

Петрология и К-Аг датиране на палеогенския магматизъм в района на селата Ябълково и Сталево, Източнородопска вулканска област

Йоцо Янев, Станислав Стойков, Золтан Печкай

Yanev, Y., S. Stoykov, Z. Pecska. 1998. Petrology and K-Ar dating of the Paleogene magmatism in the region of the villages Yabalkovo and Stalevo, Eastern Rhodopes volcanic area. - *Geochem., Mineral. and Petrol.*, 34, 97-110

Abstract. A monzonite pluton (Yabalkovo pluton) and some latite flows striking NE occur in the Thracian Plane, south of the Maritza river. They belong to the northernmost magmatics of the Eastern Rhodopes volcanic area. The monzonite contains phenocrysts and subphenocrysts of plagioclase (two generations), K-feldspar very rich in Ba-up to hyalophane (6,5 wt.%), amphibole (edenite and Mg-hastingsite), biotite (two generations) and rare clinopyroxene (augite). The latites contain phenocrysts of zoned plagioclase, biotite, amphibole (Mg-hastingsite), and in some flows also clinopyroxene (augite to diopside). The groundmass is of trachyte texture with feldspar microlites in a feldspar + quartz matrix. The crystallization temperature of the monzonite is 795°C, and of the two latite flows 875-945°C (according to the plagioclase-amphibole geothermometer); the pressure is about 5 kb and the f_{O_2} is a little above the NNO buffer.

The K-Ar age of the latites is 39.10 ± 1.52 Ma and indicates Bartonian age (Middle Eocene). These are the oldest volcanics in the Eastern Rhodopes Paleogene area. The age of the monzonite intrusion is Priabonian - 35.79 ± 1.41 Ma.

Key words: monzonites, latites, hyalophane, Eastern Rhodopes, Bartonian-Priabonian

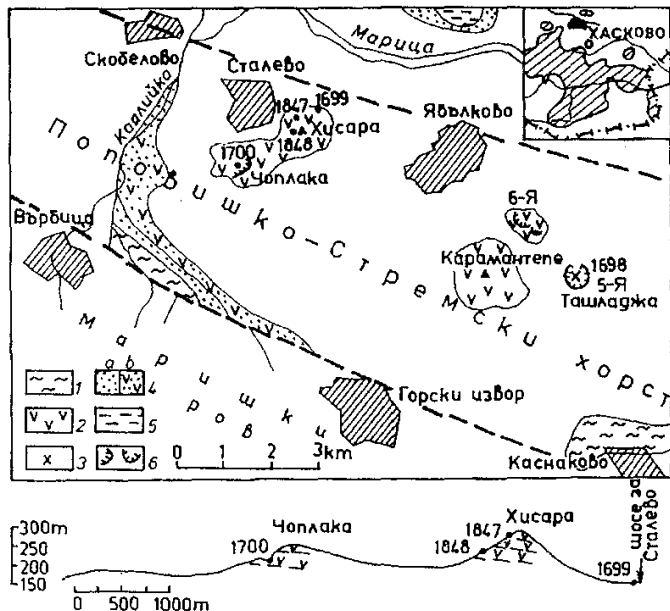
Address: Y. Yanev and S. Stoykov - Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, 1113 Sofia, Bulgaria, e-mail: yotzo@geology.bas.bg; Z. Pecska - Hungarian Academy of Sciences, АТОМКИ, Н-4001 Debrecen, Hungary

Ключови думи: монзонити, латити, хиалофан, Източни Родопи, бартон-приабон

Адрес: Й. Янев и С. Стойков - Геологически институт, Българска академия на науките, 1113 София; З. Печкай - Унгарска академия на науките, АТОМКИ, Н-4001 Дебрецен, Унгария

Южно от р. Марица, в Тракийската низина, между селата Ябълково и Сталево се издигат няколко хълма, изградени от вулканити, а единият от тях (източно от с. Ябълково) - от интрузивни скали (фиг. 1). Тези магматити, заедно с латитите при с. Мерицлери (Боянов и др.,

1993) и с. Бяла поляна представляват най-северните разкрития от Източнородопската вулканска област. Като се изключи пионерната структурна работа на Гочев (1965) те обаче не са били обект на петроложки и още повече на геохронологички изследвания.

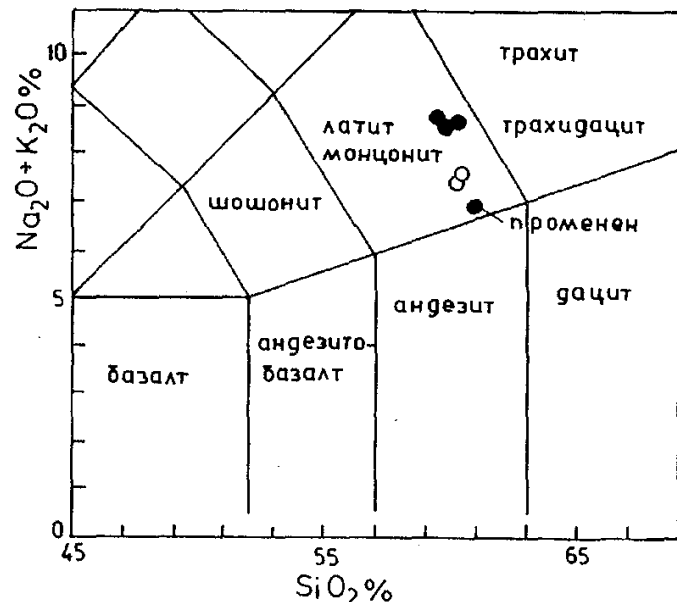


Фиг. 1. Геоложка карта на източната част на Поповишко-Стремския хорст (по Боянов и др., 1993, с изменения и допълнения на авторите) с разкритията на бартон-приабонските магматити и местата на анализирани образци: 1 - кристалинен фундамент, 2 - приабон-бартонски вулканити, 3 - Ябълковска интрузия, 4 - приабонски седиментни (а) и вулcano-седиментни (б) скали, 5 - олигоценски вулcano-седиментни скали, 6 - кариери. Във връзката Източнородопската вулканска област е заштрихована, а изследваните магматити са дадени с черно. Под картата е представен профил през хълмовете Чоплака и Хисара, югоизточно от с. Сталево

Fig. 1. Geological map of the eastern part of the Popovitsa-Striama horst (after Боянов и др., 1993, with modifications and additions of the authors) and location of the analysed samples: 1 - crystalline basement, 2 - Priabonian-Bartonian volcanics, 3 - Yabalkovo pluton, 4 - Priabonian sediments (a) and volcano-sedimentary rocks (b), 5 - Oligocene volcano-sedimentary rocks, 6 - quarries. In the right corner the Eastern Rhodopes Paleogene volcanic area is hatched and the studied area is presented in black. In the bottom: a geological profile across Choplaka and Hissara hills, SE of the Stalevo village

От всички автори вулканитите при с. Ябълково и Сталево са отнасяни към приабонския вулканизъм поради приликата им с скалите на I среднокисел вулканизъм (Иванов, 1960; Ivanov, Корр, 1968), по палеомагнитни данни (Ножаров и др., 1972) и наличие на седименти непосредствено южно от тях, литоложки подобни на приабонските (Боянов и др., 1993).

Настоящата работа има за цел да даде първите сведения за петрологията на тези магматити, както и да се представят К-Аг данни за възрастта им.



Фиг. 2. Алкално-силициева класификационна диаграма (по Le Maitre, 1984) с разположение на фигуративните точки на монцонитите от Ябълковската интрузия (бели точки) и на латитите (черни точки)
Fig. 2. TAS diagram (after Le Maitre, 1984) with the points of monzonites of the Yabalkovo pluton (open circles) and of latites (solid circles)

Геоложко положение

Разкритията на описваните магматити (фиг. 1) се разполагат в източния край на т. нар. Стрямско-Поповишки хорст (Боянов и др., 1983). В тази част на хорста се разкриват също така метаморфити и триаски скали от фундамента на Източнородопското палеогенско понижение (северно от селата Върбица и Каснаково). Северно от с. Върбица върху метаморфитите лежат седиментни и вулcano-седиментни скали, отнасяни към приабона (Боянов и др., 1993). Не се наблюдават преки взаимоотношения между тези седименти, метаморфитите и триаските скали от една страна и изследваните магматити от друга.

