

Петроложка характеристика на хиалокластитите от Източното Средногорие

Бануш Банушев

Banushev, B. 1999. Petrological characteristic of hyaloclastites from the Eastern Srednogorie. – *Geochem., Mineral. and Petrol.*, **36**, 67-76

Abstract. Palagonitized hyaloclastites have been established in the northern parts of the Eastern Srednogorie to the west near Surnevo and San Stefano. They build up hyaloclastite flows, frontal or basal parts of lava flows or fill the space between pillow-lavas. The hyaloclastites are basic or intermediate in composition and are spatially and genetically related to mildly alkaline and alkaline volcanic rocks. According to the K_2O/SiO_2 diagram they belong to the high-K calc-alkaline, shoshonitic, high-K transitional and bulgaritic series. The hyaloclastites with basaltic composition are composed of numerous spheroids and glass clasts and associate with phonotephrites and shoshonites. The hyaloclastites with intermediate composition consist mainly of glass clasts and rare spheroids and are genetically related to trachytes and alkaline trachytes (bulgarites). The hyaloclastites have undergone different degrees of palagonitization. The latter has developed both along the periphery of the spheroids and has intruded them along concentric and radial joints, and along the glass clasts filling up the space between the spheroids.

The hyaloclastites have formed near the volcanic structures under subaqueous conditions as a result of globulation, fragmentation, melt flow and disruption of the vitrified surface parts of volcanites. Of particular significance are the chemistry, viscosity and lava flow rate which most probably control the ratio between spheroids and glass clasts.

Keywords: hyaloclastites, spheroids, palagonite, shoshonite, trachyte, Eastern Srednogorie

Address: University of Mining and Geology "St. Iv. Rilski", 1700 Sofia, Bulgaria

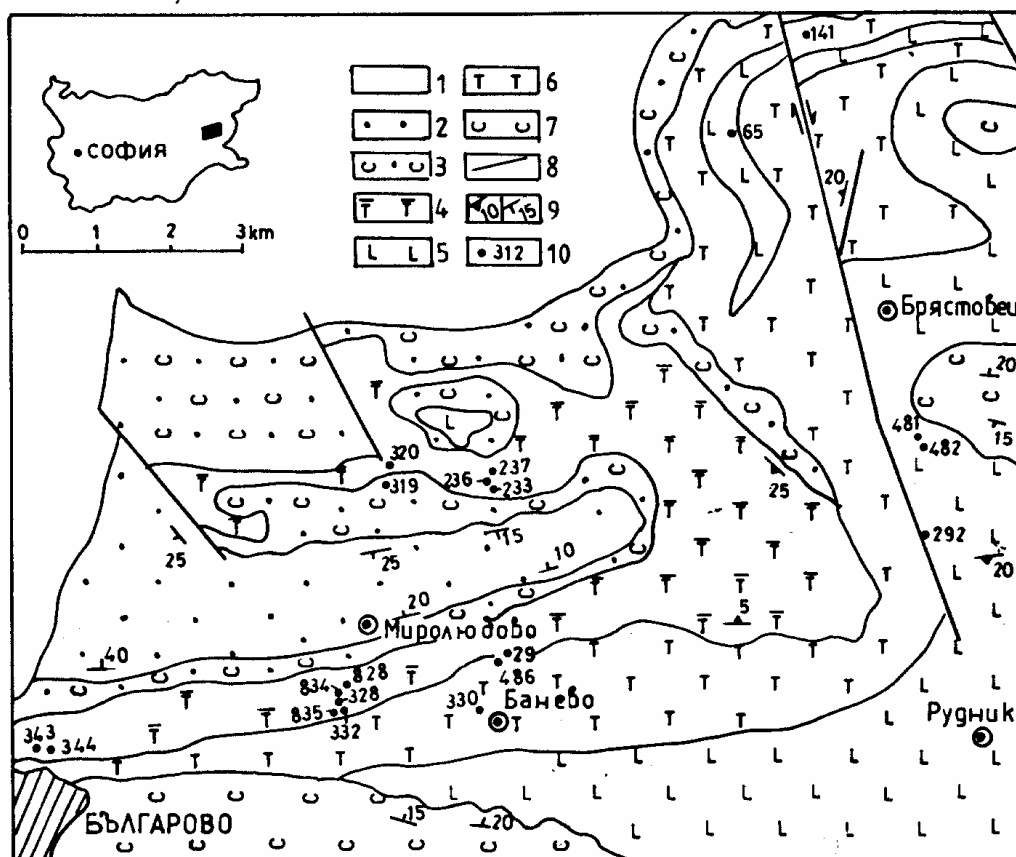
Ключови думи: хиалокластити, сфероиди, палагонит, шошонити, трахити, Източно Средногорие

