

ПЕТРОХИМИЧНИ ОСОБЕНОСТИ НА ПАЛЕОГЕНСКИЯ КЪСНОЕКСТЕНЗИОНЕН МАГМАТИЗЪМ В ЗЛАТОУСТОВСКАТА ДЕПРЕСИЯ, БЕЛОРЕЧКИЯ И КЕСИБИРСКИЯ КУПОЛИ (ИЗТОЧНИ РОДОПИ)

Владимир Георгиев¹, Петър Милованов²

¹Геологически институт, БАН, София 1113; vladogeo@geology.bas.bg

²Геология и геофизика АД

РЕЗЮМЕ. В Златоустовската депресия се засебяват Златоустовска кисела магматична група и Маджаровски латитов комплекс. В Златоустовската група се отделят Мезекски риолитов и Черномогилски трахириодацитов комплекси. В Белоречкия и Кесибирийски куполи се засебява Белоречка контрастна магматична група с Планинецки риолитов и Крумовградски базалтов комплекси. На диаграмата K_2O/SiO_2 образците от Маджаровския комплекс попадат главно в полето на SHO и частично на HKTR серии. Образците от Мезекския риолитов и Черномогилски трахириодацитов комплекси (Златоустовска група) се разполагат в полетата на HKCA и SHO серии. Данните от Планинецкия риолитов комплекс се разполагат в полетата на HKCA, SHO и HKTR серии. Скалите от Крумовградския базалтов комплекс се отнасят към меланократните калиеви трахибазалти. На диаграмата $(Na_2O+K_2O)/SiO_2$ скалите от всички комплекси се разполагат в полетата на алкалните разновидности. Същественото различие в химизма на Маджаровския комплекс в сравнение с Дамбалската магматична група в Момчилградската депресия (изключително от HKCA серия) е още едно основание за тяхното самостоятелно поделение.

PETROCHEMICAL FEATURES OF THE PALEOGENE LATE EXTENSIONAL MAGMATISM IN ZLATOUSTOVO DEPRESSION BYALA REKA AND KESIBIR DOMES (EASTERN RHODOPES)

Vladimir Georgiev¹, Peter Milovanov²

¹Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia 1113; vladogeo@geology.bas.bg

²Geology and Geophysics Ltd.

