

Вторични кварцити от североизточната периферия на Боровишкия вулкански район. II. Минералогия и зоналност

Ангел Кунов

K u n o v, A. 1994. Secondary quartzites from the northeastern periphery of the Boro-
vitsa volcanic area. II. Mineralogy and zoning — *Geochem., Mineral. and Petrol.*, **29**, 17-36.

Similar to all metasomatic formations, the secondary quartzites are also character-
ized by definite typomorphic minerals. In the area studied they include alunite, diaspore,
kaolinite, dickite, sericite and pyrophyllite. Their characterization covers their main diag-
nostic features and occurrence patterns.

An analysis of the compositional variations in the metasomatic rocks based on a
chemical balance over the entire metasomatic column has permitted to quantitatively eval-
uate the differential mobility of individual components.

The metasomatic products show both horizontal and vertical zonation without any
pronounced differences between each other. A notable feature is the almost abrupt transi-
tion from secondary quartzites to slightly altered or unaltered volcanics in the local zo-
ning patterns near Susam and Svetlina. Certain more complex patterns in the metasoma-
tic zonation in the area can be interpreted as telescoped formations.

Key words: alunite, diaspore, kaolinite, dickite, sericite, pyrophyllite, differential
mobility of components, metasomatic zoning.

Address: Bulgarian Academy of Sciences, Geological Institute, 1113 Sofia.

Минералогия

Както всяка метасоматична формация, така и вторичните кварцити се
отличават с определени типоморфни минерали (Н а к о в н и к, 1964).
За вторичните кварцити от североизточната част на периферията на Боро-
вишкия вулкански район основни минерали са: алунит, диаспор, каолинит,
дикит, серицит, пирофилит. Отбелязаните корунд (Р а ш к о в, 1962) и ан-
далузит (Р а д о н о в а, 1973) не се приемат за сигурни, тъй като не са при-
ведени никакви диагностични данни и не се потвърждават поне от досегаш-
ните изследвания. Все още няма преки доказателства и за топаза (Р а -
д о н о в а, 1973).

Диаспор

Среща се във всички участъци, но за тези при с. Сусам, с. Светлина и рудник Габрово е второстепенен минерал. За Спахийевското рудно поле диаспорът е описан най-напред от Р а ш к о в (1962), като приведените данни са първи за България.

Диаспорът е основен минерал за диаспоровите кварцити (табл. I. 1), в които количеството му достига до 60%. Освен с кварц често асоциира със серицит, а в по-малка степен с алунит, пирофилит и глинести минерали. Той се среща в разонообразни форми: идиоморфни късо- и дългопризматични (до 0,8 cm), плочести и прътести кристали. Обикновено този тип диаспор запълва и гнезда и прожилки и е бистър. Другият тип образува сред дребнозърнестия кварц агрегати от дребни (до 0,2 mm) иглести или късопризматични кристали, често замътнени от микровключения.

Диаспорът е безцветен, кафеникав или жълтеникав, със стъклен блясък. В шлифите е безцветен, сив, жълт, розов, червеникав, по-рядко син, кафяв, зелен. По рентгеноструктурни (d :10/3,95, 7/2,53, 9/2,30, 7/2,12, 8/2,07, 9/1,628, 7/1,479, 7/1,372) и химични (табл. 1) данни отговаря на цитираните в литературата (Selected . . . , 1974). Според G o u t, J a u b e r t h i e (1976) съществуват две разновидности диаспор, които се срещат в природата в различни съотношения. Едната разновидност е лошо кристализирала и е с ендеогенен ефект при 460°C. ДТА на наши образци показва, че в тях диаспорът е с ендеоефект между 560 и 600°C.

Кварц

Кварцът и другите модификации на SiO_2 са много характерни за вторичните кварцити, като разпределението и съдържанието им за отделните фазиеси е различно. Кварцът е постоянен минерал с най-голямо количество в монокварцитите и диаспорсъдържащите кварцити. Той замества порфирните минерали, образува агрегати с други типоморфни минерали, развива се по основната маса или запълва гнезда и оформя прожилки. Размерите му варират от скритокристални до 1 mm. Понякога заедно с кварца се наблюдава и халцедон, най-често в ивици в монокварцитите в уч. Светлина. Опал се среща сравнително често, но най-характерен е за опалитите и алунитовите опалити при с. Светлина и с. Сусам. Обикновено е изотропен, но понякога просветлява, вероятно от образуването на супергенни глинести продукти. Преобладава сферолитовата структура. Опалът се развива повсеместно по вулканските скали, като само понякога при почти пълна опализация се съхранява първичната структура. Съотношението му с кварц в смисъл на съдържание е обратнопропорционално. В някои случаи (уч. Светлина, уч. Сусам и уч. Пилашево) заедно с опала се установяват кристобалит и тридимит по рентгено-дифрактометрични данни. Единствено засега в уч. Светлина беше наблюдаван кристобалит (d :5/4,51, 110/4,06, 6/2,49) в празнина под формата на бели сфери с големина до 1—2 mm.

Каолинит и дикит

Двата минерала са широко разпространени във всички участъци. Характерни основни минерали за зоните на аргилизация, те участвуват и в изграждането на вторичните кварцити. Като се изключи дикитът, за който се приема хидротермален произход (Радонова, 1968), каолинитът и монтморилонитът са основни минерали и за супергенезата. Съдържанието на минералите е различно — от малки примеси до 20%. Често присъствуват в алуновите кварцити, но в редица случаи (западно от с. Спахиево, югоизточно от с. Сърница, в местн. Одунлъка до с. Пилашево и др.) изграждат неиздържани зони от дикитови кварцити.

Каолинитът (табл. I.2.) и дикитът (табл. I.3.) заместват порфирни минерали заедно с алунит, диаспор или серицит, запълват гнезда и малки прожилки. Имат почти еднакви коефициенти на лъчепречупване $N'_g = 1,560 \div 1,564$ и $N'_p = 1,554 \div 1,558$. Каолинитът в шлифите е безцветен, дребнолюспест, докато дикитът е сравнително по-едролюспест — достига до 0,3 mm и оформя типични срастъци. Рентгеноструктурните данни за каолинита ($I/d\text{Å}: 10/7,1, 10/3,50, 9/2,32, 9/1,48$) и дикита ($I/d\text{Å}: 8/7,52, 10/7,05, 8/4,44, 10/3,56, 9/2,32$) отговарят на литературните (Selected . . ., 1974). По термичните изследвания на вторичните кварцити и аргилизити с дикит и каолинит се установява, че има известна малка разлика в ендоефектите на двата минерала — при дикита той се проявява по-късно при температура около 650—690°C.

Пирофилит

Установен е в сондажи в местн. Рамаданска чука и по североизточния контакт на Сърнишката интрузия на дълбочина съответно 320—360 m и 10—50 m. Асоциира с диаспор, серицит, алунит и пирит при сложни и не всякога ясни взаимоотношения. В първия от случаите оформя главно прожилки (до 2 mm), в средата на които обикновено е отложен пирит (табл. I.4.). Прожилките пресичат кварц-серицитова маса с гнезда от диаспор, пирофилит и пирит. Наблюдават се и прожилки от алунит с малко кварц и пирофилит, взаимно пресичащи се с пирофилитовите прожилки. С излизането от тази зона с обилно развитие на пирофилит и намаляването на неговото количество се появява и малко дикит.

Пирофилитът е безцветен до бял, със слаб блясък, с много ниска твърдост. В микроскопски препарати е дребнолюспест. Коефициентите на лъчепречупване са $N'_g = 1,602$ и $N'_p = 1,558$. Рентгенографските данни ($I/d\text{Å}: 7/4, 48, 10/3,07, 8/2,43, 7/1,501$) отговарят на литературните (Selected . . ., 1974). Термичната крива на вторичен кварцит с диаспор и пирофилит регистрира плавен ендоефект на пирофилита при 700°C. Химичният състав на пирофилита (табл. 1) е подобен на този от Асарел (Радонова, Стефанов, 1974), както и на цитираните от Дир и др. (1966).

Серицит*

Серицитът е един от разпространените минерали, сравнително слабо застъпен само в участъците Сусам и Светлина. Той е основен минерал за серицитовите вторични кварцити, кварц-серицитовия фаиес и някои

*Като серицит се разглежда дребнолюспестата бяла слюда (Омельяненко и др., 1986).

Таблица 1

Химичен състав на минерали (в тегловни проценти)

Компоненти	Диаспор		Пирофилит		Серицит		
	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	—	—	66,98	64,32	47,22	44,85	49,83
Al ₂ O ₃	76,11	76,70	29,29	30,45	33,63	33,60	35,83
Fe ₂ O ₃	—	—	0,17	—	1,34	1,90	0,69
MgO	—	—	—	—	0,51	3,20	0,78
CaO	—	—	0,12	—	—	0,28	0,31
Na ₂ O	—	—	0,17	—	0,26	0,62	0,57
K ₂ O	—	—	0,14	—	9,60	8,72	7,61
P ₂ O ₅	—	—	—	—	0,28	—	—
SO ₃	—	—	—	—	—	—	—
H ₂ O	23,89	23,30	3,13	5,23	7,16	5,83	4,48

Анализите са извършени от О. Димитров, Хр. Нейков; Microprobe JEOL — 733

Кристалохимични формули

пирофилит (анализ 4) $Al_{2,12}Si_{4,09}O_{10,72}(OH)_{1,28}$

серицит (анализ 6) $(K_{0,73}Na_{0,08})(Fe_{0,09}Mg_{0,03}Al_{1,59})(Si_{2,97}Al_{1,03})(O_{9,42}OH_{0,58})(OH)_{2,58}$

каолинит (анализ 9) $Si_{3,90}Al_{3,58}O_{9,60}(OH)_{8,40}$

алузит (анализ 13) $(K_{0,59}Na_{0,14}Ca_{0,06})(Al_{2,92}Fe_{0,02})(S_{1,84}O_{7,42})(OH)_{6,58}$

други фазиеси на пропицитите, за околожилните изменения. Развива се по фелдшпатите, фемичните минерали и основната маса под формата на финолюспести и ветрилообразни агрегати. По-рядко се наблюдава в алузитовите и диаспоровите кварцити.

Серицитът е бял до зеленикав, с бисерен блясък. Данните от извършените изследвания (рентгеноструктурни — $1/d\text{\AA}: 8/7,32, 9/4,48, 10/2,57, 8/1, 498$; химични — табл. 1; оптични) са показателни за неговата близост със серицитите от други находища (Selected . . . , 1974; О м е л њ я н е н к о и др., 1986). По литературни данни той може да се образува в температурен интервал 100—500°C на различна дълбочина (даже на повече от 2000 m). От анализа на физикохимичните условия на образуване на серицитовите парагенези в нашите случаи се установява, че не се достигат високотемпературни условия на образуване (К у н о в, 1987).

