

Разпределение на бария в калиевите фелдшпати и генезис на калиевофелдшпатовите впръследи в гранитоиди от Южна България

В. Арnaudов, Р. Арnaudова, Г. Панайотов

Геологически институт, БАН, 1118 София

V. Arnaudov, R. Arnaudova, G. Panaiotov — Barium distribution in K-feldspars and origin of K-feldspar phenocrysts in granitoids from South Bulgaria. The K-feldspar phenocrysts from the studied granitoids show higher barium content as compared to those in the groundmass. This indicates that they formed during the crystallization of the melt before the crystallization of the K-feldspar from the groundmass. Similar structural characteristics (identical triclinity and ordering) of the K-feldspar phenocrysts and of the K-feldspar from the groundmass witness close, mainly in respect of temperature, conditions of crystallization. The K-feldspar phenocrysts were formed relatively late, and were followed by the K-feldspar from the groundmass in a probably narrow temperature interval. The late crystallization of the K-feldspar phenocrysts is indicated also by the barium distribution (traced along profile lines by microprobe analyzer) in phenocrysts from granites which is quite different from barium distribution in intratelluric sanidine phenocrysts from volcanic rocks studied for comparison.

One of the main factors which control the content and distribution of barium in K-feldspars from the granitoids are the differentiation degree of the melt, resp. the variation of the barium concentration during the crystallization process of the feldspars, the amount of K-feldspar in respect of the other rock-forming minerals, and the existence of a phenocryst generation of K-feldspar.

Увод

Барият е един от основните геохимични индикатори, които се използват в последно време от някои изследователи (Иванов, 1980; Иванов, Чубаров, 1980; Mehnert, Vusch, 1981, 1985) при обсъждане условията и времето на образуване на калиевите фелдшпати в гранитоидите и пегматитите. Предпочитанията към бария се дължат преди всичко на спецификата на неговото геохимично поведение в гранитоидите, а не на последно място и на възможността, която дава микросондовият анализ за определяне съдържанието и разпределението му в отделни индивиди на калиевите фелдшпати.

В настоящата работа се разглеждат данните от сравнителното изследване на съдържанието на бария в калиевофелдшпатови впръследи и в калиев фелдшпат от основната маса на гранитоиди от Южна България и се прави опит за обясняване на техния генезис.

Калиеците фелдшпати са отделени от гранитни късове с тегло 300—600 g. Калиевофелдшпатовите впръследи (дължина над 1 cm) се изчукват от образците и след сдробяване на фракции с размери 0,25—0,125 mm и 0,125—0,063 mm се отделят от включените в тях скалообразуващи и акцесорни минерали чрез електромагнитна сепарация, флотация и тежки течности. Останалата част от скалата се натрошава и от нея по същия начин се отделя калиевият фелдшпат от основната маса. Това определение е до голяма степен условно, тъй като е трудно да бъдат отстранени напълно всички калиевофелдшпатови впръследи, още повече, че някои от тях имат размери, по-малки от 1 cm. Така че пробите, означени като „калиеви фелдшпати от основната маса“, съдържат и известно количество калиевофелдшпатови впръследи. Това се отнася особено за няколко проби (У-2067, У-2068, У-1473, У-1468, 1109), от които впръследите поначало не са отделяни.

Съдържанията на Ba, Sr и Rb са определени с рентгенов спектрометър VRA-2. Rb и Sr са анализирани по метода „линия—фон“ при корекция с постоянен еталон (А л е к с и е в и др., 1979). За количествено определяне на бария е използван набор от еталони, изготвени от богати на барий калиеви фелдшпати, предварително разредени с проби от магмени скали с установено ниско съдържание на барий. В получените смеси барият се определя рентгенофлуоресцентно по пътя на множествената регресия, а действителното съдържание на бария в калиевите фелдшпати се изчислява по математичен път. За сравнение са използвани някои международни стандарти за магмени скали — MAN, GA, GSN, G-2 и др.

Наборът от калиевофелдшпатови стандарти служи за постоянно еталониране и определяне на високите (>2000 g/t) съдържания на бария. Методът е разработен в Геологическия институт при БАН от Г. Панайотов и Й. Которова и е известен като „индиректен метод за определяне на барий в калиеви фелдшпати“.

Резултати и обсъждане

Изследваните порфиroidни гранити представляват предимно крайни фазиеси в големите интрузивни тела на т. нар. южнобългарски гранити. Групата на южнобългарските гранити обединява разновъзрастни (палеозой—терциер) гранитоиди, внедрени във високометаморфните (амфиболитов фазиес) комплекси на Южна България (А р н а у д о в а, А р н а у д о в, 1982). По състав това са предимно гранодиорити и гранити с преходи към кварцдиорити и левкократни двуслюдени гранити. Отделните плутони са изградени от средно- до едрозърнести гранити, всред които на места, обикновено в ендоконтактните зони, се срещат неравномерно разпределени калиевофелдшпатови впръследи с дължина 0,5—3 cm. В порфиroidните гранити от Пирин планина и Сакар планина се наблюдават своеобразни „гроздовидни“ струпвания от идиоформни, едри до 8—10 cm калиевофелдшпатови впръследи.