Адрес: Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София

Въведение

Хиалокластитите са лавокластични скали, широко разпространени около вулканските апарати. Те изграждат челните и базални части на лавовите потоци или запълват пространството между сфероидите в пилоулавите. В литературата се описват предимно базични, в редки случаи ултрабазични, андезитови и кисели разновидности (Ширинян, 1963; Котова, 1977). Кратки

сведения за хиалокластитите от Източното Средногорие са публикувани от Борисов (1963, 1965), който ги описва като обсидианови брекчи. В изследванията си върху трахиандезитите около гр. Ахтопол, Станишева, Василев (1966) установяват стъклено-шлакова зона (хиалокластити), обхващаща предните и повърхностни части на трахиандезитовите потоци. По-късно



Фиг. 1. Геоложка карта на североизточната част на Източното Средногорие (по Петрова и др., 1994): 1 - кватернер; 2 - Еминска свита: флиш (пясъчници, варовици, мергели); 3 - 6 Драгановска свита: 3 - туфи, туфити, варовици и мергели, 4 - алкални трахити, 5 - алкални базалтоиди, 6 - трахити и трахиандезити; 7 - Медовска свита: туфи; 8 - разлом; 9 - плоскостни структури на течение във вулканитите (а) и слоестост (b); 10 - номер на образците

Fig.1. Geological map of the northeastern part of the Eastern Srednogorie (after Петрова и др., 1994): 1 - quaternary; 2 - Emin Formation: flysch (sandstones, limestones, marls); 3 - 6 Draganovo Formation: 3 - tuffs, tuffites, limestones and marls; 4 - alkali trachytes; 5 - alkali basaltoids; 6 - trachytes and trachyandesites; 7 - Medovo Formation: tuffs; 8 - fault; 9 - platy flow structures in the volcanites (a) and bedding (b), 10 - sample numbers

Станишева (1982) описва хиалокластична зона в най-горните части на лавовите потоци от Българовския палеовулкан. Петрографският състав и промените на хиалокластитите от района на селата Банево, Мирнолюбово, Драганово и Белодол в Източното Средногорие са описани от Банушев (1993).

В настоящата статията са изложени обобщените резултати от изследванията на минералния и химичния състав на базични и средни по състав хиалокластити от нови находища в района на с. Брястовец, с. Рудник, гр. Българово и по на запад - около селата Сърнево и Сан Стефано. Нови находища са установени северно и югозападно от с. Банево и с. Мирнолюбово,

които допълват описаните в района хиалокластити (Банушев, 1993).

За хиалокластитите съществуват многобройни термини и понятия. В много случаи в тях се влага различен, често противоречив смисъл. Поради това авторът на статията се придържа към първоначалното значение на термина, дефинирано от Rittmann (1960).

Петрографска характеристика

Хиалокластитите от Източното Средногорие имат много общи характеристики, но показват и някои съществени различия по отношение на минералния и химичния състав. Част от тях са базалтови и шошонитови. Разпространени са около селата Банево, Рудник и Брястовец (фиг. 1). Други са средни по състав (с. Миролюбово, западно от с. Банево, гр. Българово и с. Сърнево) и асоциират с трахити и алкални трахити (българити).