Алузит

Широко е разпространен в местн. Рамаданска чука, около вр. Чамлъка, Гаджовска и Хайвазова чука (с. Сърница), Св. Неделя (с. Сусам), местн. Ени курия и Курт тепе (с. Светлина). Участва в изграждането на алузитовите вторични кварцити като основен минерал (в някои случаи до 60—70%), а също така се съдържа и в преходните зони. Замества порфирни минерали, рядко запълва гнезда, а понякога оформя и прожилки. В основната маса той е финолюспест и прораснал с кварц. Сравнително най-идиоморфен и с най-големи размери е в прожилки (до 0,4 mm). Алузитът е бял, бледорозов, жълтеникав. В шлифите обикновено е безцветен; оптически е едноосен положителен и с отрицателно удължение. Показателите на лъчепречупване за алузитите от различните находища са близки — $N_o = 1,569 \pm 0,001$ и $N_e = 1,589$. Според Р а д о н о в а (1972) основно влияние върху коефициентите оказват алкалиите и постоянството на коефициентите се дължи на високото отношение на $K_2O:Na_2O$, независимо от различното съдържание на желязо. По химичен състав както алузитите (табл. 1), така и алу-

Каолинит			Алунит			
8	9	10	11	12	13	14
46,43	46,52	48,20	—	—	—	—
37,84	36,20	36,51	32,74	37,78	37,91	35,50
3,67	—	0,34	—	0,27	0,27	2,10
—	—	—	—	—	—	—
—	—	0,08	—	0,77	0,93	0,65
—	—	—	—	0,87	1,10	0,80
—	—	0,25	9,79	6,75	7,03	8,50
—	—	—	2,03	1,57	—	—
—	—	—	43,33	37,05	37,64	37,21
12,06	17,28	14,62	12,11	14,94	15,12	15,24

нитовите кварцити са с предимно калиев характер. Основните рентгено-структурни данни за алунита са ($I/d\text{\AA}$: 7/4,90, 7/3,31, 10m/2,98, 8/1,897, 8/1,741).

Във всички находища алунитът се наблюдава в ромбоедричен (табл. I.5.) и пинакоидален хабитус (табл. I.6). Тъй като при ромбоедричния хабитус се развива ромбоедър {10.11}, кристалите имат псевдокубичен изглед. Според Н а б о к о (1963) и А в е р ъ я н о в (1965) в съвременните вулкански области тази разновидност се образува около вулканските кратери на дълбочина до 10—15 м. Р а д о н о в а (1972) по собствени данни за Петелово (1969) и Песовец (1966) и данни на В е л и н о в (1967) за Брезник предполага, че дълбочината на ромбоедричните и пинакоидалните хабитуси варира. Според З н а м е н с к и й (1983) псевдокубичният алунит, който се образува на по-високо хипсометрично ниво, притежава по-ранен втори ендотермичен ефект спрямо плочестия алунит. Резултатите от нашите изследвания показват, че в повърхностни условия се образува главно ромбоедричен алунит, но за да бъде отличен от льовигита, е необходимо извършването на диференциално-термичен анализ, инфрачервена спектроскопия или химичен анализ (А с л а н я н и др., 1976). В дълбочина, след зона на съвместно развитие на двата хабитуса алунит, се развива само пинакоидалният. Някои автори (Алуниты . . . , 1971) посочват, че преходът би трябвало да се осъществи от псевдооктаедрични кристали. Експерименталните изследвания у нас (А с л а н я н и др., 1976) обосновават пространственото обособяване на двата типа хабитуса със строго определени физикохимични условия.

Един рядък случай на образуване на алунит в почти неизменени скали се наблюдава в района на с. Светлина. Алунитът се развива по слабо опализирани латити със запазени плагиоклази, биотит и реликти от пироксен. Той е псевдокубичен с размери до 0,4 mm. Навсякъде алунитът е в основната маса без никакви реакционни контакти с порфирите от плагиоклаз, биотит и пироксен.

Таблица 2

Участък „Сърница — Спахиево“. Изменение на химичния състав на вулканските скали

Компоненти	Тегловни %							Привнос —			
	1 327/447	2 276/388	3 422*	4 99*	5 48*	6 102a*	7 686/1	абсолютна			
								1—2	1—3	1—4	1—5
SiO ₂	54,62	55,87	57,40	62,66	47,69	70,72	95,56	+10,1	+23,3	+1,8	-1,2
TiO ₂	0,78	0,87	0,83	0,95	0,73	0,74	0,48	+0,3	+0,4	+0,1	+0,1
Al ₂ O ₃	15,27	18,17	18,11	22,85	18,84	19,01	0,78	+9,1	+12,0	+11,6	+14,3
Fe ₂ O ₃	3,29	2,57	1,73	0,74	0,56	2,63	0,48	-1,4	-3,2	-6,2	-6,2
FeO	2,76	2,86	—	—	—	—	0,84	+0,6	-6,5	-6,5	-6,5
MnO	0,16	0,06	0,05	—	—	—	—	-0,2	-0,2	-0,4	-0,4
MgO	4,19	3,12	0,50	0,01	—	—	0,65	-2,1	-8,5	-9,8	-9,8
CaO	4,55	3,12	0,87	1,10	1,52	1,15	0,31	-3,0	-8,4	-8,4	-6,6
Na ₂ O	4,94	3,64	0,12	0,16	0,55	0,05	0,03	-2,6	-11,3	-11,3	-10,1
K ₂ O	4,39	3,74	5,64	0,35	3,60	0,07	0,08	-1,1	+4,6	-9,6	-0,7
P ₂ O ₅	0,69	0,58	0,73	0,35	1,39	0,50	0,02	-0,2	+0,3	-0,9	+2,1
H ₂ O ⁻	2,45	3,80	1,29	0,99	0,11	0,15	0,10	+3,7	-2,3	-3,7	-5,5
H ₂ O ⁺	0,20	1,93	3,86	10,04	6,50	4,60	0,52	+4,3	+9,7	+20,4	+16,8
CO ₂	2,17	0,52	—	—	—	0,35	—	-3,8	-5,1	-5,1	-5,1
SO ₃	—	—	—	—	18,34	—	—	—	—	—	+48,9
S	—	0,04	8,79	—	—	—	—	+0,1	+23,2	—	—
Сума	100,46	100,89	99,92	100,20	99,83	99,97	99,85	-14,4	-52,3	-61,9	-52,1
								+28,1	+73,2	+33,9	+82,2
Обемно тегло	2,36	2,50	2,64	2,08	2,66	2,40	2,58				

Аналитик: М. Велинова

Забележка: 1 — слабо карбонатизиран латит; 2 — пропицитизиран латит (карбонат-кварцит; 6 — диаспоров кварцит; 7 — монокварцит.

* — по данни на Радонова (1973).

Според експерименталните резултати на К а ш к а й (1972) алуният се синтезира в широк температурен диапазон — до 500°C при рН от 0,8 до 5,3. Съвместното съществуване на алунит и опал предполага, че рН на назтворите е < 5. При това положение вероятното обяснение за запазеността да порфирната генерация следва да се търси в сравнителната отдалеченост от центровете на солфатарната дейност, в краткотрайното пропарване на скалите от газохидротермите.

Количествена оценка на измененията на петрогенните компоненти при образуването на вторичните кварцити

Оценката на измененията на вещественния състав на скалите в процеса на образуване на вторичните кварцити е извършена на базата на химични анализи (табл. 2—8). Участък Габрово не е включен поради недостатъчни данни, а участъците Брястово и Пилашево по отношение на химизма са детайлизирани: южните им части са означени с индекс 1, а северните — с 2 (табл. 4, 5, 6, 7). Количественият баланс е проследен от изходните скали до най-силно изменените продукти. Изчисленията са направени по окисно-обемния метод на Линдгрин (популяризиран от Н а к о в н и к, 1958) с

при образуването на вторични кварцити

износ		относителна разлика в %						
разлика в g								
1—6	1—7	1	2	3	4	5	6	7
+41,5	+118,6	0	+7,9	+18,2	+1,4	-1,0	+32,3	+92,4
-0,1	-0,6	0	+17,6	+19,7	+7,6	+6,1	-3,1	-32,3
+9,8	-33,9	0	+25,5	+33,4	+32,2	+39,9	+27,2	-94,4
-1,4	-6,5	0	-17,6	-40,9	-80,1	-80,7	-18,3	-83,9
-6,5	-4,3	0	+9,3	-100,0	-100,0	-100,0	-100,0	-66,5
-0,4	-0,4	0	-60,4	-64,8	-100,0	-100,0	-100,0	-100,0
-9,8	-8,2	0	-21,5	-86,6	-99,8	-100,0	-100,0	-82,9
-7,9	-9,9	0	-27,7	-78,5	-78,6	-62,1	-74,2	-92,5
-11,5	-11,5	0	-22,3	-97,3	-97,1	-87,4	-99,0	-99,3
-10,1	-10,1	0	-10,1	+44,5	-93,0	-7,0	-98,4	-98,0
-0,4	-1,6	0	-11,3	+19,0	-55,2	+128,5	-25,9	-96,8
-5,4	-5,5	0	+63,6	-40,8	-64,3	-94,9	-93,7	-95,5
+10,6	+0,9	0	+917,9	+2070,6	+4335,9	+3586,2	+2250,4	+186,0
-4,3	-5,1	0	-74,7	-100,0	-100,0	-100,0	-83,5	-100,0
—	—	0	—	—	—	—	—	—
—	—	0	—	—	—	—	—	—
-57,8	-97,6							
+61,9	+119,5							

хлорит-серицитов фацес); 3 — кварц-серицитов фацес; 4 — дикитов кварцит; 5 — алунитов

отчитане на пористостта. За допълнение и сравнение са направени преизчисления по обемно-енергетичния метод (К а з и ц ы н, Р у д н и к, 1968). Липсата на достатъчно място не позволява прилагането на всички таблици, формули и диаграми на метасоматично изменените скали. Поради това освен посочените таблици се представят само пет диаграми (фиг. 1, 2, 3, 4, 5). От анализа на резултатите по изменението на химизма на хидротермално изменените скали в установената зоналност на всички участъци може да се даде следната обобщена количествена оценка за диференциалната подвижност на отделните компоненти:

SiO_2 — незначителни количествени изменения, дължащи се главно на износа на други компоненти. Значителното увеличение на SiO_2 при монокварцитите (отчасти при диаспоровите) е относително и се дължи на преминаването на Al_2O_3 от инертно в напълно подвижно състояние. Инертен компонент е през целия единен процес от хидротермални изменения на скалите.

Al_2O_3 — като SiO_2 , с износ при прехода в монокварцити (инертен компонент до този преход).

Fe_2O_3 — различни количествени изменения в (+) и (-), ясно изразени тенденции в поведението; увеличените количества маркират хематитизация.

FeO — рязко намалява при прехода пропилити — кварц-серицити и кварц-серицитов фацес — аргилизити. Това е преходът му от инертен в напълно подвижен компонент.