При досегашните геохимични изследвания на южнобългарските гранити са описани в общи черти основните закономерности в разпределението на Ba, Sr, Rb и някои други елементи — примеси в скалообразуващите минерали (А р н а у д о в и др., 1975, 1977; И в а н о в, А р н а у д о в а, 1980; А р н а у д о в а, А р н а у д о в, 1986; А р н а у д о в а, 1986). Настоящото изучаване засяга предимно съотношението между съдържанието на бария в калиевия фелдшпат от впръследите и от основната маса на порфиroidни южнобългарски гранити. Изследван е и порфиroidният (гранит южно от Трън, който се отнася към т. нар. старопланински калциевоалкални гранитоиди.

Резултатите от рентгенофлуоресцентния анализ (табл. 1) показват, че съдържанието на бария в калиевофелдшпатовите впръследи е значително по-високо, отколкото в калиевия фелдшпат от основната маса в съответните гранитоиди. Разликата между

Таблица 1

Разпределение на Ba, Sr и Rb (g/t) в калиевофелдшпатови впръслци (числител) и калиеви фелдшпати от основната маса (знаменател) от порфиroidни южнобългарски гранити

№ на образеца	Ba	Sr	Rb	K_{Ba}	K_{Sr}	K_{Rb}
1	2	3	4	5	6	7
Средногорски плутоны						
У-1383а	6870	440	385			
У-1383	3450	300	370	2,00	1,47	1,04
У-602а	9750	560	200			
У-600а	6295	585	275			
У-600	4380	390	460	1,44	1,50	0,60
У-600п	610	90	760			
Сакарски плутон						
У-2117а	6765	500	310			
У-2117	6230	500	280	1,10	1,00	1,10
Рило-Родопски батолит						
У-1392а	6905	500	465			
У-1392	3515	410	525	1,80	1,20	0,90
У-2067а	6465	660	275			
У-2067	4525	710	320	1,42	0,93	0,86
У-2068а	6590	645	390			
У-2068	4000	630	390	1,60	1,02	1,00
У-1915а	8895	895	290			
Калински плутон						
У-2100а	11255	775	230			
У-2100	7350	645	225	1,50	1,20	1,00
У-2101а	11075	735	230			
У-2101	7590	635	245	1,46	1,16	0,94
У-2111а	9635	640	280			
У-2110	3850	385	325	2,50	1,66	0,86
У-2112а	7575	555	280			
У-2112	3525	385	340	2,14	1,44	0,82
Барутин-Буйновски плутон						
У-1470а	6765	700	275			
У-1468	3805	715	245	1,77	0,98	1,12
У-1473а	7910	745	270			
У-1473	4125	690	260	1,92	1,08	1,04
Централнопиривски плутон						
У-1689а	4190	380	440			
У-1689	2555	380	450	1,64	1,00	0,98

Продължение на табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
$\frac{1109^a}{1109}$	$\frac{5385}{4050}$	$\frac{504}{420}$	$\frac{385}{400}$	1,33	1,20	0,96
$\frac{У-2125^a}{У-2125}$	$\frac{5385}{3835}$	$\frac{445}{540}$	$\frac{405}{425}$	1,40	0,82	0,95
У-1605 ^б	530	225	635			
Трънски плутон						
$\frac{У-1058^a}{У-1058}$	$\frac{9290}{4800}$	$\frac{955}{670}$	$\frac{605}{705}$	1,93	1,42	0,86

Обр. 600^п и У-1605^б — калиеви фелдшпати от пегматити

К — отношение на съдържанието на елемент в калиевофелдшпатовите впръслещи към съдържанието му в калиевия фелдшпат от основната маса

съдържанието на бария в двата фелдшпата от едни и същи образци в действителност трябва да бъде по-голяма, тъй като пробите от калиеви фелдшпати от основната маса съдържат и известно количество калиевофелдшпатови впръслещи. Отношението между съдържанието на бария във впръслещите и в калиевия фелдшпат от основната маса се изменя в гранитоидите от различните райони между 1,1 и 2,5; средна стойност за цялата съвкупност от гранити — 1,7. В същото време съответните отношения при стронция и при рубидия са близки до 1 (табл. 1); средна стойност за стронция 1,1; за рубидия 0,9. Следователно може да се говори за наличието на слаба тенденция към намаляване съдържанието на стронция и увеличаване съдържанието на рубидия в калиевия фелдшпат от основната маса.

Разликата между стойностите на отношенията на Ва, Sr и Rb в калиевия фелдшпат от впръслещите и от основната маса се обясняват логично с поведението на тези елементи при кристализацията на гранитната топилка; докато барият се концентрира предимно в калиевите фелдшпати, то носители на стронция са както калиевите фелдшпати, така и плагиоклазите, а на рубидия — слюдите (предимно) и калиевите фелдшпати.

Тенденцията към намаляване съдържанието на бария в по-късно образуваните калиеви фелдшпати в пегматити и гранитоиди е известна и отбелязана в работите на редица изследователи (Heier, Taylor, 1959; Лебедев, 1959; Таусон, 1977 и др.). Основен фактор, определящ тази тенденция, е намаляването на концентрацията на бария в топилката в процеса на кристализация и диференциация. Това обяснява по-високите му съдържания във впръслещите, образувани по-рано и при относително по-висока температура, в сравнение с калиевите фелдшпати от основната маса както във вулканските скали, така и в интрузивните гранитоиди.

Очевидно в нашите случаи по-високите съдържания на бария в калиевофелдшпатовите впръслещи от изследваните южнобългарски гранити в Средна гора, Рила, Родопите и Пирин, както и в гранита от Трънското Краище (У-1058) следва да се обяснят с по-ранното им образуване в сравнение с калиевия фелдшпат от основната маса.