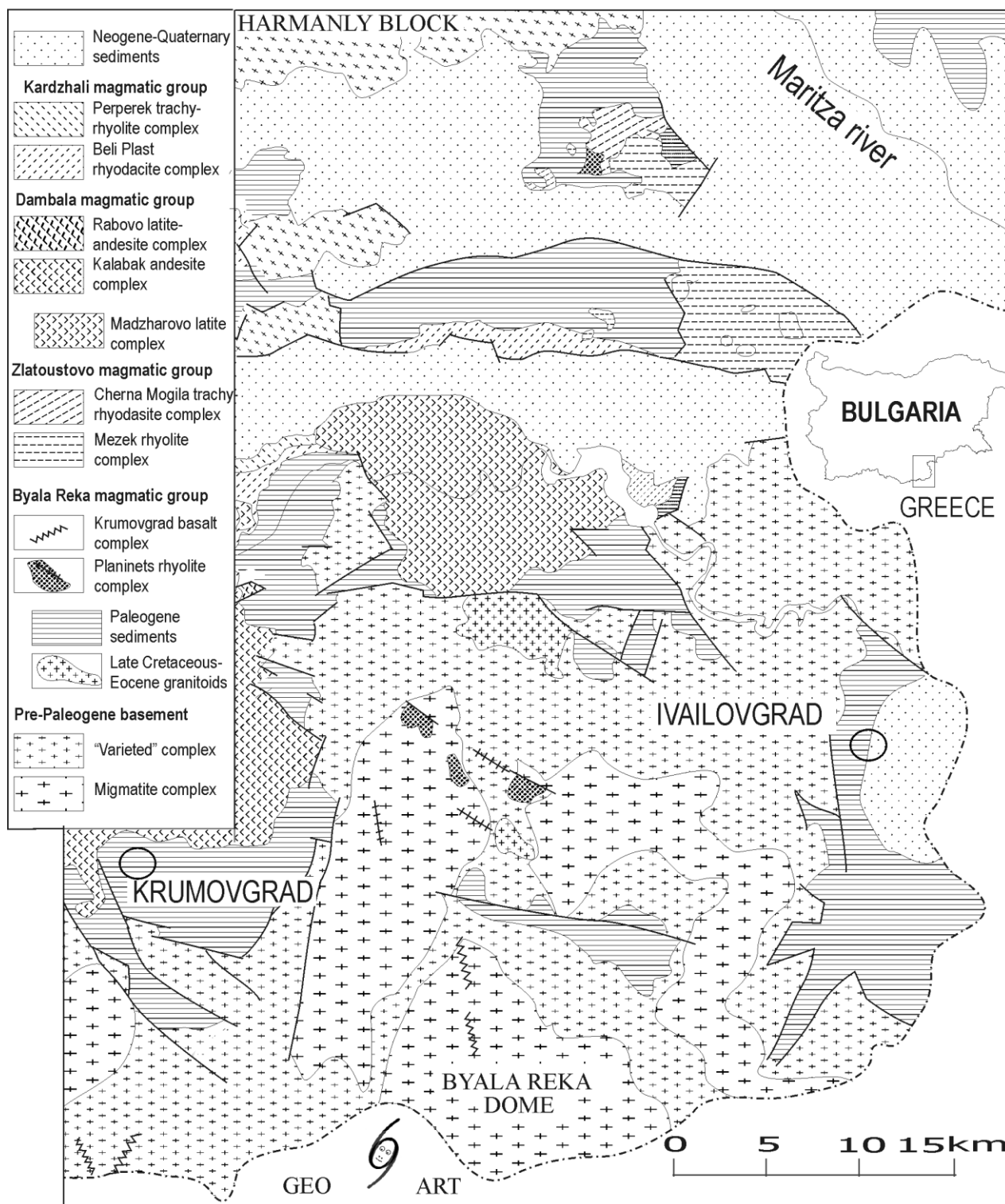
ABSTRACT. The magmatic rocks in Zlatoustovo depression are subdivided into Zlatoustovo acid magmatic group (consisting of Lozen rhyolite and Cherna mogila trachyrhyodacite complexes) and Madzharovo latite complex. The Byala reka and Kesibir domes host the Byala reka contrasting magmatic group, subdivided into Planinets rhyolite and Krumovgrad basalt complexes. On the K_2O/SiO_2 diagram, the samples from Madzharovo complex plot mainly in the field of the SHO and partly the HKTR series. The samples from Lozen rhyolite and Cherna mogila trachyrhyodacite complex (Zlatoustovo group) plot in the HKCA and SHO fields, and those of Planinets rhyolite complex – in the field of the HKCA, SHO and HKTR series. The rocks of Krumovgrad basalt complex are melanocratic K-trachybasalts. On the $(Na_2O+K_2O)/SiO_2$ diagram the samples from all complexes plot in the field of alkaline rocks. The essential petrochemical difference between Madzharovo complex and Dambala magmatic group (only HKCA series) is a further evidence supporting their independent subdivision.

Увод

При новото геолошко картиране на Източни Родопи се получиха нови данни както за разпространението на магмените скали, така и за техните петрохимични особености. В настоящата работа се разглеждат подробно данните за главните елементи на магмените скали в Златоустовската депресия, Белоречкия и Кесибирийски куполи. Силикатните анализи са направени в Евротест АД. В настоящата работа са обработени 50 бр. силикатни анализи, обхващащи всички разновидности на късноекстензионните палеогенските магмени скали в изследвания район (табл. 1). Четири анализа за Крумовградския базалтов комплекс са по данни на Marchev et al. (1997).

Геоложки строеж

Белоречкият и Кесибирийският куполи се формират в периода края на късната креда – еоцен в резултат на екстензия на Родопския масив (Ivanov, 2000; Haydutov 2002; Бонев, 2002). В същия период в горната крехка "пъстра" кора на куполите се внедряват гранитоидни интрузии (ранноекстензионен магмен етап, Georgiev 2005). Между куполите и Харманлийския блок, в периода палеоцен-олигоцен, се формира Златоустовската дилокация (Georgiev, 2002). Тя е част от Източно-родопското палеогенско понижение (Иванов, 1960; Georgiev, 2005) и е арена на интензивен вулканизъм (приабон – хат, късноекстензионен магмен етап, Georgiev 2005). Субвулкански тела и дайки се внедряват и в Белоречкия и Кесибирийски куполи (Фиг. 1).