Описваните вулканити изграждат един моноклинално потъващ на СИ под ъгъл 15-20° комплекс, съставен от няколко лавови потока с дебелина от няколко десетки м. Само лавовият поток в кариерата край с. Ябълково лежи субхоризонтално. Във входа на кариерата на с. Сталево (хълмът Чоплака) се наблюдават и няколко пласта от епикластити и лавобрекчи. В най-западната кариера на

Т а б л и ц а 1

Химичен състав на магматитите от района на селата Ябълково и Сталево

Table 1

Chemical composition of the magmatic rocks from the region of Yabalkovo and Stalevo villages

Но на проба	1698	5	6	1699	1847	1700
Оксиди (%)	МОНЦОНИТ	МОНЦОНИТ	ЛАТИТ	ВИСОКО К ЛАТИТ	ВИСОКО К ЛАТИТ	ЛАТИТ
SiO ₂	57,21	58,35	57,77	58,70	58,97	58,29
TiO ₂	0,55	0,57	0,68	0,53	0,59	0,51
Al ₂ O ₃	15,95	16,78	16,92	17,87	17,79	17,23
(Fe ₂ O ₃) _{tot}	5,16	5,12	5,60	5,03	4,77	5,03
MnO	0,08	0,10	0,06	0,08	0,07	0,15
MgO	3,73	3,46	2,72	2,37	2,42	2,45
CaO	5,26	4,64	4,96	4,33	4,89	5,38
Na ₂ O	3,05	3,59	4,77	3,27	4,21	3,01
K ₂ O	3,97	3,79	3,76	5,19	4,34	3,60
з. п. н.	4,66	3,09	2,35	2,13	1,50	3,83
Сума	99,62	99,49	99,56	99,50	99,55	99,48
(g/t)						
Rb	138	119	95	139		109
Sr	883	894	1230	1334		1198
Zr	104	155	185	166		126
Ba	3157	2666	n. d.	3925	3163	3059
Mn	697	722	527	578		1308
V	88	91	106	106		86
Y	14	19	19	14		18
Cr	14	13	<5	<5		<5

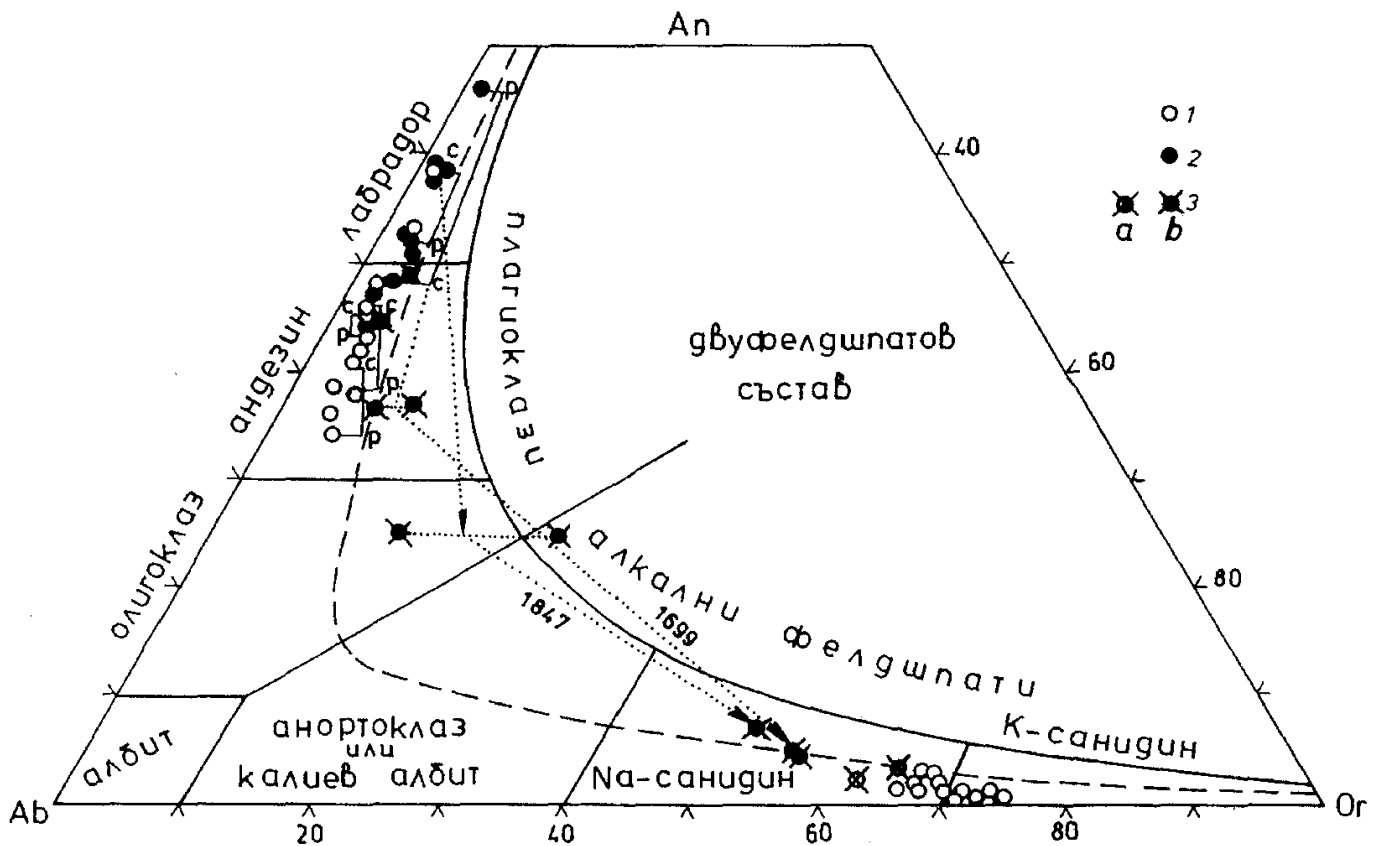
Място на пробите: 1698 и 5 - кариерата Ташладжа източно от с. Ябълково; 6 - старата кариера източно от с. Ябълково; 1699 - на пътя за с. Сталево, в северното подножие на вр. Хисара; 1847 - източно от връх Хисара, южно от с. Сталево; 1700 - кариерата югозападно от с. Сталево (карбонатизиран); Всички елементи са определени рентгено-флуоресцентно от М. Караджов и С. Стоянов (ГИ при БАН); а Ва - атомно-абсорбционно от И. Караджова (Софийски Университет)

Location of samples: 1698 and 5 - the quarry Tashladja, eastern of Yabalkovo; 6 - the old quarry, east of Yabalkovo; 1699 - on the road to Stalevo, in the foot of Hissara summit; 1847 - east of Hissara (south of Stalevo); 1700 - the quarry southwestern of Stalevo (strongly altered); All elements have been determined by RFA (M. Karadjov and S. Stoyanov, Geological Institute), Ba has been determined by AAA (I. Karadjova, Sofia University)

с. Ябълково (местността Кайряка) Гочев (1965) описва два потока с различен цвят, напуканост и текстура. Единият лавов поток е частично покрит от седименти. Другият пресича пясъчливо-алевролитови седименти, които са термично обработени и придобили червен цвят. Всичко това говори за наличие вероятно на сухоземна вулканска постройка, но силно еродирана, с неопределими размери, форма и център, от която е останал само този моноклинално залягащ комплекс. Ето защо не може да се приемат интерпретациите за наличието на два (Боянов и др., 1993) или даже три отделни вулкана (Yanev, Bardintzeff, 1996).