Илюстрация на зависимостта на бариевото съдържание в калиевите фелдшпати от изменението на концентрацията на елемента в топилката в процеса на кристализация и диференциация е разпределението на бария между калиевите фелдшпати от Калинското гранитово тяло в Северозападна Рила планина.

Калинският интрузив (площ $\sim 75 \text{ km}^2$), силно удължен в посока север—юг, е изграден от едрозърнести гранити с преходи към гранодиорити в най-северната му част. В ограничени по площ участъци предимно в контактните зони се срещат редки

калиевофелдшпатови впръследи с едрина до 2,0—2,5 см. Калиевите фелдшпати както от основната маса, така и от впръслеците в северната половина на интрузива, северно от разломната зона по р. Бистрица, са ортоклази, докато в южната му част са микроклини (А р н а у д о в а, А р н а у д о в, 1986).

Калинският гранит се отнася към групата на нормалните калциевоалкални гранити с преобладаване на натрия над калия ($K_2O/Na_2O=0,76$). Установена е слаба диференциация, която се изразява главно в повишаване съдържанието на SiO_2 и алкалите, предимно за сметка на калия, в южната част на тялото, където се наблюдават участъци, изградени от едрозърнести левкократни гранити (А р н а у д о в а, А р н а у д о в, 1986). В същата посока се изменя и съдържанието на бария — сравнително по-високо в скалите с гранодиоритов (средно 940 g/t) и гранитов (средно 845 g/t) състав от северната част на тялото и относително по-ниско в по-левкократния гранит (средно 730 g/t) от южната част.

Съдържанието на бария в калиевите фелдшпати от северната половина на тялото варира от 3690 до 7590 g/t, средно съдържание 5545 g/t, а във фелдшпатите от южната половина — от 1920 до 6420 g/t, средно съдържание 3630 g/t (А р н а у д о в а, А р н а у д о в, 1986). Разпределението на бария в калиевия фелдшпат от впръслеците и от основната маса в четири образеца, съответно по два от всяка половина на Калинското гранитово тяло (табл. 1), показва, от една страна, влиянието на диференциацията на топилката, а, от друга, влиянието на изменението на концентрацията на бария в резултат на неедновременното кристализиране на двата калиеви фелдшпата. Може да се приеме, че впръслеците от северната половина на интрузива (У-2100^a и У-2101^a, табл. 1), образувани в недиференцирана, относително по-базична и съответно по-богата на барий топилка, са включили голяма част от съдържания се в нея барий. Но след тяхната кристализация топилката остава все още относително богата на барий, поради което и калиевите фелдшпати от основната маса (У-2100 и У-2101, табл. 1) имат сравнително високо бариево съдържание. Стойностите на отношението между съдържанието на бария в калиевия фелдшпат от впръслеците и от основната маса в изследваните образци са 1,46 и 1,53.

Концентрацията на бария в по-киселата, относително обогатена на SiO_2 , K_2O и флуиди (предимно вода) топилка, от която се е образувала левкократната разновидност на гранита от южната част на интрузива, е сравнително по-ниска, което се отразява съответно върху съдържанието на бария в калиевия фелдшпат както от впръслеците (У-2111^a и У-2112^a, табл. 1), така и от основната маса (У-2110 и У-2112, табл. 1). Тук в резултат на чувствителното обедняване на бария в последния етап на кристализация, когато се образува калиевият фелдшпат в основната маса, отношението между съдържанията му в двата фелдшпата достига до 2,5 (У-2111^a/У-2110).

Със сигурност може да се твърди, че калиевофелдшпатовите впръследи в изучените гранитоиди и от останалите райони в Южна България са кристализирали преди калиевия фелдшпат от основната маса, но данните, с които разполагаме, показват, че едва ли впръслеците могат да се разглеждат като интрателурични, т. е. образували се много по-рано от калиевия фелдшпат от основната маса, или по-скоро, едва ли разликата между температурите на кристализация на двата калиеви фелдшпата е била голяма.

За близките, преди всичко по отношение на температурата, условия на образуване на калиевия фелдшпат от впръслеците и от основната маса в различните гранитоидни тела свидетелствуват сходните им структурни характеристики — почти еднаква степен на триклинност и подреденост във всички изследвани образци (табл. 2).

Късно образуване на калиевофелдшпатови впръследи в границите на много малък температурен интервал, само 6 до 11°C, преди пълното затвърдяване на скалите, но при наличие на топилка не по-малко от 30—40% от първоначалния ѝ обем доказват Winkler и Schultes (1982) чрез експериментално топене на порфиroidни гранитоиди — монзогранити и гранодиорити.