Фиг. 1. Геоложка карта на разглеждания район

Обект на изследване в настоящата работа е магматизма от късноекстензионния етап. Разглежданите магмени групи и комплекси са въведени от Georgiev и Milovanov (2005).

В Златоустовската депресия се засебават два ареала на разпространение на вулканизма. Единият е със среднокисел състав, съсредоточен е в ЮЗ част на депресията и изгражда Маджаровския вулкан (Иванов, 1960) и няколко по-малки сателитни вулкански постройки. Тук се отделя Маджаровски латитов комплекс. Другият ареал е локализиран около западната периферия на

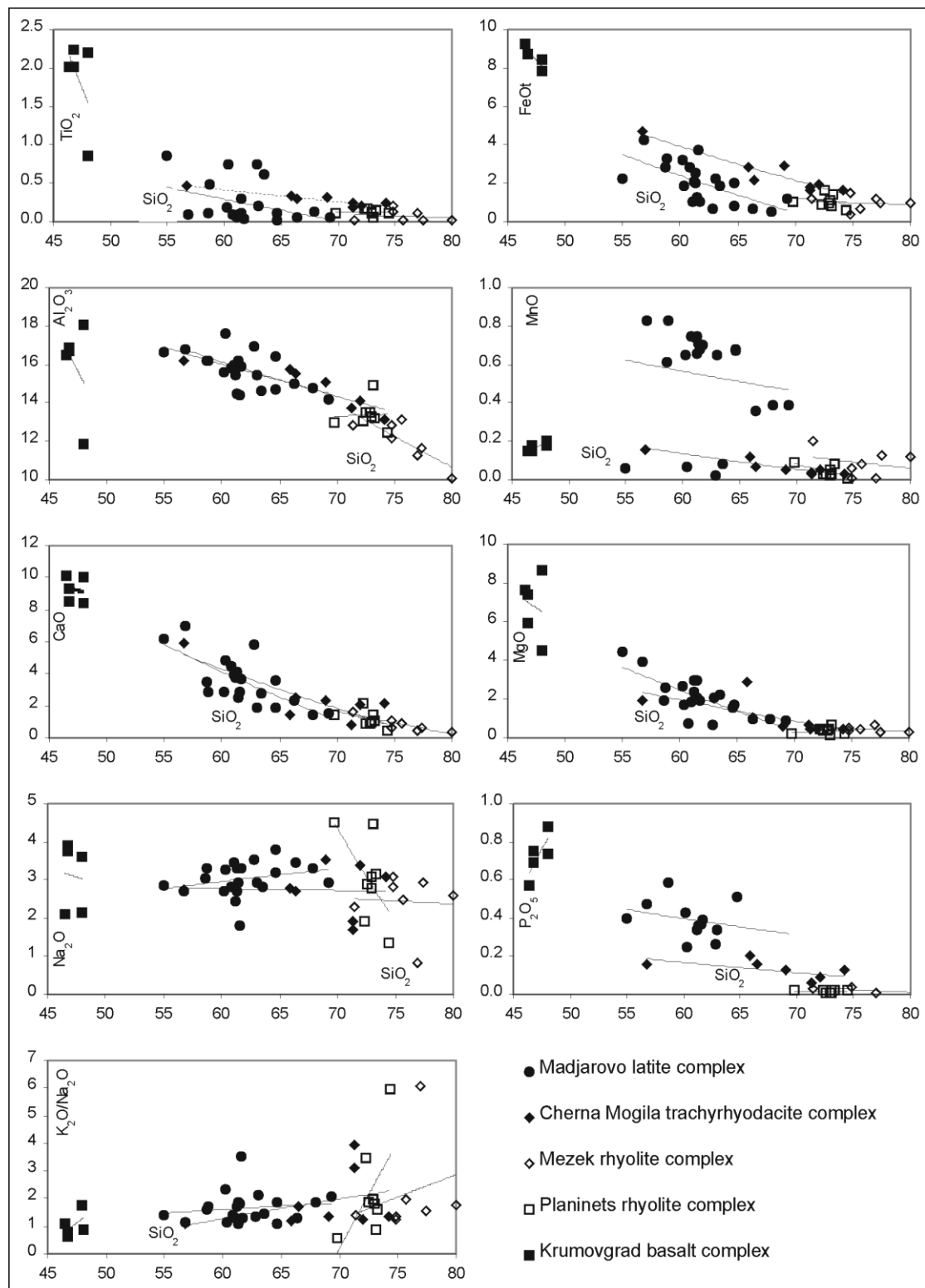
Златоустовската дислокация и е изключително с кисел състав. Изгражда Лозенския вулкан (Янев и др., 1975) и Шейновската калдера (Янев, 1995). Тук се отделя Златоустовска кисела магмена група с Мезекски риолитов и Черномогилски трахириодацитов комплекси.