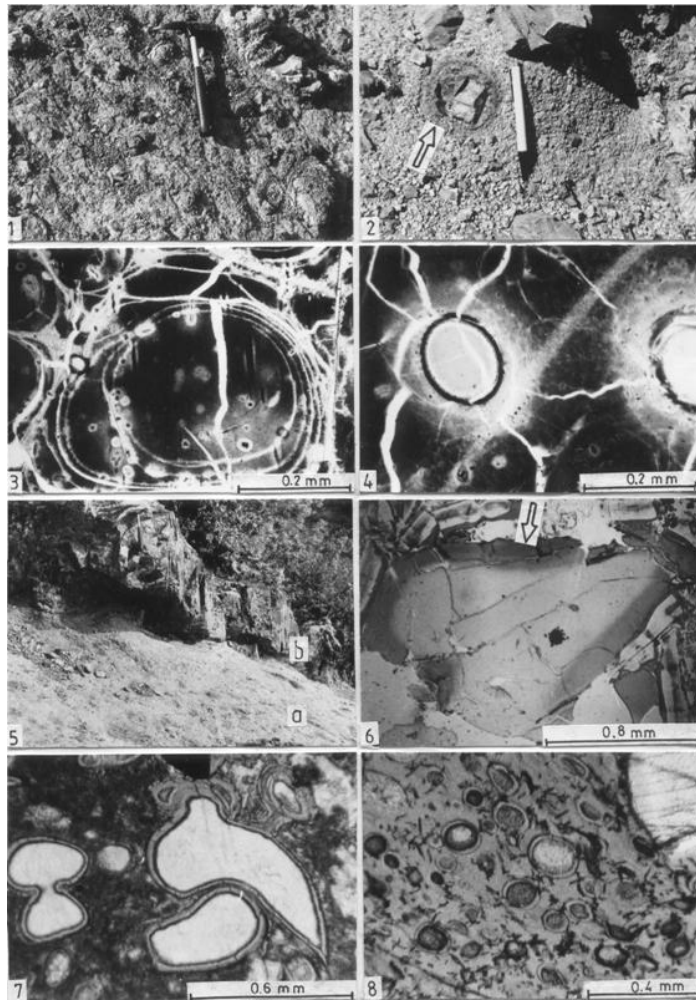
Базалтово - шошонитовите хиалокластити изграждат маломощни хиалокластични потоци или запълват пространството между отделните сфери на пилоу-лавите (фиг. 2, 1). Изградени са от черни сфероиди с диаметър 8-12 cm, в единични случаи до 30 cm. Количеството им е около 50% от обема на скалата. Пространството между тях е запълнено с тъмнокафяви или черни сидеромеланови класти.

Сфероидите са концентрично-зонални. По периферията им е развита палагонитова обвивка с дебелината около 2 cm (фиг. 2, 2). Вътрешните зони са от светложълто, частично хидратирано стъкло, с редки кристалити (лонгулити и скопулити) и палагонитови ивици. В централните части на сфероидите количеството на кристалитите и на рудния прах се увеличава. Появяват се авгитови, плагиоклазови и напълно променени в идингсит оливинови фенокристали. Структурата е витропорфирна, а на основната маса е кристалитова.

Стъклените фрагменти имат неправилна, изометрична или удължена форма. Те са

тъмнокафяви или черни с размери 2-6 mm. Свежият сидеромелан съдържа редки плагиоклазови (An_{50-60}), авгитови и оливинови фенокристали, микролити, кристалити, апатит и магнетит. Тъмнокафявите класти са частично или изцяло палагонитизирани. На места се наблюдава ясна перлитна напуканост (фиг. 2, 3). Наблюдават се и своеобразни сферични участъци, които са смектитизирани и зоелитизирани в различна степен (фиг. 2, 4).

Средните по състав хиалокластити асоциират с трахитови и алкалнотрахитови вулканити (фиг. 1, фиг. 2, 5). Изградени са от тъмнозелени, кафяви или черни сфероиди с диаметър около 10 cm. Наблюдават се и големи, елипсоидни сфероиди с размери до 0,6 m. Количеството им е около 5-10%. Пространството между тях е запълнено със зелени или зеленокафяви стъкленни класти. Сфероидите са палагонитизирани по периферията, като по-дребните, с диаметър 2-3 cm са изцяло променени. Навътре се наблюдава вулканско стъкло, с кристалити и палагонитови ивици. В централните части на сфероидите се появяват редки субпорфири и порфири от свежи плагиоклази (An_{46-48}), апатит и магнетит. На места се срещат сферолити, изградени от радиално-лъчесто разположени кристалити. Твърде характерна за централните части на по-големите сфероиди е флуидалната текстура, напълно идентична с тази на крайните части на лавовите потоци, граничещи с хиалокластитите. Микроскопските изследвания показват, че тя е обусловена от редуващи се жълтокафяви ивици от палагонит и тъмносиви до черни стъкленни ивици, с руден прах и кристалити. В най-вътрешните части на сфероидите палагонитовите ивици намаляват, а стъклото е изпълнено с рудни минерали, кристалити, редки микролити и фенокристали, с което се бележи преходът към микрокристалинна вулканска скала.