Таблица 2

Съдържание на Al в тетраедричните позиции $T_1(o)$, $T_1(m)$, $T_2(o)$, $T_2(m)$ в калиевофелдшпатови върслоци (числител) и калиеви фелдшпати от основната маса (знаменател) от порфиридни южнобългарски гранити

№ на образеца	Рентг. трикл.	$T_1(o)$	$T_1(m)$	$T_1(o)+T_1(m)$	$T_2(o)=T_2(m)$
Средногорски плутони					
У-1383 ^a	0,95	0,99	0,01	1,00	0,00
У-1383	0,93	0,96	0,02	0,98	0,01
У-602	0,95	0,95	0,01	0,96	0,02
Сакарски плутон					
У-2117 ^a	0,88	0,94	0,02	0,96	0,02
У-2117	0,90	0,95	0,01	0,96	0,02
Рило-Родопски батолит					
У-1392 ^a	0,88	0,91	0,05	0,96	0,02
У-1392	0,80	0,90	0,05	0,95	0,025
У-2067 ^a	0,88	0,91	0,01	0,92	0,04
У-2067	0,86	0,88	0,00	0,88	0,06
У-2068 ^a	0,83	0,87	0,02	0,89	0,055
У-2068	0,76	0,85	0,07	0,92	0,04
У-1915 ^a	0,00	0,40	0,40	0,80	0,10
Калински плутон					
У-2111 ^a	0,93	0,94	0,00	0,94	0,03
У-2110	0,93	0,98	0,00	0,98	0,01
У-2112 ^a	0,88	0,93	0,02	0,95	0,025
У-2112	0,90	0,97	0,02	0,99	0,005
У-2100 ^a	0,00	0,38	0,38	0,76	0,12
У-2100	0,00	0,41	0,41	0,82	0,09
У-2101	0,00	0,39	0,39	0,78	0,11
Барутин-Буйновски плутон					
У-1470 ^a	0,78	0,87	0,05	0,92	0,04
У-1468	0,88	0,90	0,04	0,94	0,03
У-1473 ^a	0,85	0,90	0,01	0,91	0,045
У-1473	0,84	0,91	0,03	0,94	0,03
Централнопирински плутон					
У-1689 ^a	0,00	0,40	0,40	0,80	0,10
У-1689	0,00	0,39	0,39	0,78	0,11
1109 ^a	0,00	0,39	0,39	0,78	0,11
1109	0,00	0,38	0,38	0,76	0,12
У-1605 ^b	0,90	0,94	0,005	0,95	0,025
Трънски плутон					
У-1058 ^a	0,68	0,79	0,09	0,88	0,06
У-1058	0,76	0,86	0,08	0,94	0,03

У-1605^b — калиев фелдшпат от пегматит

Указание за късното образуване на калиевофелдшпатовите впръследи, последвани в рамките на вероятно малък температурен интервал от калиевия фелдшпат на основната маса, е разпределението на бария в калиевофелдшпатови впръследи от порфиroidните гранити от Пирин, изследвано с електронен микроанализатор. За сравнение са анализирани и калиевофелдшпатови впръследи от олигоценска риолит-порфирова дайка (У-1133), секуща гнайси източно от с. Добринище, Пирин планина, и от терциерни деленит-порфири (145), разкриващи се в района на в. Китка, Осоговска планина. Изменението на съдържанието на бария е проследено чрез сканиране по профилни линии, успоредни на осите a и c , в прерези (010), минаващи през централната част на кристалите. Две от профилните линии са с количествена оценка на разпределението на бария (фиг. 2). В отделни точки на калиевофелдшпатови впръследи от пирински порфиroidни гранити и от осоговски деленит-порфири е определен химичният състав (табл. 3).

Таблица 3

Химичен състав (%) на калиевофелдшпатови впръследи и калиеви фелдшпати от основната маса (рентгенов микроанализатор „Superprobe 733“)