В Белоречкия и Кесибирийския куполи се засебавя Белоречката магмена група (контрастна базалт-фелзитово риолитова формация, Иванов, 1983). В нея се отделят Планинецки риолитов и Крумовеградски базалтов комплекси.

Таблица 1

Силикатни анализи от изследвания район

No	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	NaO ₂	P ₂ O ₅	CO	S	H ₂ O-	LOI	H ₂ O+	Σ
MADJAROVO LATITE COMPLEX																	
3381	56.80	0.09	16.80	2.58	4.28	0.83	6.95	3.90	3.08	2.70	0.47	0.04	0.18	0.63	0.89	1.67	101.89
4767	55.00	0.85	16.67	3.90	2.26	0.06	6.14	4.42	3.97	2.86	0.40	0.34	0.01	2.09	0.97	0.77	100.71
4949	61.37	0.09	15.90	3.11	1.98	0.71	4.12	2.07	3.68	3.31		0.10	0.01	1.47		1.90	99.82
1364	60.80	0.10	15.81	3.33	2.80	0.75	4.48	0.72	3.87	2.81		0.10	0.01	0.43	1.72	2.00	99.73
2770	61.20	0.08	15.48	3.62	2.12	0.75	3.77	2.40	4.20	2.45	0.34	0.13	0.01	1.58		2.00	100.13
2621	61.73	0.04	15.90	3.93	1.04	0.70	3.66	1.96	4.22	3.31	0.39	0.04	0.09	1.29		1.94	100.24
2793	61.06	0.05	15.95	4.63	1.04	0.74	3.96	1.86	4.42	3.44		0.01	0.01	1.03	1.43	0.83	100.46
1038	58.64	0.12	16.16	2.32	2.84	0.61	3.50	1.95	4.88	3.06	0.59	1.20	0.09	1.40		2.50	99.86
1333	61.46	0.11	16.23	2.90	1.25	0.69	2.47	2.06	5.33	2.94		0.17	0.01	1.70		1.65	98.97
1318	58.78	0.48	16.18	2.84	3.27	0.83	2.88	2.57	5.67	3.31		0.21	0.01	0.66		1.87	99.56
1281	60.20	0.19	15.60	2.35	3.20	0.65	2.90	2.65	6.25	2.70	0.43	0.04	0.09	0.92		2.47	100.64
1283	61.55	0.29	14.40	2.02	3.70	0.68	2.87	2.93	6.28	1.79	0.37	0.04	0.09	0.86		2.44	100.31
1280	63.00	0.20	15.43	2.30	2.26	0.65	1.87	2.10	6.25	2.94	0.34	0.04	0.01	0.90		1.80	100.09
1261	64.68	0.01	16.45	2.41	0.82	0.67	3.60	1.55	4.20	3.81	0.51	0.04	0.01	0.61		0.88	100.25
2113	63.49	0.62	14.64	2.87	1.90	0.08	2.79	2.24	4.15	2.81		0.01	0.01	0.82		2.56	98.99
5900	64.70	0.12	14.70	2.67	2.01	0.68	1.87	1.69	5.86	3.18		0.10	0.01	0.44		1.54	99.57
4968	61.30	0.09	14.50	2.66	2.56	0.66	3.85	2.94	5.00	2.70	0.36	0.04	0.09	0.70		2.00	99.45
7034	69.30	0.05	14.20	1.72	1.18	0.39	1.54	0.87	6.06	2.94		0.10	0.01	0.28		1.32	99.96
1347	67.92	0.13	14.74	1.98	0.54	0.39	1.46	0.94	6.25	3.31		0.10	0.01	0.57	1.27	1.32	100.93
2222	66.34	0.06	15.00	1.86	0.70	0.36	2.30	0.95	4.50	3.44		0.10		0.47		3.84	99.92
3001	60.32	0.74	17.60	2.16	1.83	0.07	4.80	1.69	3.73	3.27	0.25			1.42		1.90	99.78
95	62.84	0.74	16.95	2.54	0.68	0.02	5.83	0.65	4.75	3.55	0.26			0.56	0.58	0.65	100.60
ZLAToust MAGMATIC GROUP																	
Cherna Mogila trachyrhyodacite complex																	
4220	66.43	0.30	15.49	1.30	0.97	0.07	2.50	1.01	4.68	2.70	0.16	0.58	0.01	1.31	0.00	2.13	99.64