Петрографска характеристика

Интрузивни скали. В източната кариера на с. Ябълково (хълмът Ташладжа) се разкриват „светлобойни скали по-едро и по-равномерно кристалинни, по някой белези доближаващи се до интрузивните“ (Гочев, 1965), поради което този автор приема тялото за субвулканско. Скалите са блоково напукани (4 системи пукнатини), дребнозърнести, с масивна текстура и порфирна структура. По химичен състав (табл.1, фиг. 2) отговарят на монцонити. Изградени са от множество порфири и субпорфири от плагиоклаз (две генерации), малко К-Ва фелд-



Фиг. 3. Фелдшпатовата диаграма (по Smith, 1974) с фигуративните точки на фелдшпатите в Ябълковската интрузия (1), на плагиоклазовите порфири във вулканитите (2) и на фелдшпатовите микролити (3a - в монзонитите, 3b - в латитите); с - ядро, р - периферия на порфирите. Със стрелки са свързани фелдшпатите от латитите при с. Сталево (обр. 1699) и на вр. Хисара (обр. 1847). Между пунктираната и плътната линия се разполагат калиевите плагиоклази (К-лабрадор и т.н.) и калциево-алкалните фелдшпати (Са-анортоклаз или Са-К-албит, Са-На-санидин и Са-К-санидин)

Fig. 3. Feldspar diagram (after Smith, 1974) with the points of the feldspars of the Yabalkovo pluton (1), the plagioclase phenocrysts from the latites (2) and feldspar microlites (3a - in the monzonite, 3b - in the latites); c - core and p - rim of the phenocrysts. The arrows connect the latite feldspars of the samples 1699 (Stalevo village) and 1847 (Hissara summit). The area between black and dotted lines is of the K-plagioclases (K-labradorite, etc.) and of the calc-alkaline feldspars (Ca-anorthose or Ca-K-albite, Ca-Na-sanidine and Ca-K-sanidine)

шпат, зелен до кафяв амфибол, биотит (две генерации) и клинопироксен в сред основна маса. К-Ва фелдшпати и някои амфиболови кристали са заоблени, вследствие на резорбция от основната маса.

Плагиоклаз ($An_{46,8-52,8}Or_{1,8-2,1}Cn_{0,1-0,3}$ - табл. 2) и биотит I генерация ($Al^{IV} 2,5$, $Mg/Mg+Fe 0,53$) представляват дребни субпорфирни кристали, включени в К-Ва фелдшпат, в плагиоклаза II генерация и по-рядко в амфибола и биотита II генерация.

Плагиоклаз II генерация (табл. 2, фиг. 3) е представен от порфири с милиметрови размери, на места слабо зонални (ядро $An_{40-43}Or_{3-3,5}Cn_{0,1-0,2}$ и периферия $An_{34-36,2}Or_{4,2-4,8}Cn_{0-0,4}$). Има и случай със слабо

изразена обратна зоналност (ядро $An_{44,7}Or_{2,6}Cn_{0,1}$, периферия $An_{46,4}Or_{2,1}Cn_0$).

К-Ва фелдшпати са редки, със субпорфирни до порфирни размери. Наблюдават се единични кристали, с големина до 2 см, притежаващи копринен блясък. Тези фелдшпати имат различно съдържание на Ва, достигащо до това на хилофана (табл. 3). По рентгенографска характеристика те отговарят на Ва-ортоклаз ($n^{\circ}19-003$ от ASTM). К-фелдшпати (санидини) с такова високо бариново съдържание са установени и на други места в Източнородопската вулканска област като например в игнимбритите от Боровишката калдера (Марчев и Янев, непубликувани данни).

Таблица 2

Представителни анализи на плагиоклази

Table 2

Representative microprobe analyses of plagioclases

Проба	Монцитонит (образец 5)						Латити					
	5-21	5-14 с	5-15 р	5-24 с	5-25 р	5-34 м	6-3 р	6-4 с	1699-9 р	1699-10 с	1699-14 м	1847-13 м
SiO ₂	56,15	56,57	59,12	57,34	58,09	55,67	52,29	56,52	51,97	56,56	59,83	61,42
TiO ₂	0,24	—	0,03	—	—	0,04	—	0,10	0,01	0,08	0,21	0,03
Al ₂ O ₃	28,76	27,65	26,40	27,25	26,67	26,64	30,03	28,37	31,11	28,16	24,92	23,39
FeO _{tot}	0,12	0,23	—	0,32	0,14	0,25	0,47	0,23	0,51	0,39	1,18	0,62
MnO	0,01	—	0,13	0,06	0,11	0,02	—	0,06	0,02	—	0,26	0,07
MgO	—	—	—	—	—	0,31	—	—	0,05	—	0,15	0,18
CaO	9,34	8,59	7,12	8,09	7,46	9,25	11,52	9,25	12,50	9,13	6,75	4,64
Na ₂ O	5,65	5,79	7,07	6,26	6,74	5,80	4,38	5,75	3,42	5,07	5,55	6,30
K ₂ O	0,34	0,50	0,85	0,60	0,73	0,59	0,21	0,44	0,17	0,52	1,00	2,45
BaO	—	0,04	—	0,09	0,24	0,23	0,24	0,09	0,23	0,10	0,16	0,89
Сума	100,60	99,40	100,07	100	100,20	98,90	99,28	100,81	99,99	100,00	100,00	99,99
Or	2,00	3,00	4,80	3,50	4,20	3,4	1,30	2,60	1,10	3,30	6,60	15,10
Ab	51,20	53,20	61,10	56,20	59,20	51,10	40,10	51,50	32,60	48,40	55,70	59,10
An	46,80	43,70	34,00	40,10	36,20	45,10	58,20	45,80	65,90	48,20	37,40	24,10
Cn	—	0,10	—	0,20	0,40	0,40	0,40	0,20	0,40	0,20	0,30	1,70

Анализ 21 е на плагиоклази първа генерация в К-Ва фелдшпат; с - ядро, р - периферия, м - микролит (в таблици 2, 3 и 4). Микросондовите анализи на всички минерали са извършени на Jeol Superprobe 733 от К. Рекалов
Analyse 21 is of plagioclases I generation in K-Ba feldspar; c - core, p - rim, m - microlite (in the tables 2, 3 and 4); Microprobe analyses of all minerals had been made with Jeol Superprobe 733 by K. Rekalov

В К-Ва фелдшпати на описваните монцитонити Ва е зонално разпределен. Наблюдават се различно дебели зони със заоблени граници, успоредни на резорбираните контури на кристалите (фиг. 4-а, б). Съдържанието на Ва нараства от ядрото ($Or_{66,8-68}Ab_{25-26}Cn_{5,7-7,9}$) към най-външната зона ($Or_{63,5-65,8}Ab_{24,5-25,8}Cn_{9,2-9,5}$). В отделните зони то също не е постоянно, а плавно или рязко намалява към периферията на дадена зона. По този начин се създава впечатление за осцилационна зоналност. В субпорфирите има само една по-богата на Ва ивица в периферията. Върху тези зони в някои порфири (фиг. 4-с) се наблюдават петна, на места с граници, успоредни на цепителността на кристалите, които имат много по-ниски съдържания на Ва (ан. 32). Най-често тези петна са свързани с корзионни „заливи“ на основната маса в порфирите (фиг. 4-d). Последните, включително и нискобариевите участъци в тях са оконтурени от ивица хиалофан ($Or_{58,9-59,8}Ab_{26,5-27,6}Cn_{11-12}$), дебела 5-10 μm .