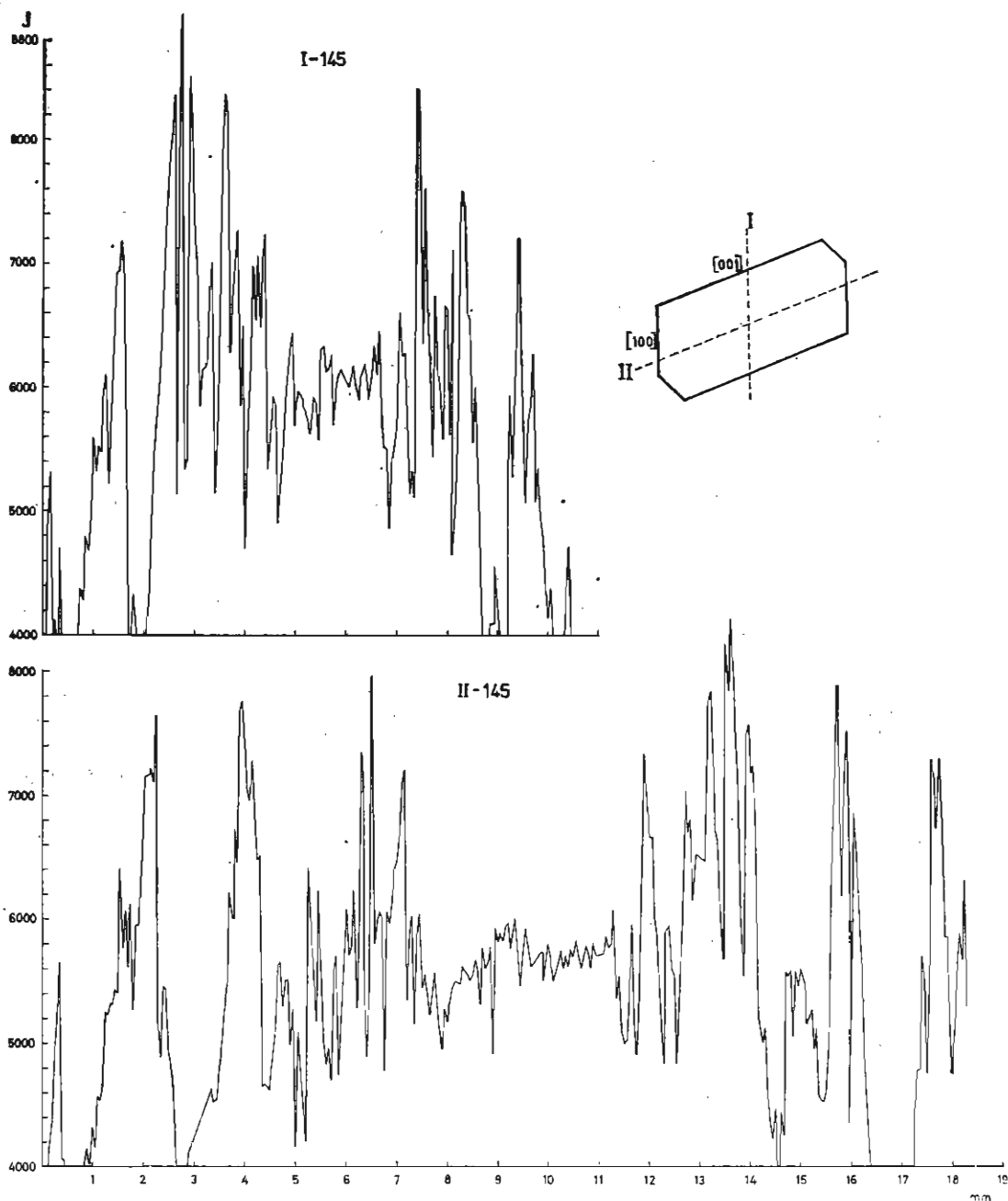
№ на образеца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	MnO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	BaO	Сума
1109 — впръслек											
Периферна зона	64,04	0,00	18,43	0,05	0,00	0,02	0,04	1,51	14,59	0,40	99,12
Централна зона	63,42	0,02	18,49	0,07	0,00	0,02	0,09	2,24	13,32	0,39	98,06
Периферна зона	64,21	0,05	18,29	0,08	0,00	0,00	0,00	1,18	14,90	0,51	99,22
1109 — осн. маса	62,07	0,01	20,37	0,07	0,00	0,00	0,04	0,30	15,79	0,18	98,85
У-1153 — впръслек											
Периферна зона	66,49	0,00	19,15	0,08	0,00	0,00	0,11	2,31	13,61	0,35	102,10
Централна зона	64,50	0,02	18,44	0,07	0,00	0,01	0,10	2,39	13,34	0,37	99,24
Централна зона	64,47	0,00	18,69	0,00	0,00	0,00	0,12	2,42	12,72	0,72	99,14
Периферна зона	65,67	0,00	18,49	0,00	0,00	0,00	0,24	2,91	12,20	0,52	100,03
У-1153 — осн. маса	66,72	0,00	18,82	0,03	0,00	0,00	0,11	1,88	13,98	0,39	101,93
У-1184 — впръслек											
Периферна зона	64,71	0,00	19,41	0,08	0,00	0,00	0,14	1,75	13,90	0,39	100,38
Периферна зона	65,31	0,02	19,44	0,06	0,00	0,01	0,10	2,51	13,37	0,28	101,10
145 — впръслек											
Централна зона	63,87	0,00	18,74	0,00	0,00	0,00	0,17	2,54	11,89	1,93	99,14