Таблица 3

Участък „Брястово“ 1 — Изменение на химичния състав на вулканските скали при

Компоненти	Тегловни %								Привнос —			
									абсолютна			
	1 367*	2 368*	3 375*	4 458/320	5 578/334	6 Pч 5	7 33*	8 313/428	1—2	1—3	1—4	1—5
SiO ₂	57,48	59,77	61,12	50,32	41,65	62,51	68,34	96,35	-19,4	-10,5	-30,8	-62,9
TiO ₂	0,68	0,78	0,75	0,93	0,70	0,67	1,23	0,55	-0,1	-0,1	+0,4	-0,3
Al ₂ O ₃	14,13	18,37	17,25	17,83	28,05	13,81	22,07	0,78	+3,4	+2,6	+5,6	+22,9
Fe ₂ O ₃	3,69	4,58	4,95	5,00	9,57	3,07	0,95	0,42	+0,4	+1,7	+2,3	+10,8
FeO	2,14	—	—	4,41	0,45	0,30	0,29	0,48	-5,7	-5,7	+5,0	-4,7
MnO	0,14	0,04	0,04	0,43	—	—	—	—	-0,3	-0,3	+0,7	-0,4
MgO	3,87	0,63	1,81	6,43	0,25	0,04	—	0,08	-8,9	-6,1	+5,3	-9,7
CaO	5,83	0,87	1,70	2,17	5,77	0,46	1,28	0,22	-13,5	-11,5	-10,2	-3,1
Na ₂ O	2,61	1,95	0,80	0,32	0,25	0,35	0,10	0,10	-2,6	-5,1	-6,1	-6,4
K ₂ O	6,04	8,46	8,80	2,91	5,42	2,43	0,12	0,12	+2,8	+4,4	-9,0	-4,4
P ₂ O ₅	0,79	0,60	0,78	1,25	0,68	0,75	0,58	0,06	-0,8	-0,3	+0,9	-0,6
H ₂ O ⁻	0,67	1,10	0,53	1,07	0,40	0,15	0,08	0,48	+0,7	-0,5	+0,8	-0,9
H ₂ O ⁺	1,74	2,99	1,34	6,76	3,25	4,53	5,20	—	+2,0	-1,5	+11,7	+2,4
CO ₂	0,07	—	—	—	—	—	—	—	-0,2	-0,2	+0,2	-0,2
SO ₃	—	—	—	—	3,47	10,63	—	—	—	—	—	+7,5
S	—	—	—	1,05	—	—	—	—	—	—	+2,5	—
Сума	99,28	100,14	99,87	100,88	99,91	99,70	100,24	99,64	-51,5	-41,8	-56,1	-93,6
									+9,5	+8,7	+35,4	+43,5
Обемно тегло	2,65	2,23	2,32	2,44	2,15	2,34	2,17	2,55				

Аналитик: М. Велинова

Забележка: 1 — едропорфирен латит (слабо карбонатизиран и хлоритизиран); 2 — серицит-албитов фацес); 4 — аргилизит; 5 — серицит-диаспор-пирофилитов кварцит+алуниг;

* по данни на Радонова (1973).

Таблица 4

Участък „Брястово“ — 2

Изменение на химичния състав на вулканските скали при образуването на вторичните

Компоненти	Тегловни %							Привнос —		
								абсолютна		
	1 130/156	2 119/138	3 138/163	4 203/268	5 258/353	6 113/124	7 122	1—2	1—3	1—4
SiO ₂	57,46	58,87	65,74	69,02	61,40	58,15	96,42	-18,1	+4,8	+9,1
TiO ₂	0,60	0,49	0,42	0,54	0,47	0,46	0,73	-0,5	-0,6	-0,3
Al ₂ O ₃	16,20	14,05	14,55	18,15	14,77	14,25	0,05	-10,8	-8,0	-0,4
Fe ₂ O ₃	4,67	3,74	3,51	1,76	7,30	3,49	0,87	-3,8	-3,9	-8,1
FeO	1,44	2,01	1,14	0,22	0,43	0,72	0,86	+0,7	-1,1	-3,2
MnO	0,14	0,27	0,20	—	—	—	—	+0,2	+0,1	-0,4
MgO	3,42	1,97	0,70	0,06	0,10	—	—	-4,5	-7,3	-8,8
CaO	4,80	4,49	1,17	0,74	0,99	0,28	0,10	-2,5	-9,8	-10,8
Na ₂ O	2,80	0,95	1,30	0,10	0,20	0,42	0,07	-5,2	-4,2	-7,1
K ₂ O	5,46	5,10	4,64	0,14	0,75	3,47	0,03	-2,8	-3,3	-13,9
P ₂ O ₅	0,68	0,80	0,44	0,88	1,61	0,69	0,05	+0,02	-0,7	+0,2
H ₂ O ⁻	0,56	1,98	1,51	0,37	0,35	0,11	0,14	+3,0	+2,1	-0,6
H ₂ O ⁺	1,76	3,12	4,59	7,93	7,24	5,50	0,43	+2,4	+6,2	+13,7
CO ₂	0,10	2,00	—	—	—	—	—	+4,2	-0,3	-0,3
SO ₃	—	—	—	—	4,41	12,32	—	—	—	—
S	0,02	0,31	—	—	—	—	—	+0,6	-0,05	-0,05
Сума	100,11	100,15	99,91	99,91	100,02	99,86	99,75	-48,2	-39,25	-53,95
								+11,12	+13,2	+23,0
Обемно тегло	2,61	2,24	2,35	2,30	2,44	2,26	2,54			

Аналитик: М. Велинова

Забележка: 1 — латит; 2 — пропицитизиран латит (хлорит-карбонат фацес); 3 — кварцит; 7 — монокварцит.

образуването на вторични кварцити

износ

разлика в g			относителна разлика в %							
1-6	1-7	1-8	1	2	3	4	5	6	7	8
-5,8	-4,6	+94,0	0	-12,7	-6,9	-20,2	-41,2	-3,8	-3,0	-61,6
-0,2	-0,9	-0,4	0	-3,7	-3,4	+24,7	-16,5	-12,8	+47,6	-22,0
-5,1	+10,3	-35,5	0	+9,1	+6,9	+15,0	+61,0	-13,5	+27,4	-94,7
-2,6	-7,7	-8,7	0	+4,2	+17,4	+23,5	+110,3	-26,4	-79,0	-89,0
-5,0	-5,1	-4,5	0	-100,0	-100,0	+87,9	-82,9	-87,6	-88,9	-78,4
-0,4	-0,4	-0,4	0	-76,0	-75,0	+180,0	-100,0	-100,0	-100,0	-100,0
-10,2	-10,3	-10,1	0	-86,3	-59,0	+51,5	-94,8	-99,1	-100,0	-98,0
-14,4	-12,7	-14,9	0	-87,5	-74,5	-66,1	-19,7	-93,0	-82,1	-96,4
-6,1	-6,7	-6,7	0	-37,3	-73,2	-88,8	-92,2	-88,1	-96,9	-96,3
-10,3	-15,8	-15,7	0	+17,6	+27,6	-56,1	-27,2	-64,4	-98,4	-98,1
-0,3	-0,8	-2,0	0	-36,2	-13,5	-44,2	-30,2	-16,0	-40,1	-95,1
-1,4	-1,6	-1,6	0	+37,8	-30,7	+45,6	-51,6	-80,2	-90,3	-91,4
+6,0	+6,6	-3,4	0	+44,2	-32,6	+254,2	+51,5	+130,3	+143,8	-73,4
-0,2	-0,2	-0,2	0	-100,0	-100,0	-100,0	-100,0	-100,0	-100,0	-100,0
+25,0	—	—	0	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	0	—	—	—	—	—	—	—
-62,0	-65,9	104,1								
+31,0	+17,8	+94,0								

пропилитизиран латит (серицит-хлорит-албитов фацес); 3 — пропилитизиран латит (кварц-6 — алунитов кварцит; 7 — диаспоров кварцит; 8 — монокварцит.

кварцити

износ

разлика в g			относителна разлика в %						
1-5	1-6	1-7	1	2	3	4	5	6	7
-0,02	-18,2	+95,7	0	-12,1	+3,2	+6,1	-0,01	-12,1	+63,9
-0,4	-0,5	+0,3	0	-29,9	-36,8	-20,5	-26,7	-33,4	+18,8
-6,2	-10,0	-42,1	0	-25,6	-19,0	-1,1	-14,7	-23,6	-99,7
+5,6	-4,3	-10,0	0	-31,3	-32,2	-66,7	+46,3	-35,1	-81,8
-2,7	-2,1	-1,6	0	+19,7	-28,6	-86,5	-72,1	-56,6	-41,7
-0,4	-0,4	-0,4	0	+65,4	+28,9	-100,0	-100,0	-100,0	-100,0
-8,7	-8,9	-8,9	0	-50,6	-81,5	-98,4	-97,3	-100,0	-100,0
-10,1	-11,9	-12,3	0	-19,7	-78,0	-86,4	-80,7	-94,9	-98,0
-6,8	-6,3	-7,1	0	-70,9	-58,1	-96,8	-93,3	-87,0	-97,6
-12,4	-6,4	-14,2	0	-19,9	-23,3	-97,7	-87,1	-44,8	-99,5
+2,1	-0,2	-1,6	0	+0,9	-41,6	-14,3	+121,5	-11,9	-92,8
-0,6	-1,2	-1,1	0	+203,3	+143,3	-41,7	-41,5	-82,9	-75,6
+13,1	+7,9	-3,5	0	+52,1	+135,3	+297,8	+284,9	+171,3	-76,1
-0,3	-0,3	-0,3	0	+1615,8	-100,0	-100,0	-100,0	-100,0	-100,0
+10,8	+27,9	—	0	—	—	—	—	—	—
-0,05	-0,05	-0,05	0	+1229,7	-100,0	-100,0	-100,0	-100,0	-100,0
-48,67	-70,75	-93,15							
+31,6	+35,8	+96,0							

кварц-серицитов фацес; 4 — аргилизит; 5 — алуни-каолинитов кварцит; 6 — алунитов

Таблица 5

Участък „Пилашево“ — 1 Изменение на химичния състав на вулканските скали при

Компо- нент	Тегловни %							Привнос —		
	1 215/288	2 170/214	3 172/221	4 176/230	5 171/219	6 166/209	7 175/229	абсолютна		
								1—2	1—3	1—4
SiO ₂	58,38	52,91	57,65	70,84	44,95	78,31	97,00	-8,6	-10,2	-8,2
TiO ₂	0,84	0,12	0,80	0,74	0,46	0,70	0,80	-1,8	-0,2	-0,7
Al ₂ O ₃	17,37	18,00	18,30	15,64	19,41	9,40	0,66	+3,3	-0,3	-13,1
Fe ₂ O ₃	4,60	3,46	6,90	1,67	0,68	5,10	0,39	-2,5	+4,8	-8,3
FeO	1,63	4,68	0,67	—	—	0,72	0,22	+8,1	-2,5	-4,1
MnO	0,07	0,21	0,06	—	0,09	—	—	+0,4	-0,3	-0,2
MgO	5,16	2,15	1,58	0,68	0,25	0,20	0,07	-7,4	-9,3	-11,7
CaO	1,86	6,90	0,95	0,30	0,17	0,70	0,10	+13,4	-2,4	-4,1
Na ₂ O	4,67	2,50	2,78	0,13	1,00	0,11	0,10	-5,2	-5,2	-11,5
K ₂ O	3,65	2,80	2,74	3,64	5,18	0,12	—	-1,9	-2,7	-2,1
P ₂ O ₅	0,45	0,48	0,47	0,40	0,12	0,10	—	+0,1	-0,02	-0,3
H ₂ O ⁻	1,12	0,34	2,00	0,91	0,21	—	0,06	-1,9	+1,9	-1,0
H ₂ O ⁺	0,48	2,59	4,75	3,94	7,70	4,18	0,55	+6,2	+10,1	+6,5
CO ₂	—	2,84	—	—	—	—	—	+7,4	—	—
SO ₃	—	—	—	0,91	19,88	—	—	—	—	+1,8
Сума	100,28	99,98	99,65	99,80	100,10	99,64	99,95	-29,3	-32,85	-65,3
								+38,9	+16,8	+8,3
Обемно тегло	2,53	2,62	2,37	1,96	2,68	2,43	2,44			

Аналитик: М. Велинова

Забележка: 1 — латит; 2 — пропицитизиран латит (серицит-хлорит-карбонат фациес); диаспоров кварцит; 7 — монокварцит.