Това сложно разпределение на Ва сочи за неколкостепенно, при това разнопосочно взаимодействие на фелдшпатовите порфири с топилката. Може да се

предположи, че наблюдаваната зоналност (фиг. 4-а, б) е продукт на кристален растеж при висока температура на топилката (875°C - виж по-долу), с последователно увеличаване съдържанието на Ва. Разпределението му в отделните зони е възможно да се дължи на променящите се отношения на кинетичния и дифузионния режим на кристализация (Vesselinov, 1998). Барият е бил изнесен по-късно от някои участъци на кристалите (фиг. 4-с, d) вероятно от флуиди. Най-външната хиалофанова обвивка може да се интерпретира като образувана при внедряването на магмата близо до повърхността и рязкото понижаване на разтворимостта на Ва в топилката.

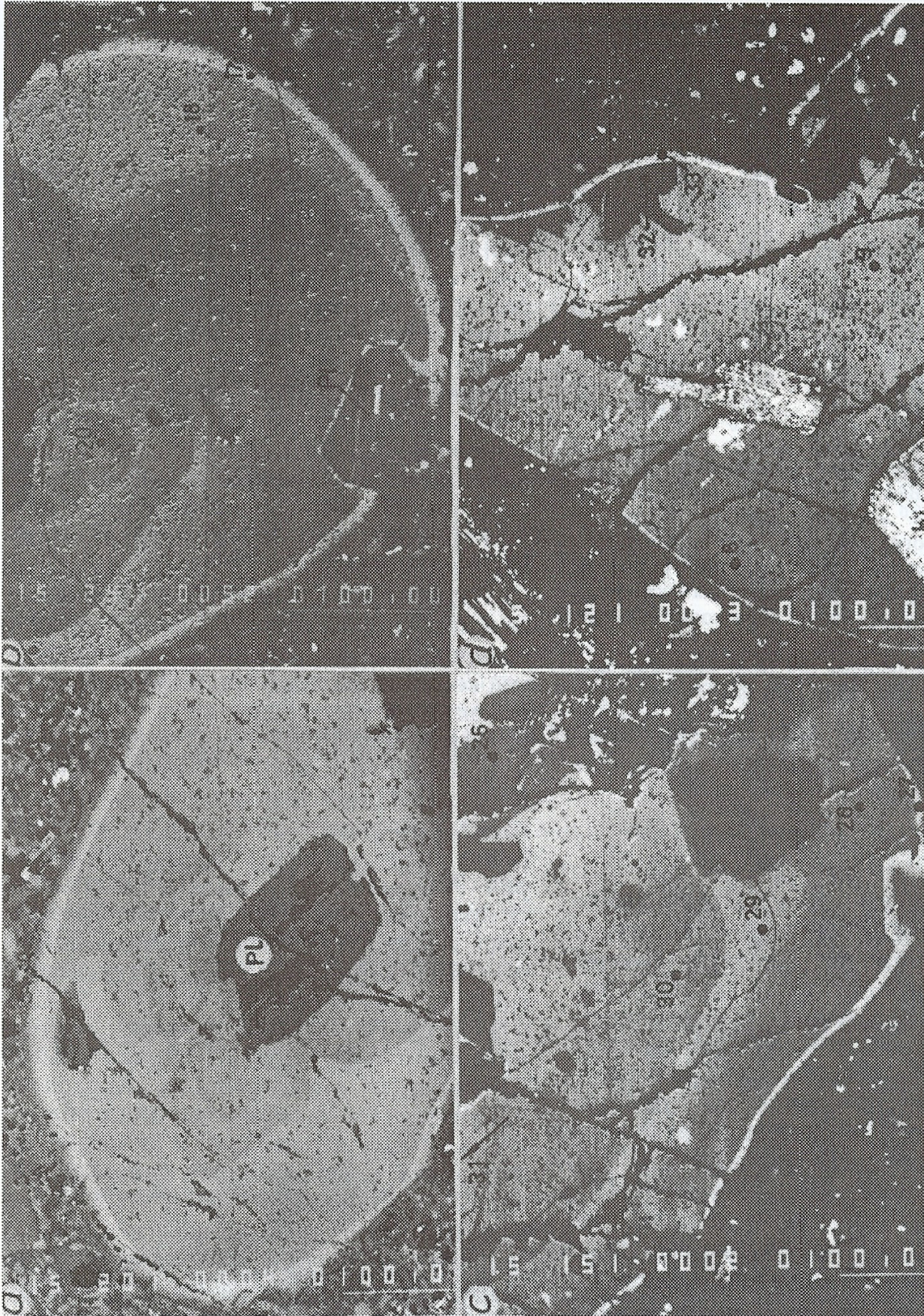
В К-Ва фелдшпати се наблюдава обратна корелация на отношението Si/Al и съдържанието на ВаО (фиг. 5). Това говори за изоморфизъм от типа (Ba^{2+}, Al^{3+}) \rightarrow (K^{+}, Sr^{2+}) (Афонина и др., 1978).

От мафичните минерали в най-голямо количеството е амфиболът (еденит до Mg-хейстингсит - табл. 4, фиг. 6), следван от биотит II генерация ($Al^{IV} 2,64-2,79$; Mg/Mg+Fe 0,52-0,60 - табл. 5, фиг. 7) и съвсем малко клинопироксен ($Wo_{43-44}En_{50-50,5}$ - табл. 4). Пироксенови микро-

Скала	Монцит (образец №5)										
	5-17 p1	5-18 p2	5-19 p3	5-20 c	5-27 p1	5-28 p2	5-29 p3	5-30 p4	5-31 p5		
SiO ₂	61,07	62,96	62,96	62,47	60,20	62,70	60,30	60,36	61,91		
TiO ₂	-	-	-	-	0,20	-	-	-	-		
Al ₂ O ₃	21,09	20,85	20,61	20,70	20,92	20,48	20,45	19,55	20,52		
FeO _{tot}	0,03	0,29	0,07	0,07	0,31	0,16	0,16	0,09	0,10		
MnO	0,07	-	0,14	0,11	-	0,10	-	0,05	0,10		
MgO	-	-	-	-	0,13	0,18	0,23	0,09	0,09		
CaO	0,16	0,02	-	0,07	0,30	0,01	0,06	0,01	0,20		
Na ₂ O	3,19	2,91	2,99	2,70	2,97	2,95	2,74	2,47	2,79		
K ₂ O	9,72	10,30	10,95	10,74	9,78	11,02	11,10	11,19	11,24		
BaO	5,68	3,61	2,87	2,91	5,87	4,16	5,06	4,75	4,31		
Сума	101,0	100,94	100,60	99,80	100,70	101,94	100,19	98,63	101,34		
Or	59,10	65,00	66,90	68,00	59,80	65,60	65,80	68,40	66,80		
Ab	29,50	27,9	27,70	26,00	27,60	26,70	24,70	23,00	25,10		
An	0,80	1,00	-	0,40	1,50	0,10	0,30	0,10	0,20		
Сп	10,60	8,10	5,40	5,70	11,00	7,60	9,20	8,60	7,90		
Скала	Монцит (образец №5)										
	5-8 p	5-9 p	5-32	5-33 p	5-36 m	5-37 m	1699-11 m	1699-13 m	1847-15 m		

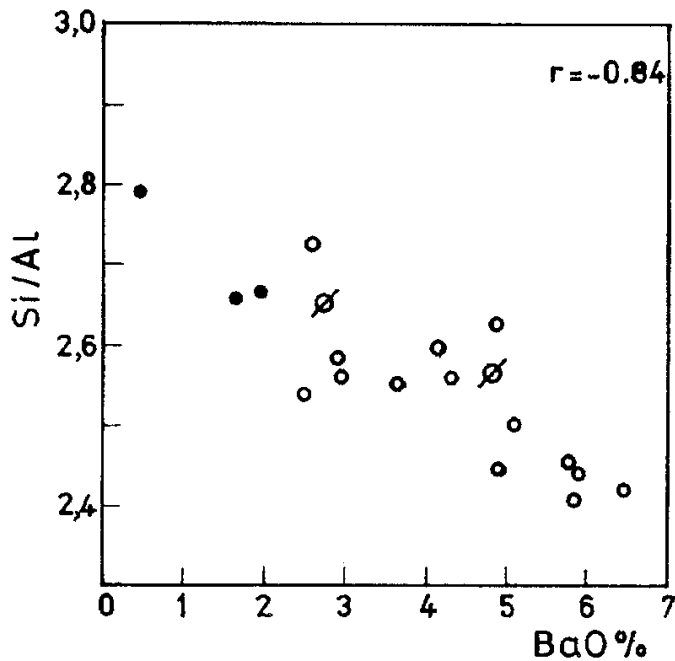
Латит

Монцит (образец №5)



