацию. Разрез по р. Нирв расположен в 4 км северо-восточнее первого разреза и находится ближе к контакту интрузива с вмещающими породами, характеризуя те же по составу граниты, но переходные от главной фации к эндоконтактовой. В эндоконтактах второй фазы происходит лишь уменьшение зернистости гранитов. Разрезы в интрузиве пятой фазы по долинам рек Ухтон и Нирв относятся к главной фации и отстоят в 2 км друг от друга.

Фосфор определялся колориметрическим методом в азотнокислом растворе в виде фосфорномолибденово-ванадиевого комплекса. Точность определения $\pm 10\%$, чувствительность $2 \cdot 10^{-3}\%$. Результаты определения фосфора в гранитах Раумидского массива представлены в табл. 2. Их анализ позволяет сделать следующие выводы:

1. В вертикальных сечениях всех четырех разрезов устанавливается небольшое, но устойчивое уменьшение содержания фосфора по направлению к апикальным частям интрузивных тел. В разрезе по р. Нирв (вторая фаза) это уменьшение затушевывается флюктуациями содержания фосфора в верхней части разреза.

2. В горизонтальных сечениях при переходе от пород главной фации по направлению к эндоконтактовой происходит незначительное уменьшение концентраций фосфора. Концентрации его в отдельных точках этого разреза ниже, чем в апикальной части разреза главной фации. Таким образом, проявляется общая тенденция обеднения фосфором внешних частей интрузивных тел — апикальных и эндоконтактовых.

3. С переходом от пород ранней фазы (вторая) к поздней (пятая) содержания фосфора уменьшаются почти в 2 раза.

4. В описываемых гранитах фосфор фиксируется в апатите и в значительно более редких ксепотите и монаците. Микроскопические исследования показали, что выделение апатита приурочено к поздней стадии кристаллизации гранитов и происходит одновременно с биотитом, когда выпадает почти вся масса фосфора породы. Место в структуре гранитов ксенопита и монацита неизвестно, но благодаря очень малому их содержанию они не вносят существенной доли в общий баланс фосфора. Количество апатита в вертикальных сечениях второй и пятой фаз уменьшается вверх по разрезу (⁷). Соответствие в характере распределения фосфора и его минеральной фазы — апатита показывает, что в гранитном расплаве отсутствует свободная подвижная форма этого элемента.

Поскольку расплавы дополнительных фаз образуются в глубинных частях интрузивных камер и отличаются пониженными концентрациями фосфора, можно предположить, что увеличение содержания этого химического элемента с глубиной характерно для апикальных частей интрузивов, а на более глубоких их уровнях возможны иные, в том числе и пониженные, содержания фосфора.

Институт геохимии и аналитической химии
им. В. И. Вернадского

Поступило
29 V 1972

Академии наук СССР
Москва

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ A. B. Vistelius, V. J. Hurst, Bull. Geol. Soc. Am., 75, № 11 (1964). ² О. А. Есин, П. В. Гельд, Физическая химия пирометаллургических процессов, ч. II, 1966. ³ S. R. Nockolds, J. Geol., 41, № 6 (1933). ⁴ Д. С. Коржинский, Изв. АН СССР, сер. геол., № 2 (1952). ⁵ В. Н. Волков, Бюлл. МОИП, отд. геол., № 5 (1970). ⁶ В. С. Коптев-Дворников, Изв. АН СССР, сер. геол., № 4 (1952). ⁷ В. С. Коптев-Дворников, В. Н. Волков и др., Сборн. Матер. II среднеазиатского регионального петрографического совещания, Душанбе, 1971.