Таблица 6

Участък „Пилашево“ — 2 Изменение на химичния състав на вулканските скали при образуването

Компо- ненти	Тегловни %										
	1 255/347	2 238/324	3 211/282	4 238/326	5 125/145	6 215/289	7 209/279	8 224/372	9 210/281	10 245/336	11 125/146
SiO ₂	58,85	54,31	60,51	60,40	57,60	59,90	24,19	74,30	18,27	67,26	93,21
TiO ₂	0,71	1,18	0,75	1,15	1,05	0,78	0,70	0,85	0,81	0,59	0,59
Al ₂ O ₃	17,10	17,30	16,17	21,26	23,19	15,56	27,76	6,30	28,15	10,81	2,21
Fe ₂ O ₃	5,68	3,48	3,34	1,25	8,15	1,18	1,09	6,95	5,01	1,87	1,21
FeO	0,25	3,20	1,62	0,44	—	—	—	0,30	—	—	0,94
MnO	0,10	0,13	0,14	—	—	—	—	—	—	0,04	—
MgO	4,09	2,50	2,30	1,20	0,15	0,13	0,19	0,07	0,95	0,28	0,07
CaO	1,65	6,66	2,80	0,80	0,61	0,40	0,86	0,46	1,32	—	0,15
Na ₂ O	4,37	2,99	2,12	0,32	—	0,42	0,39	0,35	0,39	0,60	0,10
K ₂ O	3,65	3,60	4,42	6,17	0,10	2,64	6,81	0,95	6,51	2,60	0,05
P ₂ O ₅	0,53	0,51	0,44	0,05	—	0,45	1,50	0,70	1,90	0,27	0,05
H ₂ O ⁻	1,84	1,73	0,91	2,27	0,33	0,86	0,18	0,15	0,20	0,25	0,08
H ₂ O ⁺	1,25	0,38	3,26	4,30	8,63	6,75	11,13	3,90	9,07	5,00	1,25
CO ₂	—	2,07	0,90	0,18	0,15	—	—	—	—	—	—
SO ₃	—	—	—	—	—	9,79	24,79	4,89	27,04	10,39	—
S	—	—	—	0,10	0,10	—	—	—	—	—	—
F	—	—	—	—	—	—	0,17	—	0,53	—	—
Сума	100,07	100,04	99,68	99,89	100,06	99,86	99,76	100,17	100,15	99,96	99,91
Обемно тегло	2,43	2,66	2,41	1,97	2,32	2,01	2,68	2,24	2,65	2,43	2,40

Аналитик: М. Велинова

Забележка: 1 — латит; 2 — пропицитизиран латит (хлорит-карбонат фациес); 3 — пропицитизиран 6 — алунинови кварцити; 7 — монокварцит.

образуването на вторични кварцити

износ

разлика в g			относителна разлика в %						
1—5	1—6	1—7	1	2	3	4	5	6	7
-26,9	+43,7	+89,5	0	-5,9	-6,9	-5,5	-13,3	+29,7	+60,8
-0,9	-0,4	-0,2	0	-85,2	-10,2	-31,4	-41,9	-19,4	-7,8
+8,1	-20,9	-42,2	0	+7,6	-0,7	-29,9	+18,6	-47,7	-96,3
-9,8	+0,8	-10,6	0	-21,9	+41,4	-71,7	-84,3	+7,2	-91,8
-4,1	-2,4	-3,6	0	+198,2	-61,2	-100,0	-100,0	-57,3	-86,9
+0,1	-0,2	-0,2	0	+211,6	-19,2	-100,0	+36,4	-100,0	-100,0
-12,3	-12,5	-12,8	0	-56,7	-71,1	-89,7	-94,9	-96,2	-98,7
-4,2	-3,0	-4,4	0	+285,3	-51,8	-87,4	-90,3	-63,6	-94,8
-9,1	-11,5	-11,5	0	-44,4	-43,9	-97,8	-77,3	-97,7	-97,9
+4,7	-8,9	-9,2	0	-20,3	-29,2	-22,4	+50,6	-96,8	-100,0
-0,8	-0,9	-1,1	0	+10,8	-1,5	-30,8	-71,7	-78,5	-100,0
-2,3	-2,8	-2,7	0	-68,5	+68,3	-36,7	-80,1	-100,0	-94,8
+19,4	+9,0	+0,1	0	+460,4	+832,9	+539,0	+1602,3	+741,8	+10,9
—	—	—	0	—	—	—	—	—	—
+53,2	—	—	0	—	—	—	—	—	—
-70,4	-63,5	-98,5							
+85,5	+53,5	+89,6							

3 — кварц-серицитов фацес; 4 — серицитов кварцит+алуниг; 5 — алунигов кварцит; 6 —

на вторични кварцити

Привнос — износ

абсолютна разлика в g						относителна разлика в %						
1—3	1—4	1—5	1—6	1—9	1—11	1	3	4	5	6	9	11
+3,4	-23,8	-9,3	-22,3	-94,6	+81,0	0	+2,4	-16,6	-6,5	-15,6	-66,2	+56,7
+0,1	+0,5	+0,7	-0,1	+0,4	-0,3	0	+5,2	+31,5	+41,2	-8,9	+24,3	-17,8
-2,4	+0,4	+12,2	-10,2	+33,0	-36,2	0	-5,8	+1,0	+29,5	-24,6	+79,4	-87,2
-5,7	-11,3	+5,1	-11,4	-0,5	-10,9	0	-41,4	-82,1	+37,0	-82,8	-3,9	-78,9
+3,3	+0,3	-0,6	-0,6	-0,6	+1,6	0	+545,2	+42,9	-100,0	-100,0	-100,0	+271,9
+0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	0	+39,4	-100,0	-100,0	-100,0	-100,0	-100,0
-4,4	-7,6	-9,6	-7,7	-7,4	-9,8	0	-44,0	-76,2	-96,5	-77,1	-74,7	-98,3
+2,8	-2,4	-2,6	-3,2	-0,5	-3,6	0	+69,0	-60,6	-64,7	-79,9	-12,8	-91,0
-5,5	-10,0	-10,6	-10,0	-9,6	-10,4	0	-51,7	-94,0	-100,0	-92,0	-90,3	-97,7
+1,8	+3,3	-8,6	-3,5	+8,4	-8,7	0	+20,6	+37,3	-97,4	-40,0	+94,3	-98,6
-0,2	-1,2	-1,3	-0,4	+3,7	-1,2	0	-17,3	-92,3	-100,0	-29,6	+290,6	-90,7
-2,3	+0,01	-3,7	-2,7	-3,9	-4,3	0	-50,8	+0,2	-82,9	-61,3	-88,2	-95,7
+4,8	+5,4	+17,0	+10,5	+21,0	-0,03	0	+159,7	+179,4	+559,2	+347,6	+690,7	-1,1
+2,2	+0,3	+0,3	—	—	—	0	—	—	—	—	—	—
—	—	—	+19,7	+71,5	—	0	—	—	—	—	—	—
—	+0,2	+0,2	—	—	—	0	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	+1,4	—	0	—	—	—	—	—	—
-20,5	-56,5	-46,5	-72,3	-117,3	-85,63							
+18,5	+10,41	+35,5	+30,2	+139,4	+82,6							

латит (хлорит-карбонат-серицитов фацес; 4 — кварц-серицитов фацес; 5 — каолинит-дикитов кварцит;

Таблица 7

Участък „Сусам“. Изменение на химичния състав на вулканските скали при образуването на

Компоненти	Тегловни %												
	1 56	2 6/13	3 26/50	4 15/28	5 15/29	6 16/31	7 15/26	8 3/9	9 3/5	10 10/20	11 13/25	12 4/11	13 12/24
SiO ₂	59,70	58,70	59,64	60,29	55,13	56,13	59,88	51,69	59,36	55,76	60,76	39,07	95,92
TiO ₂	0,60	0,75	0,64	0,91	0,95	0,81	0,51	0,87	0,74	0,55	0,59	0,39	0,78
Al ₂ O ₃	15,91	16,32	17,08	15,80	14,00	16,30	13,16	17,67	11,99	12,99	12,79	22,62	0,76
Fe ₂ O ₃	3,96	4,10	6,03	5,52	4,88	4,12	2,28	6,68	4,34	8,85	0,59	1,31	1,07
FeO	1,04	1,11	0,29	0,14	0,79	2,28	0,94	—	—	—	—	0,67	0,41
MnO	0,09	0,16	0,03	—	0,07	0,19	—	—	—	0,01	0,08	—	—
MgO	1,70	1,15	0,97	0,80	7,15	2,35	0,07	0,27	0,22	0,31	0,92	0,13	—
CaO	5,16	7,19	2,75	0,89	5,58	5,23	0,70	0,49	0,71	0,44	—	0,52	0,29
Na ₂ O	3,36	2,99	3,11	1,95	2,72	2,99	0,50	1,07	0,23	1,18	0,45	0,57	0,06
K ₂ O	5,29	5,88	5,39	5,85	5,85	4,89	2,78	4,53	3,18	1,82	3,86	5,95	0,05
P ₂ O ₅	0,39	0,55	0,51	0,29	0,48	0,57	0,14	0,70	0,76	0,33	0,25	0,83	—
H ₂ O ⁻	0,44	0,46	1,67	2,40	1,17	1,26	0,25	1,07	1,85	0,27	0,31	0,82	0,09
H ₂ O ⁺	1,95	0,70	1,74	5,38	1,18	1,86	16,39	6,57	5,04	6,00	6,10	8,16	0,39
CO ₂	0,09	—	—	—	—	0,72	—	—	—	—	—	—	—
SO ₃	—	—	—	—	—	—	2,23	8,34	11,31	11,53	13,10	19,14	—
S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F	—	—	—	—	—	—	—	—	0,18	—	—	—	—
Сума	99,68	100,06	99,85	100,25	99,95	99,70	99,83	99,95	99,91	100,04	99,80	100,18	99,76
Обемно тегло	2,30	2,10	2,34	1,90	2,34	2,50	2,45	1,81	2,03	2,72	2,39	2,28	2,58

Аналитик: М. Велинова

Забележка: 1, 2, 3 — латити; 4, 5 — шошонити; 6 — слабо пропилитизиран латит; 7 — опалит-

MgO — при пропилитизацията количеството му намалява; при прехода кварц-серицити рязко намалява — минава от инертно в напълно подвижно състояние. Във фациесите на вторичните кварцити намалява, но може да има различно поведение.

CaO — увеличава се в карбонатните фацисии на пропилитизираните латити (това вероятно се дължи на повишения μ_{CO_2}). В следващите преходи намалява, като при прехода към кварц-серицити минава в напълно подвижно състояние.

Na₂O — рязко намалява при пропилитизацията на латитите и е напълно подвижен компонент; при всички останали преходи намалява.

K₂O — минава от инертно в напълно подвижно състояние при различни преходи.

P₂O₅ — на фона на общ относителен износ от всички фацисии (най-голям за монокварцитите) количеството му се увеличава в някои случаи и най-вече при алунитовите кварцити. Обяснението може да се търси в повишените съдържания на P₂O₅ в алуниита, с образуване на хидротермален апатит или други фосфатни или фосфосъдържащи минерали (подобни случаи отбелязва Радонова, 1973), със заместването на SO₄ с PO₄ в алуниита.

Метасоматичният процес е протекъл с дейното участие на летливи компоненти. Така, с изключение на диаспоровите кварцити и монокварцити, метасоматичните изменения се характеризират с растящ привнос на вода, а за алунитовите кварцити и на SO₃.