Фиг. 4. Изображение в обратно отразени електрони на зонални, богати на Ва К-фелдшпатови кристали до хиалофан (периферията) от монзонитите на Ябълковската интрузия с включени в тях субпорфири от плагиоклаз (Pl) и биотит (bi) I генерация. Цифрите обозначават местата на микросондовите анализи (табл. 3). Отсечката в ляво е равна на 100 μm

Fig. 4. Back-scattered electron images of zonal Ba-rich K-feldspar and hyalophane (the periphery of the crystals) in the monzonite of the Yabalovo intrusion with subphenocrysts of plagioclase (Pl) and biotite (bi) I generation. The numbers indicate the microprobe analyses (Table 3). Scale bars in the left are 100 μm



Фиг. 5. Корелация между отношението Si/Al и съдържанието на BaO в К-Ва-фелдшпатови порфири на Ябълковската интрузия (белите точки), в микролити от основната маса (пресечени бели точки) и в санидиновите микролити на вулканитите (черните точки); $|r|$ - коефициент на корелация (значимият коефициент при $n=20$ и ниво на значимост 0,05 е $|r| > 0,44$)

Fig. 5. Correlation between the Si/Al ratio and BaO content in K-Ba-feldspars of the Yabalkovo pluton (open circles) and in the groundmass (barred circles), as well as of the sanidine microlites of the volcanics (solid circles); r - correlation coefficient (the significant coefficient at a 0.05 level of significance and $n=20$ is $|r| > 0.44$)

лити са включени в плагиоклаза, амфибола и биотита II генерация. Акцесори: Тi-магнетит и апатит. Биотитът II генерация и амфиболът са опацитизирани, което говори за плиткото ниво на застигане на магмата. Основаната маса е дребнозърнеста със субпорфирни фелдшпатови и биотитови кристали. Дребнозърнестата маса е съставена от ксеноморфни зърна от К-Ва фелдшпат със силно вариращо Ва съдържание ($Or_{57,6-62,7}Ab_{29,3-32}Sn_{4,9-8,9}$), кварц, плагиоклаз ($An_{45,1}Or_{3,4}Sn_{0,4}$) и клинопироксен ($Wo_{48}En_{38,6}$). Кварцови кристали заедно с карбонат се разполагат и в някои микроскопични миаролови кухни. Наблюдават се и променителни продукти, развити главно в основната маса и по някои зони на плагиоклазовите порфири: пре-

димно глинести минерали, дребнозърнест епидот, карбонат и адулар (последният само по плагиоклазовите порфири).

Присъствието на Ва-ортоклазови порфири в магматити с такъв състав говори за техния интрузивен характер, независимо от порфирната им текстура и опацитизацията на някои фемични минерали.

Вулкански скали. Вулканитите нямат пряко наблюдавани контакти с интрузивните скали (фиг. 1). По химичен състав те се определят като латити (табл. 1, фиг. 2), но с малко по-високо от монцитите алкално съдържание. В тях Гочев (1965) описва кухни от газови мехури (например на хълма Карамантепе край с. Ябълково), разслоение по минерали и минерални агрегати, слоеве на течение и линейност по порфирни минерали или агрегати. Подобно на интрузивните скали те са блоково, а на места и грубо призматично напукани.

Латитите са изградени от основна маса и порфири (размери 1-2 mm), с различни пропорции в отделните потоци (напр. много богат на порфири и субпорфири е потокът в кариерата на с. Сталево). Порфирите са от плагиоклаз две генерации, амфибол, биотит, понякога клинопироксен. Плагиоклазът (табл. 2) е често сериалнопорфирен, на места зонален (ядро $An_{45,8-58,5}Or_{2,1-3,3}Sn_{0,2-0,3}$ и периферия $An_{38,7-65,9}Or_{1,1-4,5}Sn_{0,0,4}$). Установява се права, осцилационна и обратна зоналност. Амфиболът (табл. 4) е Mg-хейстингсит (единични порфири достигат 1,5 cm), а биотитът (табл. 5) е с Al^{IV} 2,56-2,68 и Mg/Mg+Fe 0,63-0,68. В някои потоци като напр. в кариерата Кайряка край с. Ябълково и потокът на вр. Хисара се наблюдава и дребен клинопироксен ($Wo_{42-47}En_{40,5-46}$ - табл. 4). На места биотитовите и амфиболови кристали съдържат субпорфирен плагиоклаз. В някои потоци същите мафити са леко заоблени, а другаде са опацитизирани (например в потока на кариерата Кайряка край с. Ябълково амфиболът е напълно опацитизиран, а южно от с. Сталево силно опацитизиран е биотитът).