Фиг. 2. 1) Базични хиалокластити с множество сфероиди, южно от с. Брястовец; 2) Палагонитова яка около сфероиди; 3) Перлитна напуканост в стъклени класти, II N; 4) Сметтитизирани сферични в палагонитизирани стъклени класти, II N; 5) Хиалокластити (а), подстилящи лавов поток (b), оизточно от с. Миролюбово; 6) Периферна палагонитизация на стъклени класти, II N, северно от с. любово; 7) Палагонитизирани стъклени класти с аналцим в централните части на порите и селадонит ид на тънка ивица около аналцима, II N; 8) Палагонитизация на стъклените стени, разделящи газовите ини в пористо стъкло, II N

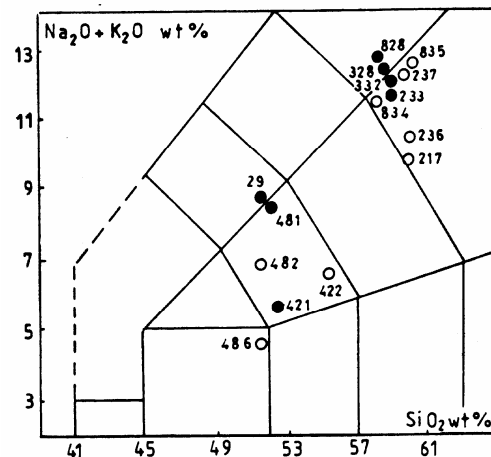
Fig. 2. 1) Basic hyaloclastites with multitude spheroids, south of Briastovetz village; 2) Palagonite cover around spheroids; 3) Perlite jointing in glass clasts, II N; 4) Smectitized spherical bodies in palagonitized glass clasts, II N; 5) Hyaloclastites (a) associated with a lava flow (b), northeastern of Miroljubovo village; 6) Peripheral palagonitization of glass clasts, north of Miroljubovo village; 7) Palagonitized glass clasts with analcime in the central parts of the pores and celadonite as a thin film around the analcime, II N; 8) Palagonitization of the glass walls separating the gas voids in porous glass, II N

Стъклените класти са зелени или зеленокафяви с размер до 1 см. Те са палагонитизирани, смектитизирани и зеолитизирани. Промените са най-интензивни по периферията на витрокластите и проникват във вътрешността по радиалните пукнатини (фиг. 2, 6). Палагонитизацията е развита и в порестото стъкло, по стъклените стени, разделящи газовите празнини (фиг. 2, 8). В централните части на някои класти е запазен жълт изотропен палагонит. Зеолитите са представени от зърнест изотропен аналцим. Селадонитът е във вид на тънка ивица, следваща очертанията на зеолитите или изгражда неправилни дребнозърнести образувания с микроагрегатна поляризация (фиг. 2, 7). Витрокластите съдържат редки плагиоклазови, пироксенови и оливинови фенокристали, апатит, магнетит и кристали. В някои от тях се наблюдава пореста и микрофлуидална текстура, като порите в някои случаи са удължени в резултат на пластичните деформации.

Рентгеноструктурните изследвания показват, че палагонитът от обвивката на сфероидите и периферните части на лавовите и пилоу-лавови потоци е рентгеноаморфно вещество със слабо изразени линии на монтморилонит и хлорит-монтморилонит (Банушев, 1993; 1998). Новообразуваната минерална асоциация в стъклените класти е представена от монтморилонит, хлорит-монтморилонит, селадонит, хлорит и аналцим. Количествените съотношения на минералите са различни и са в зависимост от степента на палагонитизация на витрокластите. Най-слаби са измененията на хиалокластите северно от с. Банево и с. Миролобово и южно от с. Брястовец. По-интензивни са промените в стъклото от района на с. Драганово, югозападно от с. Миролобово и с. Сан Стефано. Най-значителни са измененията в скалите североизточно от с. Миролобово, в които се наблюдава пълна промяна на стъклото.

Химизъм

Петрохимичните изследвания определят принадлежността на хиалокластите към две групи - базична и средна. Химизмът на стъклените и вътрешните кристализирани части на големите сфероиди е сравнен с околните лавови потоци (табл. 1 и 2). Според химичния състав хиалокластите са базалтови, шошонитови и трахитови (фиг. 3). Хиалокластите от района на с. Брястовец и с. Сан Стефано и асоцииращите с тях ефузивни скали са шошонитови. Стъклените и частично кристализиралите големи сфероиди от с. Сърнево и с. Миролобово, както и ефузивните скали, сред които са внедрени са трахитови (табл. 1, 2). Високите съдържания на алкалии в по-голяма част от вулканитите обуславят прехода на някои трахити във фонолити (фиг. 3).