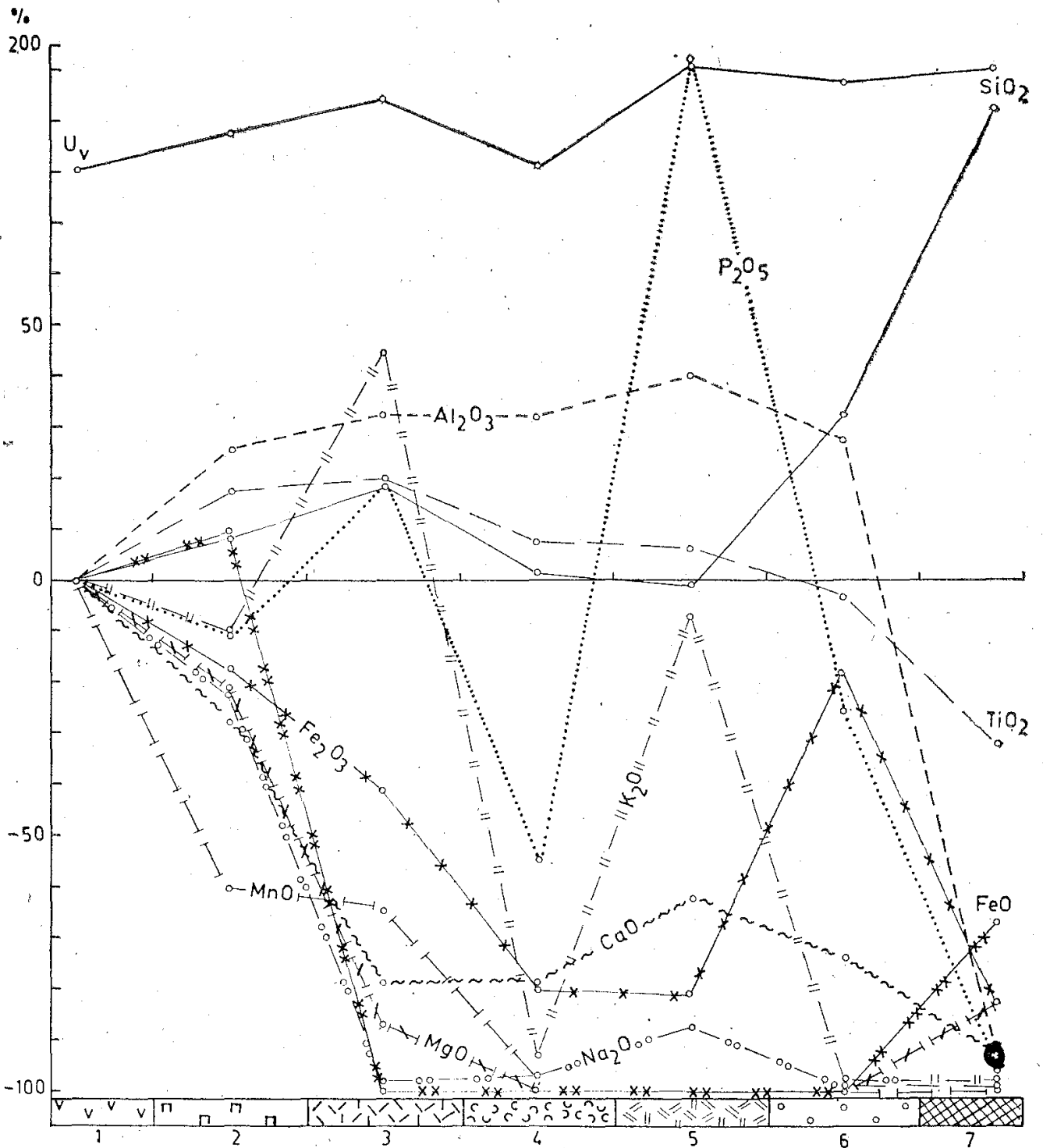
Привнос — износ										
абсолютна разлика в g					относителна разлика в %					
2—6	2—7	2—11	2—12	2—13	2	6	7	11	12	13
-17,5	+23,8	+22,3	-34,3	+124,9	0	+14,2	+19,3	+18,1	-27,8	+101,4
+0,5	-0,3	-0,2	-0,7	+0,4	0	+29,0	-20,5	-10,2	-43,6	-28,2
+6,6	-1,9	-3,6	+17,2	-32,3	0	+19,3	-5,7	-10,6	+50,3	-94,3
+1,7	-3,0	-7,2	-5,6	-5,8	0	+20,1	-35,0	-83,6	-65,3	-67,8
+3,4	-0,02	-2,3	-0,8	-1,3	0	+145,4	-1,0	-100,0	-34,5	-54,5
+0,1	-0,3	-0,1	-0,3	-0,3	0	+41,9	-100,0	-42,9	-100,0	-100,0
+3,5	-2,2	-0,2	-2,1	-2,4	0	+144,1	-92,9	-8,7	-87,7	-100,0
-2,0	-13,4	-15,1	-13,9	-14,3	0	-13,1	-88,6	-100,0	-92,2	-95,0
+1,2	-5,0	-5,2	-5,0	-6,1	0	+19,5	-80,4	-82,8	-79,3	-97,5
-0,1	-5,5	-3,1	+1,2	-12,2	0	-0,6	-44,7	-25,1	+9,7	-98,9
+0,3	-0,8	-0,6	+0,7	-1,1	0	+23,8	-70,2	-48,1	+63,6	-100,0
+3,2	-0,3	-0,2	+0,9	-0,9	0	+227,3	-36,4	-23,1	+93,3	-92,0
+1,8	+38,7	+13,1	+17,1	-0,5	0	+217,5	+2638,0	+894,3	+1164,1	-31,3
—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
—	+5,5	+31,4	+43,6	—	0	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
-2,1	-32,72	-37,8	-62,7	-77,2						
+39,8	+68,0	+66,8	+80,7	+125,3						

аргилезит + алузит; 8, 9, 10, 11, 12 — алузитови опалити и кварцити; 13 — монокварцит.

Особености в развитието на зоналността

Метасоматичната зоналност е резултат от киселинно-алкалната еволюция на метасоматичния процес (К о р ж и н с к и й, 1969) и е един от неговите най-съществени признаци. За да се изяснят по-пълно особеностите на процеса, е необходимо да се изучи развитието на метасоматичната колонка като цяло и се обхване целият спектър от преобразувания от неизменената изходна скала до крайните продукти на изменение в тиловите зони (З а р а й с к и й и др., 1981).

Във всички участъци на Боровишкия вулкански район в развитието на метасоматитите се установява както хоризонтална, така и вертикална зоналност. Наблюдаваните различия за отделните участъци се дължат, от една страна, на различните обективни условия, а от друга — на нееднаквата възможност за проследяване (разкритост, наличие на геологопроучвателни работи). Следва да се отбележи (както това се вижда при разглеждането на метасоматичните формации и фациеси за района), че по отношение на вертикалната и хоризонталната зоналност са налице много общи белези в развитието им. Изясняването на общите тенденции и на различията е важна предпоставка при изграждането на единен модел на метасоматичните процеси в Боровишкия вулкански район. В непосредствена връзка с това и както отбелязва Р у с и н о в (1989), особено актуално е развитието на представите за вертикалната зоналност на неразкриващите се на повърхността руди на

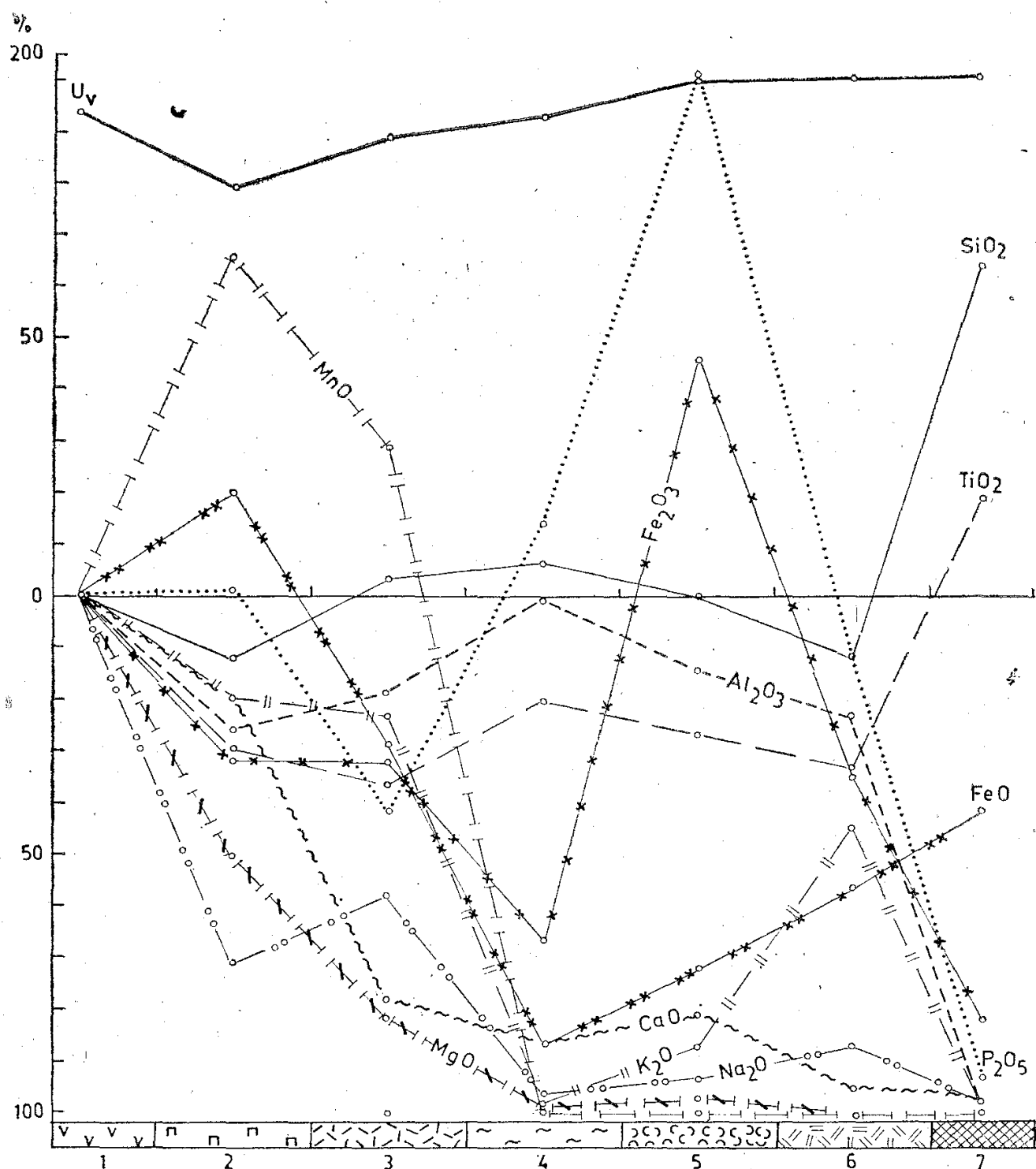


Фиг. 1. Вариационна диаграма на количествените изменения в уч. Сърница — Спахиево
 1 — слабо карбонатизиран латит; 2 — пропилитизиран латит; 3 — кварц-серицитов метасоматит; 4 — дикитов кварцит; 5 — алунитов кварцит; 6 — диаспоров кварцит; 7 — монокварцит

Fig. 1. Variation diagram of the quantitative alterations in the Sarnica-Spahievo region
 1 — slightly carbonatized latite; 2 — propylitized latite; 3 — quartz-sericite metasomatite; 4 — dickite quartzite; 5 — alunite quartzite; 6 — diaspore quartzite; 7 — monoquartzite