1109, У-1153, У-1184 — калиеви фелдшпати от порфиroidния гранит в Пирин

145 — калиев фелдшпат от деленит-порфири в Осогово

Аналитици: О. Димитров, Х. Нейков

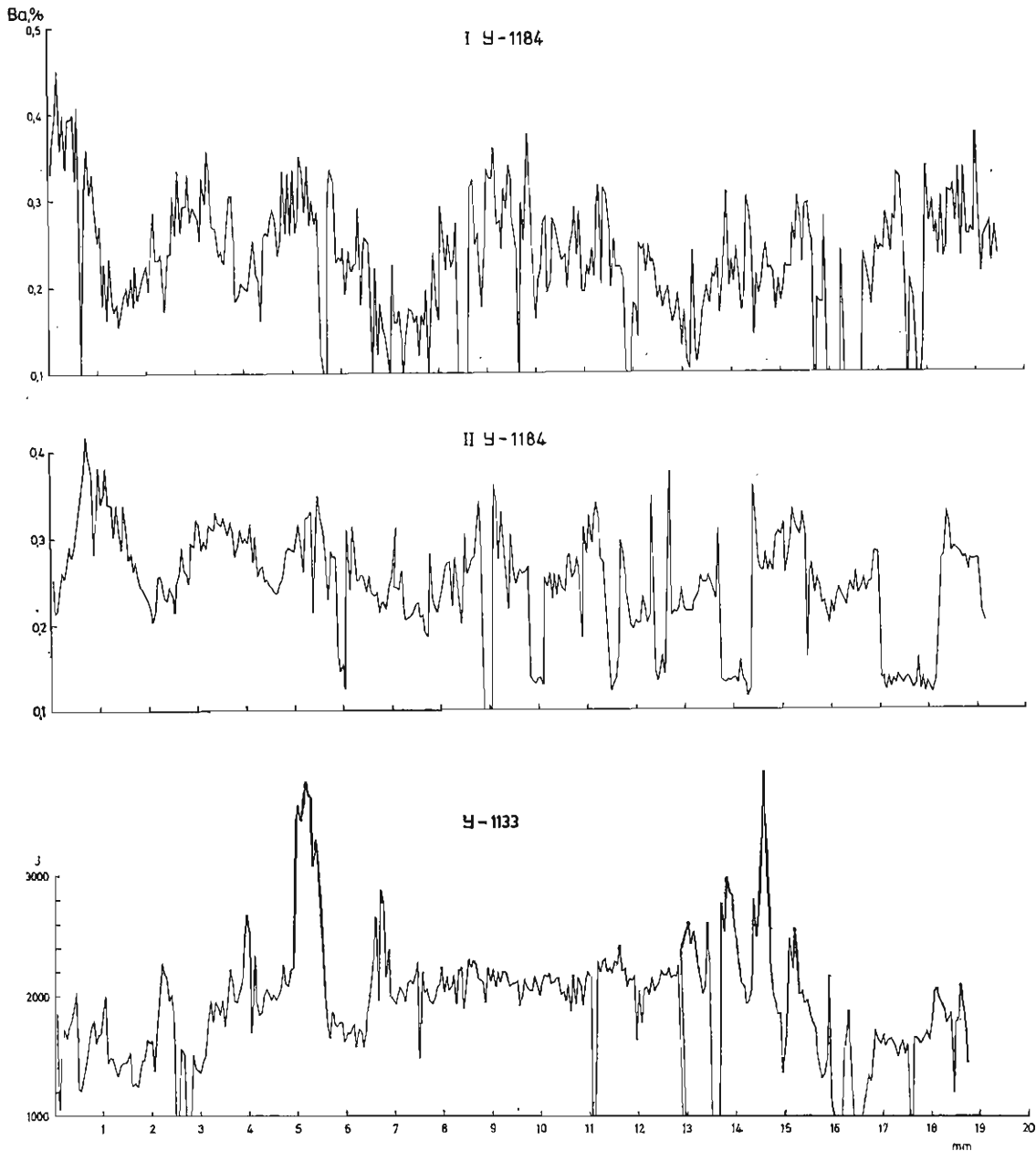
Кривата на разпределение на бария във впръслеците от вулканските скали (145, фиг. 1; У-1133, фиг. 2) показва някои общи черти. В централната част, обхващаща приблизително 1/2 от дължината на изследваните кристали, се очертава зона (ядро) с относително еднакво съдържание на барий, а от двете ѝ страни се наблюдават участъци с неравномерно, почти ритмично разпределение — редуване на много тесни (0,1—0,3 mm) зони с високи и ниски съдържания на барий (фиг. 1, У-1133, фиг. 2). Подобно разпределение на бария в калиевофелдшпатови впръследи от гранит и кварц-порфири от Шварцвалд, ФРГ, е описано от Mehnert и Busch (1981). Тези автори обясняват характера на разпределението на бария в случая с етапност в образуването на впръслеците. Ядрата на впръслеците се формират в спокойна, „интрателурична“ фаза на кристализация, когато съществува възможност за по-пълен йонообмен между растящите кристали и топилката. Вариациите в съдържанието на бария във външните зони, наподобяващи зоналното разпределение на анортитовия компонент в плагиоклазите, се тълкуват като резултат от бързо изменящите се условия на кристализация предимно от промяна на концентрацията на бария. По този начин може да се обясни разпределението на бария и в изследваните от нас калиево-



Фиг. 1. Разпределение на Ва в калиевофелдшпатов впръслек от деленит-порфири в Осогово:
 I—145 — профилна линия, успоредна на оста с
 II—145 — профилна линия, успоредна на оста а

фелдшпатови впръслечи (145, фиг. 1; У-1133, фиг. 2) от вулканските скали в Пирин и Осогово.

Калиевофелдшпатовите впръслечи от пиринския гранит се отличават от впръслечите във вулканските скали с неравномерно разпределение на бария по протежение



Фиг. 2. Разпределение на Ва в калиевофелдшпатови впръслци от риолитова дайка (У-1133) и порфирондния гранит (У-1184) в Пирин; профилни линии, успоредни на оста *a*

на целия профил на изследвания пререз (У-1184, фиг. 2; табл. 3). Не се установява наличието на ядро, следователно не може да се говори за етапност в растежа на впръслците както при „интрателуричните“ калиеви фелдшпати от ефузивните скали. Логично е да се приеме, че впръслците в гранита от Пирин са се образували в късния стадий на кристализация на гранита, в по-вискозна среда, при бързо променящи се условия, когато не може да се осъществи пълен йонообмен и да бъде достигнато равновесие между растящите кристали и вместващата среда.

Данните за характера на разпределението на бария в калиевофелдшпатовите впръслещи от пиринските гранити и съпоставянето им със съдържанията на бария в калиевия фелдшпат от основната маса свидетелствуват за късно (но в рамките на магмената кристализация) време на образуване на впръслещите. Те не подкрепят схващането на Д и м и т р о в а и С а р а ф о в а (1965, 1968) за формирането на порфиroidния faciес в пиринския гранит чрез ендобластеза. Механизмът на бластезата трудно може да обясни концентрирането на бария във впръслещите, образувани в резултат от „разтварянето и окрупняването на дребните ортоклазови зърна“, които се характеризират в действителност с по-ниско съдържание на барий.