Фиг. 3. Алкално-силициева класификационна диаграма (по Le Maitre et al., 1989) с разположение на фигуративните точки на хиалокластите (бели точки) и на ефузивните скали (черни точки) от Източното Средногорие
Fig. 3. TAS diagram (after Le Maitre et al., 1989) with the points of hyaloclastites (open circles) and of effusive rocks (solid circles) of the Eastern Srednogorie

Таблица 1. Химичен състав на хиалокластити

Table 1. Chemical composition of the hyaloclastites

Проба	486	482	217	236	422	237	834	835
SiO ₂	48,97	50,60	57,50	58,00	54,82	58,90	56,80	59,40
TiO ₂	0,71	0,86	0,65	0,82	0,77	0,56	0,79	0,65
Al ₂ O ₃	16,39	16,97	17,41	16,87	12,64	14,82	17,08	17,71
Fe ₂ O ₃	8,14	6,84	4,65	3,55	8,82	4,70	5,42	2,74
FeO	1,54	1,54	1,21	1,40	0,86	0,89	0,53	0,80
MnO	0,21	0,16	0,12	0,12	0,16	0,10	0,10	0,11
MgO	3,63	4,94	2,16	1,84	5,34	1,85	2,60	2,53
CaO	9,87	9,25	2,64	2,85	8,15	3,25	2,43	1,62
Na ₂ O	3,17	2,06	6,67	2,39	2,36	2,53	3,52	1,15
K ₂ O	1,30	4,83	2,71	7,92	4,18	9,73	7,95	11,35
P ₂ O ₅	0,58	0,47	0,37	1,02	0,36	1,01	0,82	0,69
SO ₃	-	-	0,01	0,01	0,10	-	0,07	0,06
ЗПН	4,87	1,59	4,08	3,02	1,22	1,45	1,51	1,26
Сума	99,38	100,11	100,18	99,81	99,78	99,79	99,62	100,07
N/K	2,44	0,43	2,46	0,30	0,56	0,26	0,44	0,10
P.I.	0,41	0,51	0,80	0,74	0,66	0,99	0,84	0,79
Нормативен състав по CIPW								
Q	4,63	0	0,74	7,81	6,41	2,05	0	3,97
Cor	0	0	0	1,63	0	0	0,23	2,24
Or	7,68	28,55	16,02	46,81	24,71	57,51	46,99	67,08
Ab	26,82	17,43	56,43	20,22	19,97	21,41	29,78	9,73
An	26,66	22,80	9,57	7,48	11,55	0,35	6,70	3,53
Di	14,42	15,59	0,87	0	20,65	7,15	0	0
Hu	2,36	0,38	4,98	4,58	3,72	1,29	3,55	6,30
Ol	0	3,29	0	0	0	0	2,05	0
Mt	3,59	2,99	2,41	2,53	1,06	1,57	0	1,05
Hm	5,66	4,78	2,99	1,81	8,09	3,62	5,42	2,01
Pl	1,35	1,63	1,23	1,56	1,46	1,06	1,33	1,23
Ap	1,37	1,11	0,88	2,42	0,85	2,39	1,94	1,63

N/K = Na₂O/K₂OP.I. = Na₂O + K₂O/Al₂O₃ (mol)

Стъкленни сфероиди: 486 – 1 km, северно от с. Банево; 482 – 3 km, югоизточно от с. Брястовец; 217 – 1,5 km, южно от с. Сърнево; 236 – 3,5 km, североизточно от с. Миролубово. Централни микролитови и частично кристализирани части на големи сфероиди: 422 – 1,5 km, южно от с. Сан Стефано; 237 – 3,5 km, североизточно от с. Миролубово; 834 и 835 – 1,5 km, югозападно от с. Миролубово

Vitric spheroids: 486 – 1 km, north of Banevo village; 482 – 3 km, southeastern of Briastovetz village; 217 – 1,5 km, south of Surnevo village; 236 – 3,5 km, northeastern of Miroljubovo village. Central microlitic and partially crystallized parts of large spheroids: 422 – 1,5 km, south of San Stefano village; 237 – 3,5 km, northeastern of Miroljubovo village; 834 and 835 – 1,5 km, southwest of Miroljubovo village

Болшинството ефузивни скали са ненаситени, с нормативен оливин и нефелин. Във всички преобладава на K₂O над Na₂O, но с пералкален индекс (P.I.) < 1 (табл. 2). Хиалокластитите са слабо преситени на SiO₂ (табл. 1). По-ниското съдържание на алкални оксиди (главно на Na₂O) в част от хиалокластитите по отношение на ефузивните скали, с които са генетично свързани, най-вероятно е резултат на изнасянето им по време на хидратацията (Стюарт, 1983).