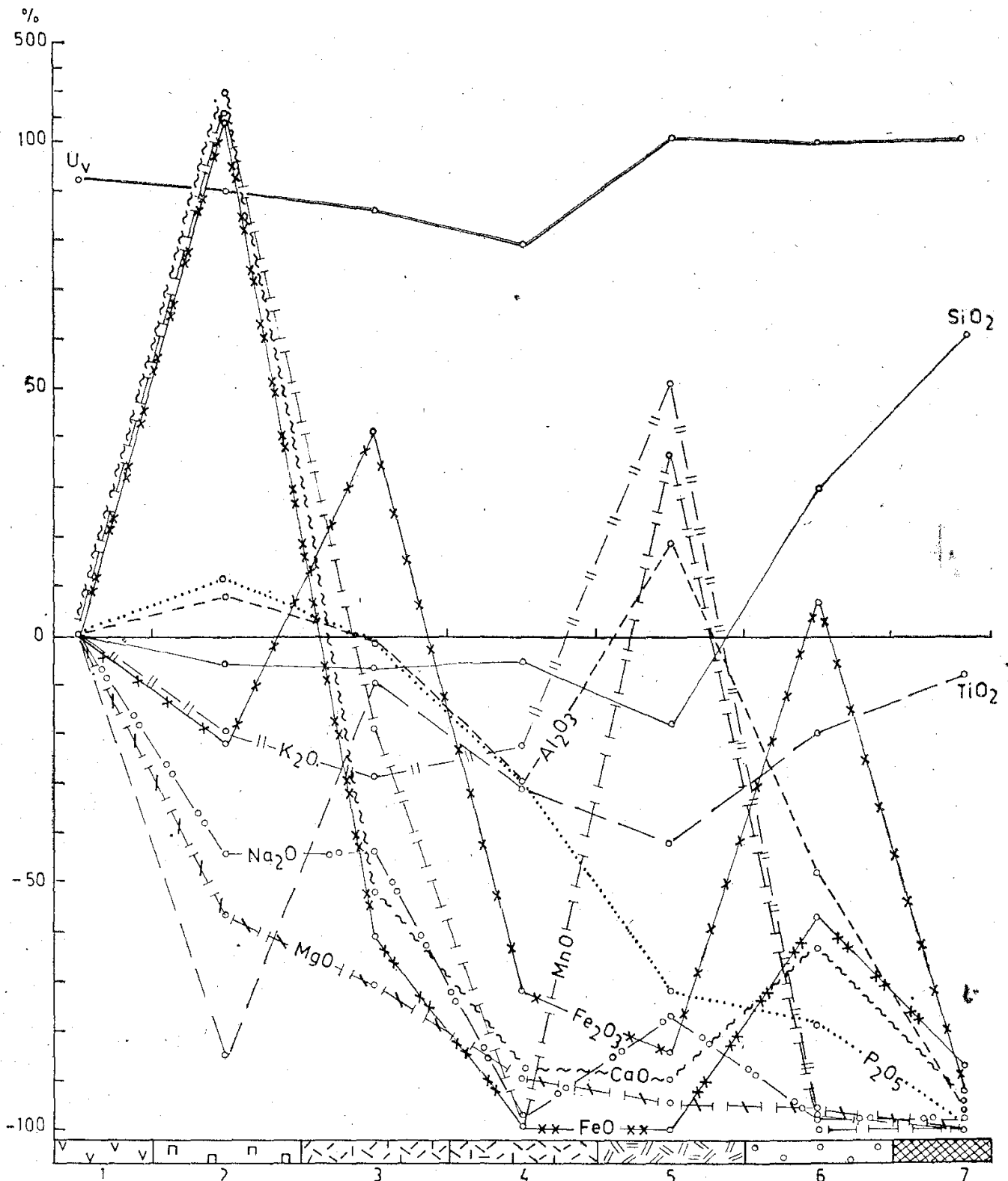
благородни и цветни метали, които изискват теоретична прогноза за търсене в дълбочина.

Първите данни за метасоматичната зоналност в района принадлежат на Раднова (1973), която по минералого-петроложки път отделя в стро-



Фиг. 2. Вариационна диаграма на количествените изменения в уч. Брястово-2
 1 — латит; 2 — пропилитизиран латит; 3 — кварц-серцитов метасоматит; 4 — аргилзит;
 5 — алуנית-каолинитов кварцит; 6 — алуניתов кварцит; 7 — монокварцит
 Fig. 2. Variation diagram of the quantitative alterations in the Brjastovo-2 region
 1 — latite; 2 — propylitized latite; 3 — quartz-sericite metasomatite; 4 — argillisite;
 5 — alunite-kaolinite quartzite; 6 — alunite quartzite; 7 — monoquartzite

га последователност слабо до максимално изменени скали в Спахийевското рудно поле. Въпросът за фащиалната принадлежност и зоналността на изменените скали от зоните на киселинно извличане в Спахийевското рудно поле има своето развитие в работите на К у н о в (1987) и V e l i p o v et al. (1990), като в последната широко е използван физикохимичен анализ



Фиг. 3. Вариационна диаграма на количествените изменения в уч. Пилашево-1
 1 — латит; 2 — пропилитизиран латит; 3 — кварц-серицитов метасоматит; 4 — серицитов кварцит+алунит; 5 — алунитов кварцит; 6 — диаспоров кварцит; 7 — монокварцит

Fig. 3. Variation diagram of the quantitative alterations in the Pilachevo-1 region
 1 — latite; 2 — propylitized latite; 3 — quartz-sericite metasomatite; 4 — sericite quartzite+alunite; 5 — alunite quartzite; 6 — diaspore quartzite; 7 — monoquartzite

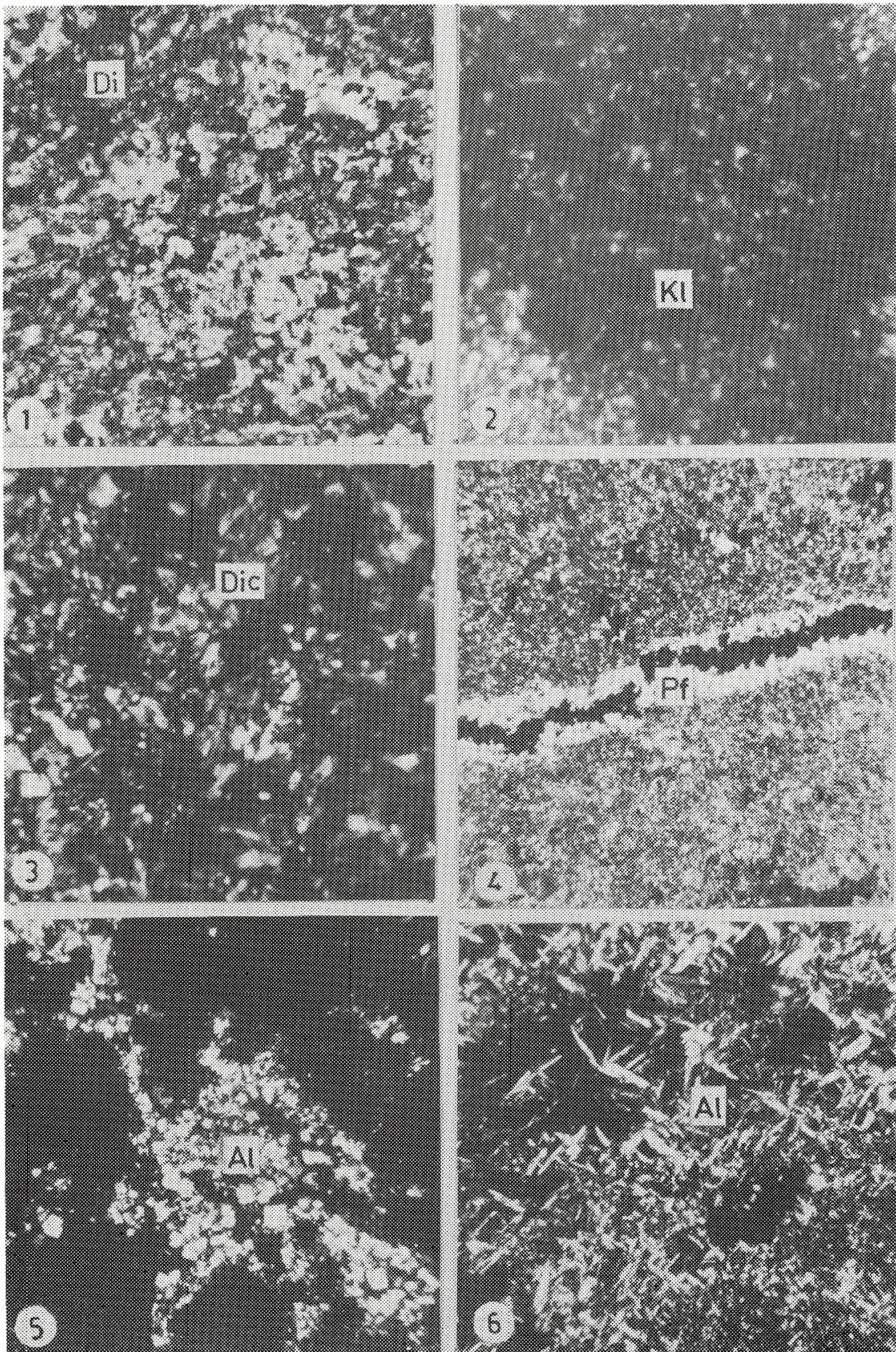


ТАБЛИЦА I

1 — диаспоров кварцит; Di — диаспор; II N, \times 75.

2 — каолиновый кварцит; Kl — каолинит; + N, \times 125. 3 — дикитов кварцит; Dic — дикит; + N, \times 125. 4 — прожилка от пирофилит (Pf) и пирит; + N, \times 75. 5 — алунитовый опалит; Al — алунит (ромбоэдричен); + N, \times 300. 6 — алунитовый кварцит; Al — алунит (пинакоидален); + N, \times 125.

PLATE I

1 — diaspore quartzite; Di — diaspore; II N, \times 75. 2 — kaolinite quartzite; Kl — kaolinite; + N, \times 125. 3 — dickite quartzite; Dic — dickite; + N, \times 125. 4 — vein of pyrophyllite (Pf) and pyrite; + N, \times 75. 5 — alunite opalite; alunite (rhombohedral); + N, \times 300. 6 — alunite quartzite; Al — alunite (pinacoidal); + N, \times 125.