Основната маса на латитите е дреб-

Таблица 4

Представителни анализи на амфиболи и пироксени

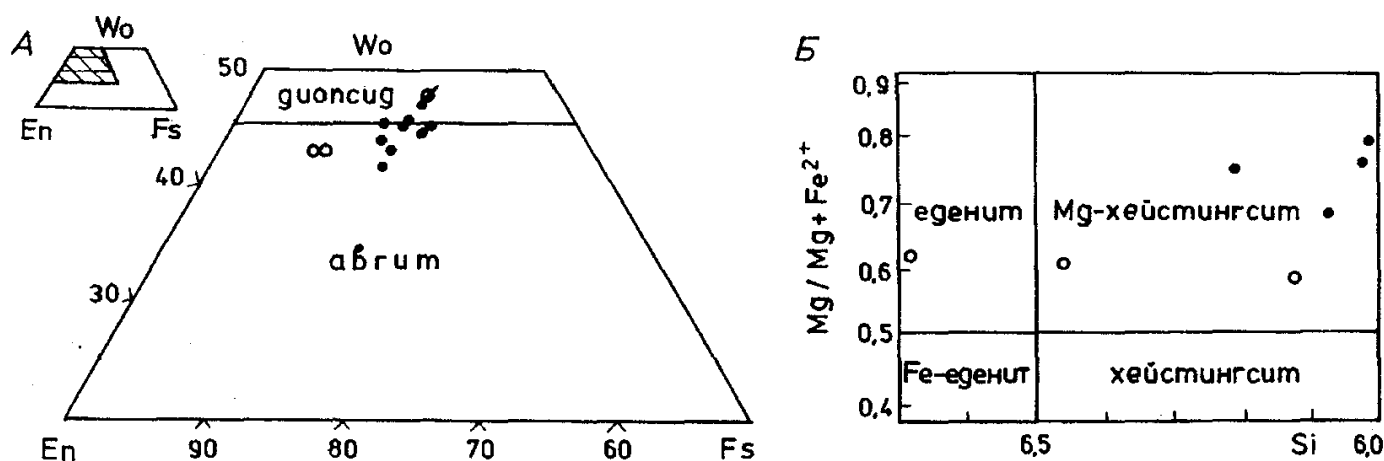
Table 4

Representative microprobe analyses of amphiboles and clinopyroxenes

Скала Проба	Еденит		Mg-хейстингсит			Авгит						
	Монционит		Латит			Монционит		Латит				
	5-6	5-23	1699-8	1847-8	1847-10	5-4	5-35 m	6-5	6-8	1699-5	1847-5	1847-12
SiO ₂	45,03	41,33	40,69	42,53	41,51	53,74	52,01	52,39	51,97	50,91	51,81	50,67
TiO ₂	1,85	1,84	2,14	2,35	2,29	0,28	0,16	0,49	0,50	0,56	0,43	0,42
Al ₂ O ₃	9,11	13,02	13,35	12,54	13,81	1,62	1,53	2,59	2,54	3,86	2,77	4,73
FeO ^{tot}	15,71	16,99	13,39	11,66	11,63	3,91	8,34	7,47	7,69	7,68	8,02	7,72
MnO	0,29	0,11	0,17	0,23	0,21	0,02	0,62	0,57	0,38	0,08	0,51	0,27
MgO	12,18	10,64	12,60	13,89	14,16	18,18	13,41	15,54	16,34	13,99	14,63	14,29
CaO	11,78	11,61	12,15	11,30	11,59	22,26	23,22	21,38	20,77	22,63	21,38	21,59
Na ₂ O	1,26	1,53	1,78	1,86	1,87	-	0,39	0,24	0,50	-	-	-
K ₂ O	1,10	1,47	1,55	1,17	1,12	-	-	-	-	-	-	-
H ₂ O	1,69	1,46	2,18	2,39	1,83	-	-	-	-	-	-	-
Сума	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,70	101,20	100,69	99,81	99,60	99,90
Si	6,681	6,124	6,074	6,213	6,005	1,955	1,954	1,927	1,913	1,896	1,931	1,882
Ti	0,205	0,205	0,240	0,260	0,249	0,008	0,005	0,014	0,014	0,016	0,012	0,012
Al ^{IV}	1,367	1,876	1,984	1,787	1,995	0,045	0,0463	0,073	0,087	0,104	0,069	0,118
Al ^{VI}	0,257	0,399	0,343	0,372	0,360	0,020	0,0214	0,039	0,023	0,065	0,052	0,089
Fe ³⁺	0,326	0,517	0,442	0,402	0,624	-	0,0131	0,007	-	-	-	-
Fe ²⁺	1,609	1,588	1,214	1,023	0,783	0,121	0,2449	0,223	0,237	0,239	0,250	0,240
Mn	-	0,014	0,022	0,029	0,026	0,001	0,020	0,018	0,012	0,003	0,016	0,008
Mg	2,694	2,350	2,805	3,051	3,053	0,986	0,751	0,852	0,896	0,777	0,813	0,791
Ca	1,873	1,864	1,944	1,784	1,796	0,868	0,935	0,843	0,819	0,903	0,853	0,859
Na	0,362	0,356	0,515	0,531	0,415	-	0,028	0,017	0,036	-	-	-
K	0,208	0,278	0,295	0,220	0,207	-	-	-	-	-	-	-
Mg#	62,61	59,61	69,79	77,89	79,81	89,1	75,1	79,2	79,1	76,5	76,5	76,7
Wo	-	-	-	-	-	43,94	47,99	43,78	41,95	47,06	44,55	45,45
En	-	-	-	-	-	49,94	38,56	44,28	45,92	40,48	42,41	41,86
Fs	-	-	-	-	-	6,12	13,45	11,94	12,12	12,47	13,04	12,96

Fe³⁺ в амфибола е изчислено по метода на Spear и Kimball (1984); H₂O като разлика до 100%; Fe³⁺ в клинопироксените е изчислено по формулата на Neumann (1976);

Fe³⁺ of amphiboles is calculated according to Spear and Kimball (1984); H₂O by the difference to 100%; Fe³⁺ of clinopyroxenes is calculated according to Neumann (1976)



Фиг. 6. Част от класификационната диаграма на пироксени (в ляво - по Morimoto, 1987) и на амфиболи (в дясно - по Leake et al., 1997) с фигуративните точки на минералите в Ябълковската интрузия (бели точки; пресечената е микролит) и във вулканитите (черни точки)

Fig. 6. Part of the classification diagrams of pyroxenes (after Morimoto, 1987, on the left) and of amphiboles (after Leake et al., 1997, on the right) with the points of the minerals in the Yabalkovo pluton (open circles; the barred one is microlite) and in the volcanics (solid circles)

Таблица 5
 Състав на биотитите
 Table 5
 Microprobe analyses of biotites

Скала	МОНЦИНИТ				Латит			
	Проба	5-16	5-10	5-13	6-7	1699-3	1699-7	1847-7
SiO ₂	36,26	35,15	35,27	35,83	35,36	34,71	36,29	35,97
TiO ₂	5,33	4,29	4,86	4,37	4,06	4,04	4,05	4,34
Al ₂ O ₃	15,43	15,64	15,80	16,25	16,26	16,29	16,71	17,98
FeO _{tot}	16,44	19,06	19,23	8,79	14,96	14,85	13,54	13,50
MnO	-	-	-	-	0,15	0,06	0,03	0,30
MgO	13,94	12,04	11,92	20,73	14,69	13,94	16,06	15,26
CaO	-	-	-	-	-	-	-	-
Na ₂ O	0,42	0,28	0,61	0,71	0,27	0,28	0,49	0,50
K ₂ O	8,66	8,41	8,61	8,49	8,28	7,65	8,01	7,66
BaO	1,17	1,62	1,69	1,85	1,84	1,13	1,73	1,05
H ₂ O	2,35	3,50	2,02	2,35	7,08	3,09	3,09	4,33
K	1,634	1,633	1,651	1,567	1,588	1,496	1,477	1,501
Na	0,120	0,083	0,178	0,199	0,079	0,083	0,140	0,147
Ba	0,068	0,097	0,100	0,105	0,108	0,068	0,100	0,062
X	1,822	1,813	1,929	1,871	1,765	1,647	1,717	1,710
Mg	3,074	2,732	2,671	4,472	3,288	3,194	3,439	3,517
Mn	-	-	-	-	0,019	0,008	0,038	0,004
Fe	2,034	2,426	2,417	1,064	1,881	1,909	1,707	1,663
Al ^{VI}	0,053	0,154	0,100	-	0,197	0,286	0,157	0,224
Ti	0,593	0,491	0,549	0,476	0,459	0,467	0,493	0,447
Y	5,754	5,839	5,773	6,011	5,844	5,864	5,834	5,855
Si	5,361	5,349	5,301	5,208	5,316	5,335	5,438	5,331
Al ^{IV}	2,639	2,651	2,699	2,792	2,684	2,665	2,562	2,669
Mg#	60,2	53,0	52,5	53,0	63,6	62,6	68,3	68,3

Анализ 5-10 е на биотит I генерация (в К-Ва фелдшпат); H₂O е изчислена като разлика до 100%

Analyse 5-10 is of biotite I generation (in K-Ba feldspar); H₂O is calculated by difference to 100%

нозърнеста. В потока на вр. Хисара тя е от ксеноморфен калиев плагиоклаз (табл. 2 и фиг. 3) със силно вариращ състав (An_{37,4-59}Or_{6,6-27,4}Сn_{0,1-1,7}), обогатен на Ва Са-Na-санидин (Or₅₂Ab_{37,7}Сn_{3,4} - табл. 3) и кварц. В основата на същия връх основната маса на латитите е от фини, също относително обогатени на Ва (фиг. 5) Na-санидинови микролити (Or_{54,4-55,7}Ab_{38,1-39,2}Сn_{0,8-3,8} - фиг. 3), с ксеноморфен кварц и плагиоклаз между тях. Микролитите са подредени в огънати потоци, придаващи на основната маса трахитова структура.

Някои от латитовите потоци са променени (напр. в кариерата на с. Сталево), където плагиоклазите и основната

маса са силно карбонатизирани. В други потоци (напр. източно от селото) някои от ядрата на плагиоклазовите фенокристали са аргилизирани. В някои латити в малки неправилни кухини нарастват микроскопични SiO₂ сферолити.