3041	69.02	0.31	15.05	1.55	1.47	0.05	2.36	0.60	4.74	3.52	0.13	0.13	0.03	0.28	0.76	0.88	100.88
4008	72.01	0.21	14.10	1.14	0.93	0.05	2.10	0.41	4.23	3.38	0.09	0.22	0.01	0.29	0.58	0.45	100.20
4119	71.34	0.18	13.72	1.45	0.32	0.03	0.84	0.47	6.67	1.70	0.06	0.22	0.02	0.98		1.68	99.68
4109	71.29	0.25	13.72	1.37	0.54	0.04	0.84	0.68	5.88	1.90	0.06	0.13	0.02	1.04		1.90	99.66
4203	74.20	0.24	13.14	1.17	0.61	0.03	2.16	0.44	4.14	3.10	0.13	0.47	0.02	0.14	0.43	0.06	100.48
6078	56.76	0.47	16.20	2.30	2.60	0.16	5.93	1.90	3.01	2.76	0.16	4.14		0.56		3.06	100.01
4212	65.91	0.33	15.76	0.93	2.00	0.12	1.40	2.90	3.30	2.80	0.20	0.54		0.45		3.90	100.54
Mezek rhyolite complex																	
3104*	74.80	0.13	12.20	0.21	0.21	0.01	0.62	0.50	3.53	2.81		0.01	0.01	0.52	1.40	1.42	98.38
2189*	76.96	0.11	11.24	1.01	0.25	0.01	0.48	0.66	4.96	0.82	0.01	0.44	0.04	0.80		1.96	99.75
4305	71.45	0.01	12.80	0.90	0.39	0.20	1.63	0.54	3.23	2.28	0.03	0.10	0.10	2.45	1.85	1.89	99.85
3129	75.70	0.02	13.10	0.27	0.43	0.08	0.90	0.43	4.88	2.48		0.04	0.10	0.50	0.76	0.80	100.49
564	80.00	0.01	10.10	0.79	0.24	0.12	0.40	0.29	4.65	2.61		0.10	0.01	0.27	0.50	0.52	100.61
4421	77.44	0.02	11.62	0.77	0.24	0.13	0.62	0.29	4.57	2.94		0.10	0.01	0.60	0.47	0.49	100.31
6123	74.79	0.20	12.86	0.93	0.65	0.06	1.10	0.40	4.20	3.10	0.04	0.02	0.01	0.56	0.65	0.67	100.24
BYALA REKA MAGMATIC GROUP																	
Planinets rhyolite complex																	
2726	73.10	0.06	14.92	0.45	0.40	0.03	1.42	0.15	4.02	4.48	0.01	0.02	0.01	0.15	0.56	0.56	100.34
2727	72.90	0.13	13.49	0.35	0.68	0.05	0.89	0.34	5.43	2.78	0.01	0.02	0.01	1.04	1.46	1.47	101.05
2724	72.54	0.16	13.52	0.89	0.83	0.03	0.93	0.35	5.38	2.90	0.01	0.02	0.01	0.86	1.50	1.58	101.51
2125	73.00	0.12	13.28	0.99	0.25	0.02	0.96	0.45	5.56	3.08	0.02	0.17	0.01	0.94	0.72	0.58	100.15
4115	73.30	0.15	13.20	1.01	0.50	0.08	1.10	0.65	5.15	3.16	0.02	0.09	0.01	0.51	0.91	0.89	100.73
256	74.41	0.11	12.45	0.35	0.25	0.01	0.42	0.25	8.01	1.34	0.02	0.09	0.05	0.92	1.07	1.11	100.86
269	72.30	0.16	13.09	0.83	0.14	0.03	2.16	0.44	6.70	1.92	0.02	0.18	0.01	1.30	0.85	0.68	100.81
4200	69.75	0.11	12.95	0.50	0.60	0.09	1.40	0.25	2.60	4.51	0.02	0.22		1.57		5.08	99.65
Krumovgrad basalt complex																	
2126	48.00	0.86	11.90	4.05	4.14	0.18	10.00	8.70	3.78	2.16	0.74	1.20	0.04	1.13		2.84	99.72
1M	46.44	2.01	16.48		9.24	0.15	10.10	7.61	2.30	2.11	0.57				3.13		100.14
2M	46.74	2.02	16.68		8.72	0.15	9.35	7.38	2.34	3.75	0.69				2.08		99.90
3M	48.03	2.20	18.04		8.42	0.20	8.39	4.51	3.24	3.61	0.88				2.54		100.06
4M	46.75	2.23	16.86		8.75	0.18	8.49	5.96	2.94	3.91	0.75				2.91		99.73