Таблица 8

Участък „Светлина“. Изменение на химичния състав на вулканските скали при образуването на вторични кварцити

Компоненти	Тегловни %																
	1 39/90	2 12/31	3 35/84	4 36/85	5 24в	6 19/42	7 41/92	8 7/24	9 27/68	10 4/14	11 1/5	12 8/26	13 1/1	14 3/12	15 29/73	16 5/21	17 5/19
SiO ₂	59,30	61,39	60,44	58,34	64,84	68,86	61,30	46,41	72,07	46,22	57,43	46,87	31,46	92,91	95,53	97,79	97,99
TiO ₂	0,50	0,56	0,60	0,62	0,62	0,65	0,68	0,69	0,86	0,61	0,63	0,70	0,51	0,86	0,86	0,30	0,16
Al ₂ O ₃	16,93	17,96	17,82	18,13	16,56	14,75	17,57	20,75	10,22	18,40	13,70	15,88	22,08	0,68	1,02	0,51	0,51
Fe ₂ O ₃	4,50	4,51	4,97	5,51	3,53	1,02	7,67	8,24	0,45	5,19	0,76	4,97	4,17	2,84	0,44	0,05	—
FeO	0,38	0,65	0,21	0,65	0,14	—	0,43	0,22	—	0,14	—	—	—	0,10	0,68	0,18	0,09
MnO	0,08	0,10	—	0,07	0,01	—	0,01	0,03	—	—	—	0,08	—	—	—	—	—
MgO	1,70	0,77	0,55	0,75	0,79	0,08	1,42	0,46	0,22	0,16	0,10	—	0,61	0,14	0,15	—	—
CaO	4,17	3,80	3,61	4,46	0,59	0,66	0,52	0,40	0,17	0,53	0,15	0,41	0,93	0,56	0,33	0,15	0,29
Na ₂ O	3,61	3,58	3,59	3,37	1,27	0,16	0,20	1,10	0,20	0,65	0,75	0,84	0,42	—	0,05	0,10	0,10
K ₂ O	4,69	4,20	5,12	4,31	3,69	1,10	4,14	3,70	2,70	3,15	3,30	4,30	5,69	0,24	0,06	0,05	0,05
P ₂ O ₅	0,39	0,39	0,46	0,47	0,26	0,06	0,38	0,21	0,28	0,93	0,57	0,33	2,20	0,20	—	0,02	—
H ₂ O ⁻	1,45	0,71	1,45	1,47	1,56	1,18	0,68	1,98	0,29	0,75	0,45	2,15	0,98	0,15	0,10	0,09	0,06
H ₂ O ⁺	1,74	1,26	1,37	1,37	5,75	11,05	4,27	15,03	4,00	9,80	7,70	7,10	9,80	0,70	0,73	0,68	0,47
CO ₂	—	0,04	0,09	0,36	—	—	—	0,02	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SO ₃	—	—	—	—	—	—	0,46	0,56	8,33	13,50	14,00	16,16	20,10	0,78	—	—	—
S	—	—	—	—	—	0,90	—	—	—	—	—	—	—	—	0,08	0,03	—
F	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,41	—	1,27	—	—	—	—
Сума	99,44	99,92	100,28	99,88	99,61	100,47	99,73	99,80	99,79	100,03	99,95	99,79	100,22	100,16	100,03	99,95	99,72
Обемно тегло	2,40	2,42	2,40	2,45	1,80	1,86	1,99	2,03	2,57	2,22	1,81	2,30	1,96	2,30	2,47	2,58	2,58

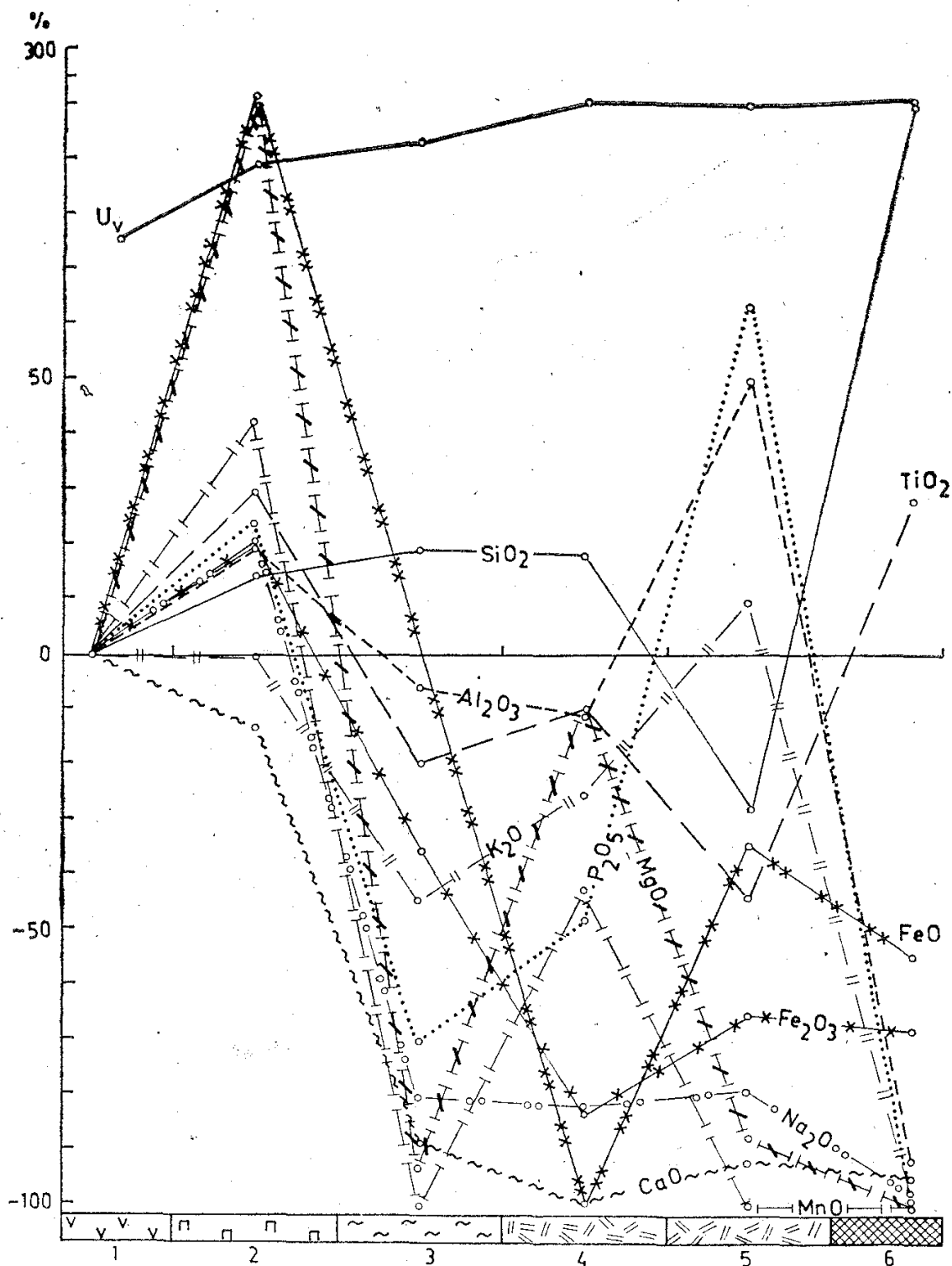
Аналитик: М. Велинова

Забележка: 1, 2, 3 — латити; 4 — слабо пропицитизиран латит (карбонатизиран, серицитизиран); 5 — кварц-хидрослюдов фац
14 — алунитсъдържащ кварцит; 15, 16, 17 — монокварцити.

Геохимия, минералогия и петрология, кн. 29 — Ангел Кунов — Вторични кварцити. . .

		Привнос — износ												
17 5/19		абсолютна разлика в g						относителна разлика в %						
		1—4	1—5	1—8	1—12	1—13	1—16	1	4	5	8	12	13	16
97,99	—0,02	—25,9	—48,7	—35,1	—81,6	+109,6	0	—0,01	—18,1	—34,0	—24,5	—57,0	+76,6	
0,16	+0,3	—0,1	+0,2	+0,4	—0,2	—0,4	0	+26,0	—7,2	+16,3	+33,7	—17,3	—35,7	
0,51	+3,6	—10,9	+1,3	—4,3	+2,3	—39,5	0	+8,8	—26,8	+3,3	—10,4	+5,7	—96,8	
—	+2,6	—4,5	+5,9	+0,6	—2,7	—10,7	0	+24,4	—41,3	+54,3	+5,5	—24,9	—98,8	
0,09	+0,7	—0,7	—0,5	—0,9	—0,9	—0,4	0	+73,8	—72,4	—51,2	—100,0	—100,0	—49,3	
—	—0,02	—0,2	—0,1	—0,01	—0,2	—0,2	0	—11,1	—90,6	—68,4	—4,5	—100,0	—100,0	
—	—2,3	—2,7	—3,2	—4,1	—2,9	—4,1	0	—55,2	—65,2	—77,2	—100,0	—70,9	—100,0	
0,29	+0,9	—9,0	—9,2	—9,1	—8,2	—10,0	0	+8,7	—89,4	—91,9	—90,6	—81,9	—99,2	
0,10	—0,4	—6,4	—6,5	—6,8	—7,9	—8,4	0	—5,1	—73,7	—74,3	—77,8	—90,6	—97,0	
0,05	—0,7	—4,6	—3,8	—1,4	—0,2	—11,2	0	—6,6	—41,1	—33,5	—12,4	—1,7	—98,9	
—	+0,2	—0,5	—0,5	—0,2	+3,4	—0,9	0	+22,5	—50,1	—54,6	—19,2	+357,1	—94,5	
0,06	+0,1	—0,7	+0,5	+1,5	—1,6	—3,3	0	+3,0	—19,4	+15,1	+41,6	—45,2	—93,3	
0,47	—0,8	+6,2	+26,4	+12,2	+15,0	—2,4	0	—20,0	+147,4	+628,0	+289,7	+356,4	—58,1	
—	+0,9	—	—0,04	—	—	—	0	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	+1,1	+37,2	+39,3	—	0	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	+0,1	0	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	+2,5	—	0	—	—	—	—	—	—	
99,72	—4,24	—66,2	—72,55	—61,91	—106,4	—91,5								
2,58	+9,3	+6,2	+41,34	+51,9	+62,5	+109,7								

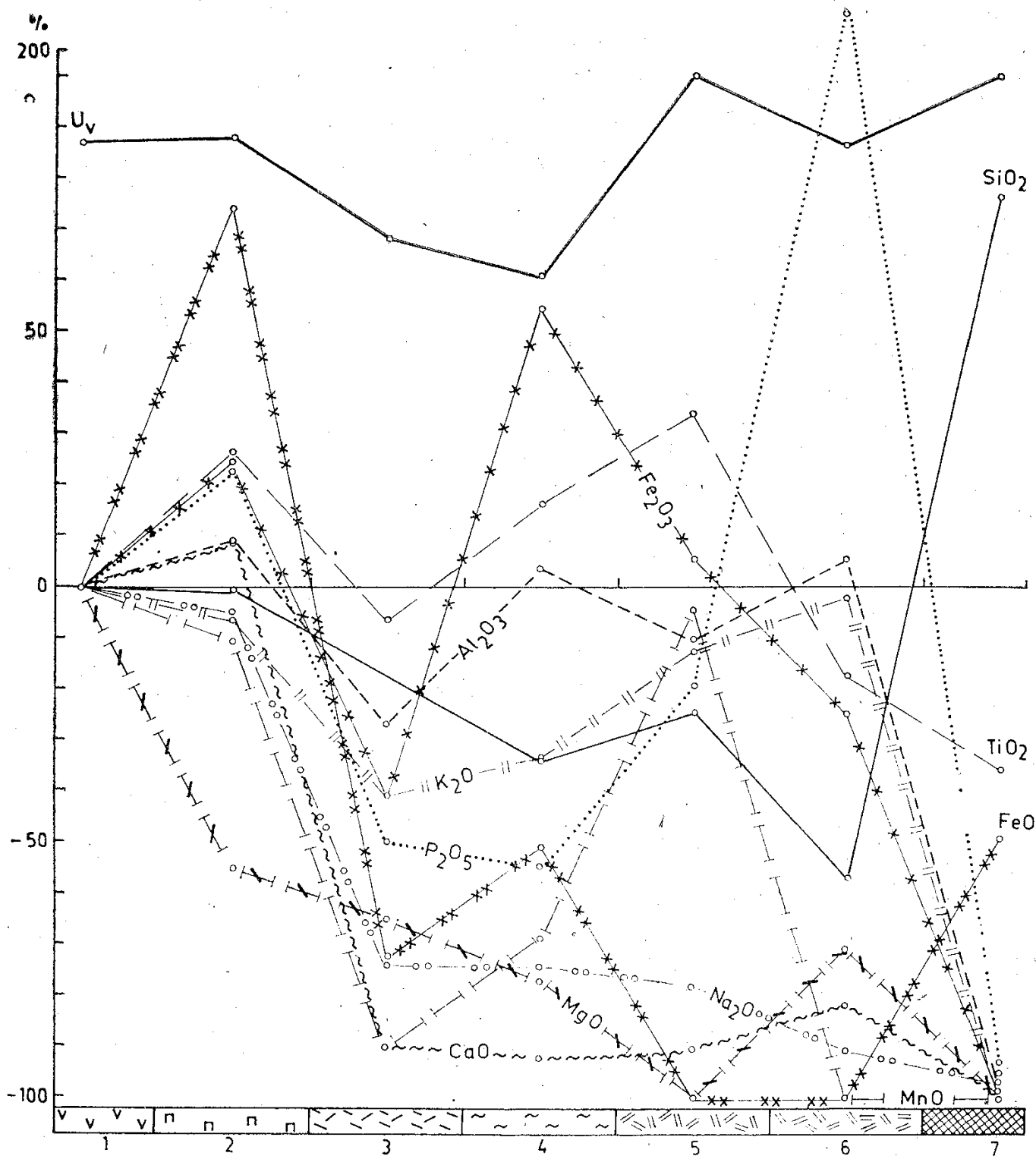
ов фациес; 6 — аргилизит (+ опал); 7, 8 — алунитсъдържащи аргилизити; 9, 10, 11, 12, 13 — алунитови кварцити и опалити;