Като заключение за минералния състав на описваните магматити може да се посочат следните техни характерни черти: 1) високо Ва съдържание на К-фелдшпати (достигащи до хиалофан), 2) повишено съдържание на Ва в биотитите и плагиоклазите; 3) с напредване на кристализационния процес плагиоклазите стават по-кисели (напр. в монцонитите плагиоклаз I в сравнение с II генерация, както и порфирите в сравнение с микро-

Т а б л и ц а 6

K-Ar данни за възрастта на магматитите от района на селата Ябълково и Сталево

Table 6

K-Ar data for the magmatic rocks from the region of the villages Yabalkovo and Stalevo

Проба	Скала	K (%)	$^{40}\text{Ar}_{\text{rad}}$ (%)	$^{40}\text{Ar}_{\text{rad}}$ (cc Stp/g)	K-Ar възраст (млн. год.)
5	МОНЦОНИТ	2,87	66,5	$4,033 \times 10^{-6}$	$35,79 \pm 1,41$
1699	ЛАТИТ	3,41	72,2	$5,240 \times 10^{-6}$	$39,10 \pm 1,52$

Пробите са анализирани в Института за ядрени изследвания към Унгарската академия на науките - АТОМКИ, Дебрецен

Samples were analysed at the Institute of Nuclear Research of the Hungarian Academy of Sciences - АТОМКИ, Debercen

литите в латитите - фиг. 3). В края на процеса кристализират по-богати на калий плагиоклазови микролити и по-богати на Na K-фелдшпати (фиг. 3), както и по-богати на Fe пироксенови микролити (Mg# 75); 4) минералният състав на интрузивните и вулкански скали е близък, но показва следните разлики: плагиоклазите на монцонитите са по-кисели (фиг. 3); пироксенът в тях е по-магнезиев (фиг. 6 и табл. 4: в монцонитите Mg# 89, в латитите Mg# 76,5-82,4), но амфиболът (фиг. 6) и биотитът (фиг. 7) са с по-високо съдържание на Fe. Последното според Иванов (1970) говори за относително по-ниска температура на образуване на биотитите в интрузията. Това се потвърждава и от изчислената температура по плагиоклаз-амфиболовия геотермометър (Blundy, Holland 1990). За латитовия поток, източно от с. Сталево тя е $875 \pm 90^\circ\text{C}$, за този на вр. Хисара е $945 \pm 70^\circ\text{C}$, докато за интрузията е $845 \pm 85^\circ\text{C}$, изчислена при 4 кв (само с плагиоклаз II генерация). На базата на тези температури и отношението Fe/Fe+Mg на биотитите е определена фугитивността на кислорода, която е малко над NNO буфер (както във всички орогенни магмени серии). Тя е относително по-висока за латитите (фиг. 8). Налягането е оценено по отношението Al/Si в плагиоклаза и амфибола (Ферштатер, 1990) и е от порядъка на 5 kb (фиг. 8).

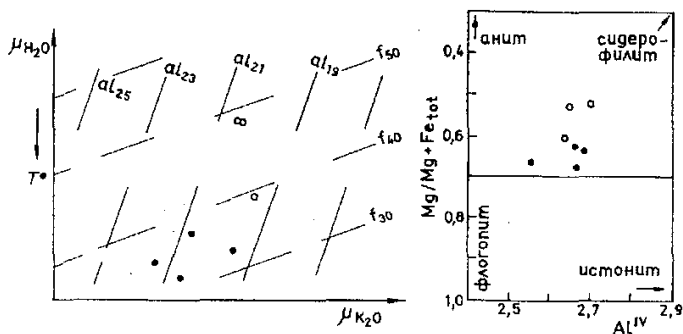
Описваните монцонити и латити освен по минерален и макрочимичен състав

са близки и по съдържание на някои редки елементи (Rb, Ba, Y, V), като само количеството на Sr и Zr е по-голямо в латитите (табл. 1), а на Sr - в монцонитите. И двата вида магматити се характеризират с повишени съдържания на Ba, по-високи от средните за този тип скали в Източните Родопи.

K-Ar възраст

Две проби от напълно запазен латит и слабо променен монцонит бяха изследвани в АТОМКИ на Унгарската Академия на науките, гр. Дебрецен. Резултатите от изследването са представени в таблица 6. Прави впечатление много високото процентно съдържание на радиогенен Ar в изследваните проби.

Тези резултати показват най-стара възраст от известната досега за източнородопските палеогенски магматити (виж Lilov et al., 1987). Като се има предвид, че границата бартон-приабон е 38,6 млн. г. (Harland et al., 1989) датираният латитов поток се отнася към бартона (среден еоцен), а Ябълковската интрузия - към приабона. Досега бяха установени само седименти с бартонска (в сондаж на 30 км СЗ от с. Сталево, в Горнотракийския басейн - Сапунджијева, Драгоманов, 1991) и лютеска възраст (в дълбокоеродираните части на Източнородопското палеогенско понижение, в



Фиг. 7. Диаграми с фигуративните точки на биотити от Ябълковската интрузия (бели точки) и от вулканитите (черни точки): в ляво в координати активност на K_2O - активност на H_2O (по Иванов, 1970) и в дясно в координати Al^{IV} - $Mg/Mg+Fe_{tot}$

$$al = 100 \cdot Al / (Al + Si + Ti + Mn + Mg + Fe_{tot});$$

$$f = 100 \cdot Fe_{tot} / (Fe_{tot} + Mg)$$

Fig. 7. Diagrams of biotites of the Yabalkovo pluton (open circles) and of the volcanics (solid circles): in the left with co-ordinates H_2O activity vs. K_2O activity (after Иванов, 1970) and in the right with co-ordinates Al^{IV} vs. $Mg/Mg+Fe_{tot}$

$$al = 100 \cdot Al / (Al + Si + Ti + Mn + Mg + Fe_{tot});$$

$$f = 100 \cdot Fe_{tot} / (Fe_{tot} + Mg)$$

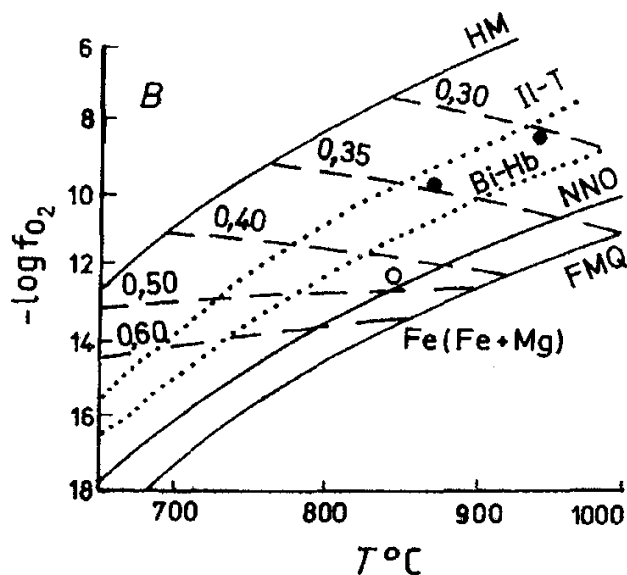
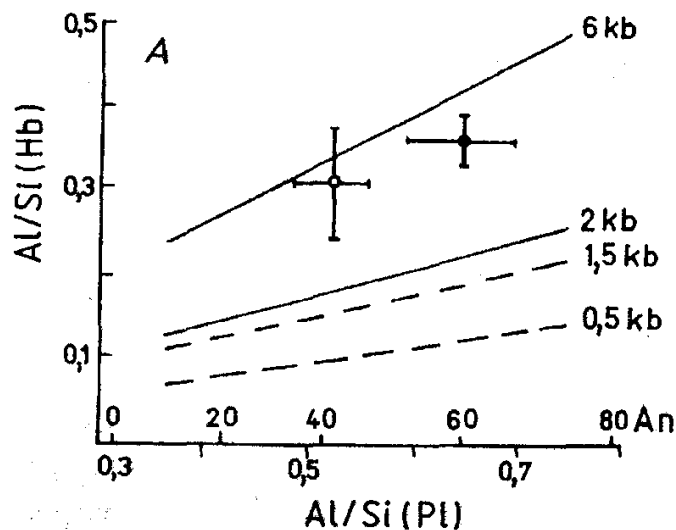
долината на р. Перперек - Драгоманов и др., 1986)

Заклучение

1) Изследваните вулканити от района на селата Ябълково и Сталево разширяват с над 2 млн. г. възрастовия диапазон на палеогенския магматизъм в Източните Родопи (39-24,5 млн.г.).