Едва ли е удачно да се търси паралел и между процеса на образуване на калиевофелдшпатовите впръслещи и пегматитообразуването. Д и м и т р о в а и С а р а ф о в а (1968) смятат, че „локалните пегматоидни faciеси на порфиroidния гранит показват тясна връзка между калиевофелдшпатовата порфиробластеза и образуването на нетипични гнездообразни, или дифузионно разсеяни в гранита, относително по-високотемпературни пегматити, които несъмнено имат специфична структура и състав“. Подобни „гроздовидни“ струпвания от едри калиевофелдшпатови впръслещи, изграждащи до 70—80% от скалата, се описват в гранитоиди с аналогичен на пиринските гранити състав и от други автори (К е г г і с к, 1969), но това не са същински пегматити. В пиринските гранити, включително сред порфиroidните, се наблюдават, макар и рядко, типични, понякога диференцирани пегматитови жили с дебелина 2—3 до 15—20 cm, изградени от кварц, фелдшпати, биотит и акцесорни минерали — магнетит, апатит, циркон, ортит, рядко берил.

Ако наблюдаваните на места своеобразни струпвания от калиев фелдшпат в порфиroidния гранит от Пирин се приемат за пегматитови или пегматитоподобни образувания, би следвало да се очаква те да притежават някои от типичните черти на гранитните пегматити, особено по отношение на химизма и разпределението на елементите-примеси. Практически обаче, като се изключи повишеното количество на калиевия фелдшпат, тези образувания не се различават с нищо друго от нормалния порфиroidен гранит. Показателна в това отношение е пълната аналогия между съдържанието на някои елементи-примеси, като барий, стронций, рубидий, в калиевофелдшпатовите впръслещи на порфиroidния гранит и калиевия фелдшпат на т. нар. локални пегматоидни faciеси. В същото време съдържанията на бария, стронция и рубидия в калиев фелдшпат от пегматитова жила (У-1605^а), секуща порфиroidен гранит северно от с. Добринище, са коренно различни от съдържанията им във впръслещите на порфиroidния гранит и на локалните пегматоидни faciеси, но отговарят напълно на съдържанията и закономерностите в разпределението на тези елементи между фелдшпата на гранити и генетично свързани с тях пегматити (табл. 1).

Заключителни бележки

Разпределението на бария в калиевия фелдшпат от впръслещите и от основната маса на изследваните гранитоиди позволява да се приеме, че впръслещите са образувани при кристализация на магмена топилка. Характерът на разпределението на бария във впръслещите от пиринския гранит ги разграничава определено от санидиновите порфири в изследваните вулкански скали от Западна България. Очевидно е, че в случая не може да се предполага интрателуричен произход на впръслещите в гранита. Нещо повече, включването на скалообразуващи и акцесорни минерали от впръслещите и особено близките им структурни характеристики с калиевия фелдшпат от основната маса свидетелствуват за сравнително късното им образуване (Д и м и т р о в а, С а р а ф о в а, 1968), но във всички случаи преди това на калиевия фелдшпат от основната маса. Този извод се отнася и за изследваните калиеви фелдшпати от останалите порфиroidни гранити от Южна България.

Когато се говори за съдържанието на бария в калиевите фелдшпати на гранитоиди, трябва да се имат предвид някои предпоставки, от които зависи поведението на елемента във всеки конкретен случай.

Преди всичко изпъква кристалохимичната зависимост между бария и калия в силикатните минерали, и то най-вече в калиевите фелдшпати, които са основни носители на бария. При диференциацията на гранитната топилка в резултат на термохимичния ефект, определен от по-високата температура на топене на бариевия фелдшпат в сравнение с тази на калиевия фелдшпат, барият трябва да се концентрира в по-рано образуваните се калиеви фелдшпати (Т а у с о н, 1977). Нормално е следователно в една диференцирана гранитоидна редица съдържанието на бария да намалява към по-късните, по-левкократни разновидности, в които относително пък ще трябва да се увеличава съдържанието на рубидия. Изхождайки от тази основна тенденция в поведението на бария в гранитоидите, много изследователи определят като главен фактор, регулиращ съдържанието на елемента в калиевите фелдшпати, температурата на тяхното образуване. Този начин на тълкуване обаче не може да обясни многобройните несъответствия между съдържанието на бария и температурата на кристализация на калиеви фелдшпати в редица случаи.

Много по-съществен фактор, определящ съдържанието на бария в калиевите фелдшпати, е неговата концентрация по време на образуването им. Експериментално е доказано (L o p g, 1978), че съдържанието на бария в калиевите фелдшпати се влияе на първо място от концентрацията му в топилката и много по-малко от изменението на температурата.

Разликата между температурите на образуване на две генерации калиев фелдшпат, кристализирали от една и съща топилка, може да е минимална — 5—10°C, но разликата между съдържанията на бария да бъде голяма вследствие рязкото намаляване на количеството му след образуването на по-ранната генерация. Високата температура на кристализация не е гаранция за високи съдържания на барий и в този смисъл не трябва да се съди за температурата на образуване на калиевите фелдшпати по съдържанието на бария в тях. В калиевите фелдшпати на късните диференциати на една гранитна топилка съдържанието на бария може да бъде ниско не поради ниската температура, неизгодна от енергетична гледна точка за влизане на бария, а предимно поради ниската му концентрация в топилката. Има много примери на ниско-температурни калиеви фелдшпати, например адулари, кристализирали при температури под 300°C, в които съдържанието на бария достига до няколко процента (Д и р, Х а у и, З у с м а н, 1966; S h e l t o n e t a l., 1986) поради високата му концентрация в минералообразуващите разтвори.