Фиг. 4. Вариационна диаграма на количествените изменения в уч. Сусам
 1 — латит; 2 — пропилитизиран латит; 3 — опалит-аргиллизит; 4, 5 — алунитови кварцити; 6 — монокварцит.
 Fig 4. Variation diagram of the quantitative alterations in the Susam region
 1 — latite; 2 — propylitized latite; 3 — opalite-argillite; 4, 5 — alunite quartzites; 6 — monoquartzite

на минералните парагенези. Показаната метасоматична последователност и анализът на минералните парагенези (V e l i p o v et al., 1990, фиг. 2, 4, 5), в общи линии са валидни за другите разглеждани участъци (Брястово*,

* В цитираната работа са използвани и редица данни за западния дял на участък Брястово.



Фиг. 5. Вариационна диаграма на количествените изменения в уч. Светлина
 1 — латит; 2 — пропилитизиран латит; 3 — кварц-хидрослюдов метасоматит; 4 — аргилизит; 5, 6 — алунитови кварцити; 7 — монокварцит
 Fig. 5. Variation diagram of the quantitative alterations in the Svetlina region
 1 — latite; 2 — propylitized latite; 3 — quartz-hydromica metasomatite; 4 — argillite; 5, 6 — alunite quartzites; 7 — monoquartzite

Пилашево, Сусам, Светлина), поради което тук те не се разглеждат и се обръща внимание само на някои особености в зоналността. На изведената единна метасоматична колонка се показва генетичното единство на метасоматитите от киселинния стадий. Важен момент е разглеждането на пропилитовия тип метасоматити, съпровождащи вторичните кварцити, като външни зони на формация вторични кварцити. Тази идеализирана колонка не включва

най-широко разпространените алунитови кварцити, а така също диаспоровите кварцити и развитието на пиропфилит. Зад такова фиктивно противоречие между наблюдаваната метасоматична последователност в разглежданите обекти и идеализираната метасоматична колонка стои изискването за повишена активност на калия и сулфатните аниони при образуването на алунитовите кварцити.

Както общите белези, така и специфичните черти в метасоматичната зоналност за отделните участъци са в зависимост от геологоструктурното развитие и отразяват еволюцията на температурата и характера на разтворите. Русинов (1984) например посочва, че в съвременните геотермални области водеща роля при зоналността има температурният градиент при незначителни локални вариации на рН на разтворите. Отсъствието на някои зони, които би трябвало да се образуват, той обяснява с крайно неравновесните условия на минералообразуване и с рязка смяна на киселинността. Прави впечатление почти резкият преход от вторични кварцити и аргилизити към неизменени или слабо изменени вулканити на места в участъците Сусам и Светлина. Слабото развитие или отсъствието на типични пропилити и прехода чрез напълно опализирани скали определя зоналността „с деградация на външните зони“ и с „развитие на метастабилен опал вместо кварц, типичен за по-дълбочинни условия“ (Русинов, 1972). Подобно на съвременните солфатарни полета това са случаи на развитие в приповърхностни условия и вероятно намаляването на дълбочинността на хидротермалния процес е причина за по-голямо отклонение от равновесието.

Една от най-съществените особености в метасоматичната зоналност във всички участъци е редовното присъствие на алунитови кварцити. Развитие на алунитовия фациес като основен показва важната роля на сернокиселите хидротермални разтвори. Наличието на флуор в алунитовите кварцити (Пилашево, Сусам, Светлина) може да се дължи на халогенсъдържащ минерал (топаз, флуорит или установения флуорсъдържащ апатит). Това показва възможността за образуването и на халогеннокисели разтвори в определени моменти на хидротермалната дейност.

Друга особеност е образуването навсякъде на тилова монокварцова зона, което съгласно резултатите от моделирането (Зарайски, 1989) е възможно само в условията на наситеност на изходния разтвор със SiO_2 . Характерна особеност също е разнообразието на вътрешните биминерални зони и наличието на зона с епидотсъдържаща парагенеза (Velinov et al., 1990).

Изучаването на вторичните кварцити в североизточната част от периферията на Боровишкия вулкански район позволява отделянето на следните основни фащиални разновидности (Радонова, 1973; Кунов, 1987; Velinov et al., 1990): монокварцити, диаспорови, алунитови, дикитови и серицитови кварцити.

Известно усложняване на вертикалната зоналност се получава от образуването на серицит-пиропфилитови скали с диаспор и алунит (Кунов, 1987; Velinov et al., 1990). Неоднозначното отношение на пиропфилита с диаспора, алунита и серицита затруднява фащиалната характеристика. Едно телескопиране изглежда твърде вероятно и би могло да се обясни с разломяване и действието на сравнително по-високотемпературни хидротерми. Някои нови данни подсказват двукратно развитие на пиропфилит и принадлежност или към формацията на вторичните кварцити, или към епитермалните предрудни аргилизити.

Литература

- А в е р ь я н о в, И. 1965. Об алуниите измененных пород хребта Вернадского на острове Парамушир (Курильские острова). — Геол. рудн. местор., 7, № 2, 102—106.
- Алунииты Закарпатья. 1971. М., Недра, 176 с.
- А с л а н я н, С., И. В е л и н о в, М. В е л и н о в а. 1976. Генетические типы алуниитов и экспериментальные условия их синтезирования. — Геохим., минерал. и петрол., 5, 144—155.
- В е л и н о в, И. 1967. Пропилити и алуниитови кварцити в района на Брезник. — Геохим., минерал. и петрол. 16, 205—220.
- Д и р, У., Р. Х а у м, Дж. З у с м а н. 1966. Породообразующие минералы. М., Мир, 3, 141 с.
- З а р а й с к и й, Г. 1989. Зональность и условия образования метасоматических пород. М., Наука, 344 с.
- З а р а й с к и й, Г., Ю. Ш а п о в а л о в, О. Б е л я е в с к а я. 1981. Экспериментальное исследование кислотного метасоматоза. М., Наука, 218 с.
- З н а м е н с к и й, В. 1983. Закономерности строения, состава и генезиса пирит-серноалуниитовых руд Камчатки и Курильских островов. — В: Геология и генезис важнейших эндогенных неметаллических ископаемых, М., Наука, 198—242.
- К а з и ц ы н, Ю., В. Р у д н и к. 1968. Руководство к расчету балансе вещества и внутренней энергии при формировании метасоматических пород. М., Недра. 364 с.
- К а ш к а й, Ч. 1972. Физико-химические условия алуниитообразования. Баку, Элм, 64—67.
- К о р ж и н с к и й, Д. С. 1969. Теория метасоматической зональности. М., Наука. 112 с.
- К у н о в, А. 1987. Минералогия и зоналност на вторичните кварцити от североизточната част на периферията на Боровишката вулканотектонска депресия. — Канд. дис., С., 220 с.
- Н а б о к о, С. 1963. Гидротермальный метаморфизм пород в вулканических областях. М., Наука. 172 с.
- Н а к о в н и к, Н. 1958. Определение количественного изменения вещества при гидротермальном метаморфизме. — Зап. Всесоюз. минер. об-ва, 87, № 4, 401—417.
- Н а к о в н и к, Н. 1964. Вторичные кварциты СССР и связанные с ними месторождения полезных ископаемых. М., Недра. 338 с.
- О м е л ь я н е н к о, Б., И. В о л о в и к о в а, В. Д р и ц, Б. З в я г и н, О. А н д р е е в а, В. С а х а р о в. 1986. Положение серицита в ряду диоктаэдрических слюд. — Кристаллохимия минералов, 13 Конгр. ММА, Варна 1982, С., БАН, 385—394.
- Р а д о н о в а, Т. 1966. Зоналност на хидротермалните метаморфити и мястото на алуниитовите кварцити в тях при с. Попинци, Панагюрско. — Изв. Геол. инст., сер. геохим, минерал. и петрогр., 15, 129—143.
- Р а д о н о в а, Т. 1968. Дикит от вторичните кварцити на Централната и Западна част на Средногорската зона. — Изв. Геол. инст., сер. геохим., минерал. и петрогр., 17.
- Р а д о н о в а, Т. 1969. Зональность пропилитов и вторичных кварцитов Красен-Петеловской зоны Панагюрского района. — Геол. рудн. местор., 11, № 2, 53—63.
- Р а д о н о в а, Т. 1972. Алуниит от вторичните кварцити на Спахиевското рудно поле. — Изв. Геол. инст., сер. геохим, минерал. петрогр., 21, 85—96.
- Р а д о н о в а, Т. 1973. Хидротермални изменения на скалите в Спахиевското рудно поле. — Изв. Геол. инст., сер. геохим, минерал. и петрогр., 22, 141—161.
- Р а д о н о в а, Т., Д. С т е ф а н о в. 1974. Пиропилит от медното находище Асарел, Панагюрско. — В: Минерогенезис, С., БАН 219—227.
- Р а ш к о в, Р. 1962. Диаспорови вторични кварцити в землището на с. Спахиево, Хасковско. — Сп. Бълг. геол. д-во, 23, № 3, 263—274.
- Р у с и н о в, В. 1972. Геологические и физико-химические закономерности пропилитизации. М., Наука. 202 с.
- Р у с и н о в, В. 1984. Условия проявления вертикальной метасоматической зональности. — В: Метасоматизм и рудообразование, М., Наука, 247—256.
- Р у с и н о в, В. 1989. Метасоматические процессы в вулканических толщах. М., Наука. 214 с.
- G o u t, R., R. J a u b e r t h i e. 1976. Sur deux variétés de diasprore. — C. R. Acad. Sci., 282, № 19, 1697—1700.
- Selected powder diffraction data for minerals. 1974. Philadelphia.
- V e l i n o v, I., M. K a n a z i r s k i, A. K u n o v. 1990. Formational nature and physicochemical conditions of formation of metasomatites in the Spahievo ore field (Eastern Rhodopes, Bulgaria). — Geol. Balc., 20 № 4, 49—62.