2) Те представляват едни от най-северно разкриващите се и най-стари магматити в Източнородопската палеогенска вулканска област. С това установената възрастова миграция от северозапад към югоизток в вулканската област на територията на България и северна Гърция (Yanev et al., 1995) се подчертава още по-добре.

Благодарности. Авторите изказват своята благодарност на И. Караджова (Софийски университет), на М. Караджов и С. Стоянов за извършените химически анализи, на К. Рекалов - за микросондовите анализи, на Р. Цанкарска - за рентгеноструктурния анализ на К-Ва фелдшпат, на Л. Хеския и Ц. Милутинова (всичките от Геологическия институт) - за начертаването на фигурите.



Фиг. 8. А. Оценка на налягането според отношението Al/Si в плагиоклаза (или съдържанието на анортит) и в амфибола (Ферштатер, 1990). В. Оценка на фугитивността на кислорода (Wones, Eugster, 1965) според температурата на магматитите и отношението $Fe/Fe+Mg$ на биотита (буфери: НМ - хематит-магнетитов, И-Т - илменит-титанитов, В-Нб - биотит-амфиболов, NNO - Ni-NiO, FMQ - фаялит-магнетит-кварцов). Бялата точка - монзонит от Ябълковската интрузия, черните - латити (в десния чертеж са използвани средни състави на биотита и средни температури)

Fig. 8. A. Estimation of the pressure according to the Al/Si ratio of plagioclase (or according to the An content) and of amphibole (Ферштатер, 1990). B. Estimation of the oxygene fugacity (Wones, Eugster, 1965) according to the temperature of the magmatic rocks and $Fe/Fe+Mg$ ratio of the biotites. Open circle - monzonite of the Yabalkovo pluton, solid circles - latites (the points of the part B of the figure represent the average ratio and average temperature)

Литература

- Афоница, Г. Г., В. М. Макагон, Б. М. Шмакин. 1978. *Барий- и рубидий-содержащие калиевые полевые шпаты*. Новосибирск, Наука. 112 с.
- Боянов, И., Л. Драгоманов, А. Горанов. 1983. Строеие допалеогенового фундамента Пловдивской депрессии. - В: *Марицкий шов и блоковое строеие Болгарского Среднегорья*. Рабочее совещание и полевые исследования раб. группы 4.4 проблемной комиссии IX., 80-104.
- Боянов, И., Ж. Шилифова, А. Горанов, М. Рускова, Т. Ненов. 1993. *Обяснителна записка към геоложката карта на България в М 1:100 000; лист Чирпан*. С., Геол. Инст. БАН и Геология и Геофизика АД. 56 с.
- Гочев, П. 1965. Накои петроструктурни особености на вулканитите край с. Ябълково, Хасковско. - *Спис. Бълг. геол. д-во*, **26**, 2, 217-223.
- Иванов, В. С. 1970. О влиянии температуры и химической активности калия на состав биотита в гранитоидах. - *Изв. АН СССР, сер. геол.*, **7**, 20-30.
- Иванов, Р. 1960. Магматизмът в Източнородопското понижение. Част I - Геология. - *Тр. геол. Бълг. Сер. Геохим. и пол. изкоп.*, **1**, 311-387.
- Драгоманов, Л., К. Григоров, Вл. Йончев, А. Желев, Ст. Даракчиева. 1986. Върху присъствието на литоложки предпоставки за среден еоцен в Източните Родопи. - *Год. ВМГИ*, **32**, св. II-Геол., 37-41.
- Ножаров, П., К. Ротер, Х. Фолщед. 1972. Палеомагнетизъм на някои горнокредни и терциерни андезити от България. - *Изв. Геофиз. инст.*, **18**, 117-131.
- Сапунджиева, В., Л. Драгоманов. 1991. Опорен сондаж за палеогена при с. Опълченец, Пловдивско. - *Спис. Бълг. геол. д-во*, **52**, 1, 42-49.
- Ферштатер, Г. Б. 1990. Эмпирический плагиоклаз-роговообманковый барометр. - *Геохимия*, **3**, 328-335.
- Blundy, J. D., T. J. B. Holland. 1990. Calcic amphibole equilibria and new amphibole-plagioclase geothermometer. - *Contrib. Mineral. Petrol.*, **104**, 208-224.
- Harland, W. B., R. L. Armstrong, A. V. Cox, L. E. Craig, A. G. Smith, D. G. Smith. 1989. *Geological Time Scale*. Cambridge Univ. Press. 263 p.
- Ivanov, I., Kopp, K.-O. 1969. Das Alttertiär Thrakiens und der Ostrhodope. - *Geol. & Paleont.*, **3**, 123-153.
- Leake, B. E., A. R. Woolley, C. E. S. Arps, W. D. Birch, M. C. Gilbert, J. D. Grice, F. C. Hawthorne, A. Kato, H. J. Kisch, V. G. Krivovichev, K. Linthout, J. Laird, J. Mandariano, W. V. Maresch, E. H. Nickel, N. M. S. Rock, J. C. Schumacher, D. C. Smith, N. C. N. Stephenson, L. Ungaretti, E. J. W. Whittaker, G. Youzhi. 1997. Nomenclature of amphiboles. Report of the Subcommittee on amphiboles in the IMA on new minerals and minerals names. - *Eur. J. Mineral.*, **9**, 623-651.
- Le Maitre, R. W. 1984. *A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms*. Oxford, Blackwell. 193 p.
- Lilov, P., Y. Yanev, P. Marchev. 1987. K/Ar dating of the Eastern Rhodopes Paleogene magmatism. - *Geologica Balc.*, **17**, 5, 49-58.
- Morimoto, N. 1989. Nomenclature of pyroxenes (Subcommittee on pyroxenes). - *Canad. Mineral.*, **27**, 143-156.
- Neumann, E. R. 1976. Two refinements for the calculation of structural formulae for pyroxenes and amphiboles. - *Norsk Geol. Tidsskr.*, **56**, 1-6.
- Smith, J. V. 1974. *Feldspar Minerals. I. Crystal Structure and Physical Properties*. Berlin, Springer-Verlag. 627 p.
- Spear, F. S., Kimball, K. L. 1984. REKAMP - a FORTRAN-IV program for Fe³⁺ contents in amphiboles. - *Comput. Geosci.*, **10**, 317-325.
- Vesselinov, I. 1998. Internal morphology of mineral crystals as clue to their growth histories. II. From kinematics to kinetics. - *Геохим., минерал. и петрол.*, **34**, 1-12.
- Wones, D. R., H. P. Eugster. 1965. Stability of biotite: experiment, theory and application. -

Amer. Mineral., **50**, 1228-1272.

Yanev, Y., J.-M. Bardintzeff. 1997. Petrology, volcanology and metallogeny of Paleogene collision-related volcanism of the Eastern Rhodopes (Bulgaria). - *Terra Nova*, **9**, 1-8.

Yanev, Y., F. Innocenti, P. Manetti, G. Serri. 1995. Paleogene collision magmatism in Eastern

Rhodopes (Bulgaria) and Western Thrace (Greece): temporal migration, petrochemical zoning and geodynamic significance. - *Proceed. XV Congr. of the CBGA, Athens*, **4**, 578-583.

Приета на 13.04.1998 г.
Accepted April 13, 1998