Таблица 2. Химичен състав на ефузивни скали
Table 2. Chemical composition of the effusive rocks

Проба	29	481	421	233	828	328	332
SiO ₂	51,26	51,10	50,79	58,90	58,50	58,60	59,20
TiO ₂	0,80	0,81	0,68	0,80	0,78	0,77	0,84
Al ₂ O ₃	17,19	16,32	11,20	17,38	16,14	16,48	15,92
Fe ₂ O ₃	5,34	6,19	4,66	3,29	3,30	3,29	3,36
FeO	1,88	1,81	6,18	2,67	2,46	2,44	1,44
MnO	0,16	0,15	0,15	0,13	0,14	0,13	0,12
MgO	4,27	3,90	8,17	1,12	1,82	1,61	2,10
CaO	8,08	8,92	9,73	2,00	2,99	3,13	3,35
Na ₂ O	4,15	3,74	1,78	4,12	2,79	3,17	1,14
K ₂ O	4,58	4,58	3,62	7,27	10,18	9,31	11,06
P ₂ O ₅	0,92	0,46	0,41	0,78	1,03	0,84	0,88
SO ₃	-	-	0,06	0,11	0,07	0,08	0,07
ЗПН	1,05	1,75	2,41	0,94	0,20	0,24	0,33
Сума	99,68	99,73	99,84	99,51	100,40	100,09	99,81
N/K	0,91	0,82	0,49	0,57	0,27	0,34	0,10
P.I.	0,69	0,68	0,61	0,84	0,97	0,92	0,86
Нормативен състав по CIPW							
Q	0	0	0	2,85	0	0	3,53
Or	27,07	27,07	21,40	42,97	60,17	55,03	65,37
Ab	21,53	18,60	15,06	34,86	21,40	25,85	9,65
An	14,75	14,22	11,88	4,83	1,45	3,24	5,66
Ne	7,36	7,07	0	0	1,19	0,53	0
Di	15,04	20,95	27,01	0	5,27	5,39	4,06
Hу	0	0	10,37	3,89	0	0	3,35
Ol	2,57	0	2,66	0	2,00	1,56	0
Mt	4,26	3,97	6,76	4,77	4,78	4,77	2,60
Hm	2,40	3,45	0	0	0	0	1,57
Il	1,52	1,54	1,29	1,52	1,48	1,46	1,59
Ap	2,18	1,09	0,97	1,85	2,44	1,99	2,08

29 - 1 km, северно от с. Банево; 481 – 3 km, югоизточно от с. Брястовец; 421 - 1,5 km, южно от с. Сан Стефано; 233 - 3,5 km, североизточно от с. Миролюбово; 828, 328, 332 - 1,5 km, югозападно от с. Миролюбово

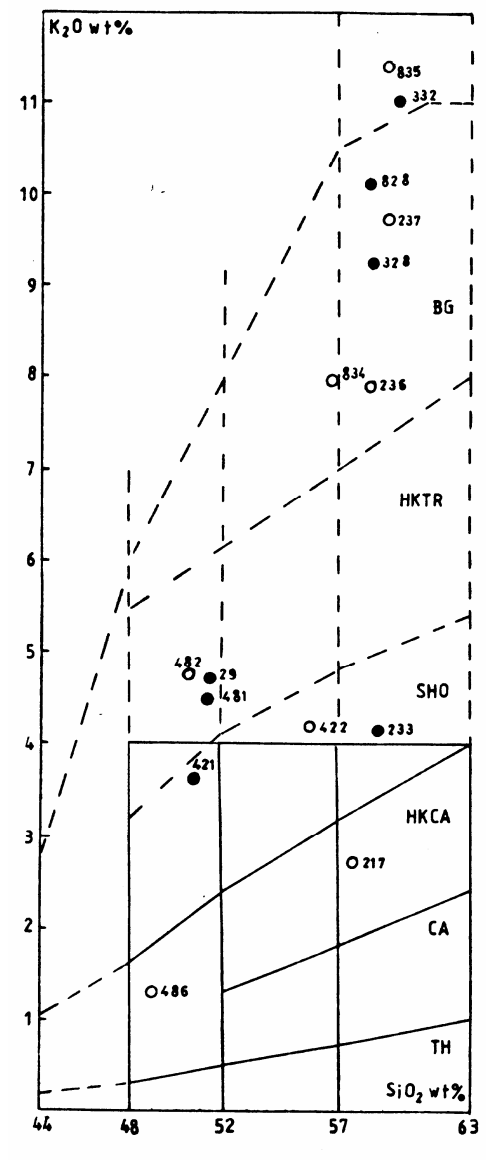
29 - 1 km, north of Banevo village; 481 – 3 km, southeastern of Briastovetz village; 421 - 1,5 km, south of San Stefano village; 233 - 3,5 km, northeastern of Miroljubovo village 828, 328, 332 - 1,5 km, southwest of Miroljubovo village

На диаграмата K₂O/SiO₂ фигуративните точки на вулканитите попадат в полетата на шошонитовата (с. Сан Стефано) и висококалиево-субалкалната серия (с. Банево, с. Брястовец). По-голяма част от вулканитите около с. Миролюбово принадлежат към българитовата серия. Към висококалиево калциево-алкалната серия се отнасят хиалокластитите от с. Сърнево (фиг.