Друг съществен фактор, от който зависи съдържанието на бария в калиевите фелдшпати в гранитоидите, е тяхното количество. Например при близки съдържания на бария в два различни гранита или даже в образци от един и същ гранитов интрузив по-висока концентрация ще има калиевият фелдшпат, чието количество в съответната скала е по-ниско.

Следователно може да се приеме, че едни от основните фактори, определящи съдържанието и разпределението на бария между калиевите фелдшпати в гранитоидите, са степента на диференциация на топилката, съответно изменението на концентрацията на бария в процеса на кристализация на фелдшпатите, количеството на калиевия фелдшпат спрямо останалите скалообразуващи минерали, както и присъствието на порфирна генерация калиев фелдшпат.

Л и т е р а т у р а

- А лек с и е в, Е., Й. К о т о р о в а, Г. П а н а й о т о в. 1979. Рентгенофлуоресцентно определяне на Rb, Sr, Ba, Zr, Ti, Mn, V, Cr в магмени скали. — *Геох., минер. и петрол.*, 10, 91—98.
- А р н а у д о в, В., М. П а в л о в а, Р. А р н а у д о в а. 1975. Олово в гранитоиди и пегматити от Същинска Средна гора. — *Геох., минер. и петрол.*, 1, 68—78.
- А р н а у д о в, В., М. П а в л о в а, Р. А р н а у д о в а. 1977. Распределение свинца в гранитоидах Южной Болгарии и проблема их сродства. — *Geologica Balc.*, 7, 2, 85—98.
- А р н а у д о в а, Р. 1986. Петрогенетично значение на калиевые фелдшпаты от „южноболгарските гранити“. — *Сп. Бълг. геол. д-во*, 47, 2, 150—164.
- А р н а у д о в а, Р., В. А р н а у д о в. 1982. Сравнительная геохимия и условия образования „южноболгарских гранитов“. — *Geologica Balc.*, 12, 4, 21—36.
- А р н а у д о в а, Р., В. А р н а у д о в. 1986. Структурное преобразование и геохимия калиевых полевых шпатов Калинского гранита в Рила-Планине. — *Геох., минер. и петрол.*, 22, 30—48.
- Д и м и т р о в а, Е., Н. С а р а ф о в а. 1965. Калиево-фелдшпатовая эндобластеза в гранита от Осоговската планина. — *Тр. геол. Бълг. Сер. геох., минер. и петрогр.*, 5, 267—272.
- Д и м и т р о в а, Е., Н. С а р а ф о в а. 1968. Формиране на порфиroidния фации при Централнопиринския гранит. — *Изв. Геол. инст. Сер. геох., минер. и петрогр.*, 17, 269—281.
- Д я р, У. А., Р. А. Х а у и, Дж. З у с м а н. 1966. *Породообразующие минералы*, 4. М., Мир 482 с.
- И в а н о в, В. 1980. Проблема мегакрист калишпата в гранитоидах в свете данных по геохимии бария. — *Докл. АН СССР*, 251, 4, 965—968.
- И в а н о в, В., В. Ч у б а р о в. 1980. Барий — индикатор геохимической зональности мегакристаллов калишпата в гранитоидах. — *Докл. АН СССР*, 255, 4, 980—982.
- И в а н о в, И., Р. А р н а у д о в а. 1980. Геохимия на бария, стронция и рубидия в южноболгарските гранитоиди. — *Геох., минер. и петрол.*, 13, 3—18.
- Л е б е д е в, В. 1959. О закономерностях изоморфизма. I. Распределение Mg, Fe, Mn, Ca, Sr, Ba, Li, K, Rb и некоторых других элементов в минералах, связанных с процессами кристаллизации магм. — *Геохимия*, 6, 483—494.
- Т а у с о н, Л. 1977. *Геохимические типы и потенциальная рудоносность гранитоидов*. М., Наука, 280 с.
- H e i e r, K. S., S. R. T a y l o r. 1959. Distribution of Li, Na, K, Rb, Cs, Pb and Tl in southern Norwegian pre-Cambrian alkali feldspars. — *Geochim. Cosmochim. Acta*, 15, 4, 284—304.
- K e r r i c k, D. 1969. K-Feldspars megacrysts from a porphyritic quartz monzonite in Central Sierra Nevada, California. — *Amer. Mineral.*, 54, 5/6, 839—848.
- L o n g, Ph. 1978. Experimental determination of partition coefficients for Rb, Sr and Ba between alkali feldspars and silicate liquid. — *Geochim. Cosmochim. Acta*, 42, 833—846.
- M e h n e r t, K. R., W. B u s c h. 1981. The Ba content of K-feldspar megacrysts in granites: A criterion for their formation. — *Neues Jahrb. Miner. Abh.*, 140, 3, 221—252.
- M e h n e r t, K. R., W. B u s c h. 1985. The formation of K-feldspar megacrysts in granites, migmatites and augengneisses. — *N. Jb. Miner. Abh.*, 151, 3, 229—259.
- S h e l t o n, K. L., J. R e a d e r, L. R o s s, G. V i e l e, D. S e i d e m a n n. 1986. Barich adularia from the Ouachita Mountains, Arkansas: Implications for a postcollisional hydrothermal system. — *Amer. Mineral.*, 71, 7/8, 916—923.
- W i n k l e r, H. G. F., H. S c h u l t e s. 1982. On the problem of alkali feldspar phenocrysts in granitic rocks. — *N. Jb. Miner. Mh.*, 12, 558—564.

(Постъпила на 6. V. 1987 г.)