4), но това вероятно се дължи на изнасяне на калия.

Бележки върху генезиса

Хиалокластитите от Източното Средногорие са своеобразни лавокластични скали, формирани в субаквални условия в резултат на глобулация, фрагментация, фонтаниране на топилката и разрушаване на



Фиг. 4. Диаграма на Peccerillo, Taylor (1976) (полета с пълни линии), допълнена от Dabovski et al., (1991) (полета с пунктирани линии) с разположение на фигуративните точки на хиалокластитите (бели точки) и на ефузивните скали (черни точки). Серии: TH - толеитова, CA - калциево-алкална, HKCA - висококалиево калциево-алкална, SH - шошонитова, HKTR - висококалиево-субалкална, BG - българитова

Fig. 4. SiO₂ vs. K₂O (Peccerillo, Taylor, 1976) diagram (full lines), completed by Dabovski et al. (1991) (dotted lines), with the points of hyaloclastites (open circles) and of effusive rocks (solid circles). Series: TH - tholeiitic, CA - calc-alkaline, HKCA - high-K calc-alkaline, SH - shoshonitic, HKTR - high-K transitional, BG - bulgaritic

остъклените повърхностни части на вулканитите. Те са пространствено и генетично свързани с алкални базалтоиди (северно от с. Банево, с. Рудник, и с. Брястовец), трахити и алкални трахити (с. Миролобово, западно от с. Банево, гр. Българово и с. Сърнево).

Базалтово-шошонитовите хиалокластити са образувани в близост до вулканските апарати, указание за което са пространствената им връзка с пилоу-лави, наличие на мощни лавови потоци, редуващи се с агломерати, екструзивни тела и шлакови зони. Формирането им е тясно свързано с образуването на пилоу-лавите. Слабо вискозните базични лави, попадайки в субаквални условия (при определен вискозитет, скорост на течение, дълбочина на басейна и типа на изригване) образуват сферични или елипсоидни тела - пилоу-лави с размери 1-1,5 m, които бързо се покриват със стъкловидна кора вследствие на преохлаждането. Образуват се и по-малки глобули (сфероиди) с размер 8-10 cm, със сферична или елипсоидна форма, които представляват преохладени "лавови капки." Те са резултат на глобулацията на топилката, подводното фонтаниране или изтичането на лава от вътрешните части на пилоу-лавите по радиалните пукнатини. При тези процеси капкообразните фрагменти и сфероидите се натрупват между пилоу-лавите, по-малките от които се остъкляват изцяло.

Витрокластите са формирани в резултат на разрушаването на стъклените части на лавовите и пилоу-лавови потоци, вследствие на контракцията и при подводното лющене (десквамация) на

пилоу-лавите. Съприкосновението на лавата с водата довежда до ново остъкляване на повърхностните части на вулканитите. Процесът се повтаря до получаването на достатъчно дебел топлоизолационен слой от стъклени класти, който забавя охлаждането и способствува за образуването на плътна кора около пилоу-лавите и за по-пълната им кристализация.

Трахитовите и алкалотрахитови хиалокластити асоциират предимно с лавови и по-рядко с пилоу-лавови потоци. Те са резултат на аналогични процеси - глобулация и фрагментация на топилката, остъкляване и разрушаване на периферните части на вулканитите. Образуват се и при взривяване на сферите (при ерупции на малки дълбочини), при които паровото налягане в пилоу-лавите превишава хидростатичното. Големите сфероиди са едри, сравнително редки "лавови капки" и външно приличат на пилоу-лавите. Периферните им части се остъкляват и палагонитизират, а централните части, поради големите им размери, кристализират.

Количествените съотношения сфероиди/стъклени класти в базалтово-шошонитовите и трахитови хиалокластити са различни. Най-вероятно те се контролират от вискозитета на топилката. От течните базични лави, чрез глобулация и фонтаниране се образуват множество сфероиди с размери 10-20 cm и количество над 50-60% от обема на скалата. Вискозните трахитовите лави формират хиалокластити с много стъклени класти и редки сфероиди, някои от които достигат до 0,6 m и имат частично кристализирани централни части. Генезисът на хиалокластитите е пряко свързан и с хидростатичното налягане. Част от хиалокластитите около Миролубово и Българово, съдържащи поресто вулканско стъкло, вероятно са образувани вследствие на фреатомагматични експлозии при

подводни ерупции на малка и средна дълбочина.

Заклучение

Хиалокластитите от северните части на Източното Средногорие са базични и средни по състав и са пространствено и генетично свързани със субалкални и алкални вулканити. Установени са и значително по на запад от известните до сега - около селата Сърнево и Сан Стефано, където също асоциират със скали с повишена алкалност.

Според съотношението K_2O/SiO_2 те принадлежат към висококалиево калциево-алкалната, шошонитовата, висококалиево-субалкалната и българитовата серия. Асоцииращите с фонотефрити и шошонити хиалокластити са изградени от множество сфероиди и стъклени класти. Средните по състав хиалокластити са съставени предимно от стъклени класти и редки сфероиди и са генетично свързани с трахити и алкални трахити (българити). Хиалокластитите са палагонитизирани в различна степен. Палагонитизацията е развита както по периферията на сфероидите, така и по стъклените класти. От периферните към централните части на по едрите сфероиди със зонално-концентричен строеж, е установен преход от палагонит и вулканско стъкло към микрокристалинна вулканска скала.

Хиалокластитите от Източното Средногорие са образувани в близост до вулканските апарати, в субаквални условия, в резултат на глобулация, фрагментация, фонтаниране на топилката и при разрушаване на стъклените повърхностни части на вулканитите. От съществено значение за морфоложките особености и генезиса на хиалокластитите са химизмът, вискозитетът и скоростта на течение на лавата, които най-вероятно контролират и съотношението сфероиди/стъклени класти.

Литература

- Банушев, Б. 1993. Веществен състав и промени на хиалокластитите от алкалната серия в Източното Средногорие. - *Год. МГУ*, **39**, св. I - геол., 49-55.
- Банушев, Б. 1998. Върху палагонитизацията на средните по състав вулканити от Източното Средногорие. - *Сп. Бълг. геол. д-во*, **59**, 3, 143-150.
- Борисов, И. 1963. Калиево - алкални магматити (хедрумити) в района на село Българово - Бургаско. - *Год. СУ, Биол.-геол.-геогр. фак.*, **56**, кн. 2, геол., 189-217.
- Борисов, И. 1965. Петрографски изучавания на магматитите северно от гр. Бургас и сравнителна петрохимична характеристика на горнокредните вулканити в България. - *Год. СУ, Геол. - геогр. фак.*, **58**, кн. 1, геол., 197-233.
- Котова, Л. Н. 1977. Гиалокластити ультраосновного состава в Южно - Тяньшаньском офиолитовом поясе. - *Докл. АН СССР*, **232**, 6, 1391-1394.
- Петрова, А., Л. Михайлова, В. Василев. 1994. *Обяснителна записка към геоложката карта на България в М 1:100000; картен лист Бургас*. С., КГМР, 42 с.
- Станишева, Г. 1982. Подушечные лавы щелочных вулканитов с карбонатами и смектитамы в Болгаровском палеовулкане Бургасского района. - В: ИМА, 13 Съезд - Варна. *Путеводитель, Экскурсия I - Восточное Средногорье*, 72-78.
- Станишева, Г., Л. Василев 1966. Сенонските трахиандезити около гр. Ахтопол и тяхната алкална автометасоматоза. - *Изв. НИГИ*, **3**, 283-300.
- Стьюарт, Д. 1983. Образование богатых кремнеземом калиевых стекловатых пород. - В: Х. Йодера (ред.) *Эволюция изверженных пород*, М., Мир, 332-343.
- Ширинян, К. Г. 1963. Гиалокластиты и условия их образования в Армении. - *Труды Лабор. палеовулканологии*, Алма - Ата, **2**, 200-210.
- Dabovski, C., A. Harkovska, B. Kamenov, B. Mavrudchiev, G. Stanisheva-Vassileva, Y. Yanev. 1991. A geodynamic model of the Alpine magmatism in Bulgaria. - *Geologica Balc.*, **21**, 4, 3-15.
- Le Maitre, R. W (ed) 1989: A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms. Recommendations of the IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks: Oxford, Blackwell Sci Public., 193 p.
- Peccerillo, A., Taylor, S. R. 1976: Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey. - *Contrib. Mineral. Petrol.*, **58**, 63-81.
- Rittmann, A. 1960. Vulkane und ihre Tätigkeit. - *Stuttgart, Ferdinand Enke Verlag.*, 437 p.

Приета на 18. 10. 1999
Accepted October 18, 1999