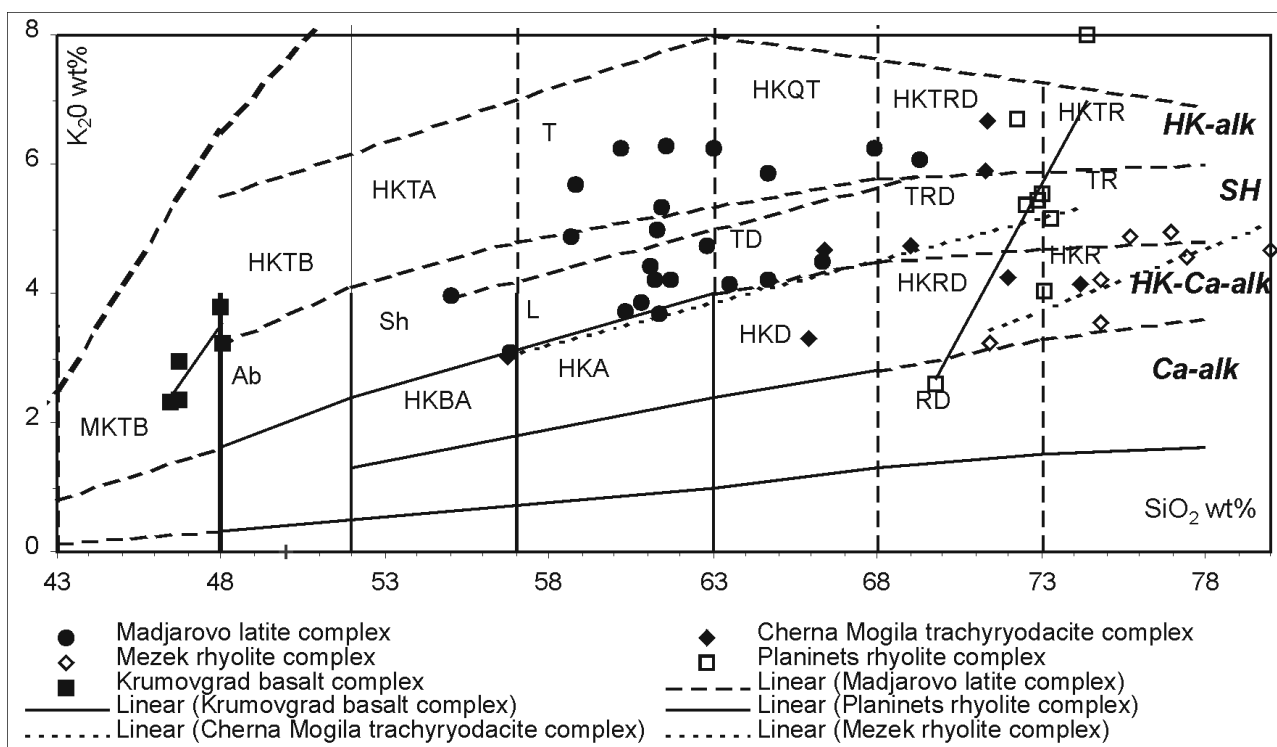
Фиг. 2. Хакерови диаграми на главните елементи

Резултати

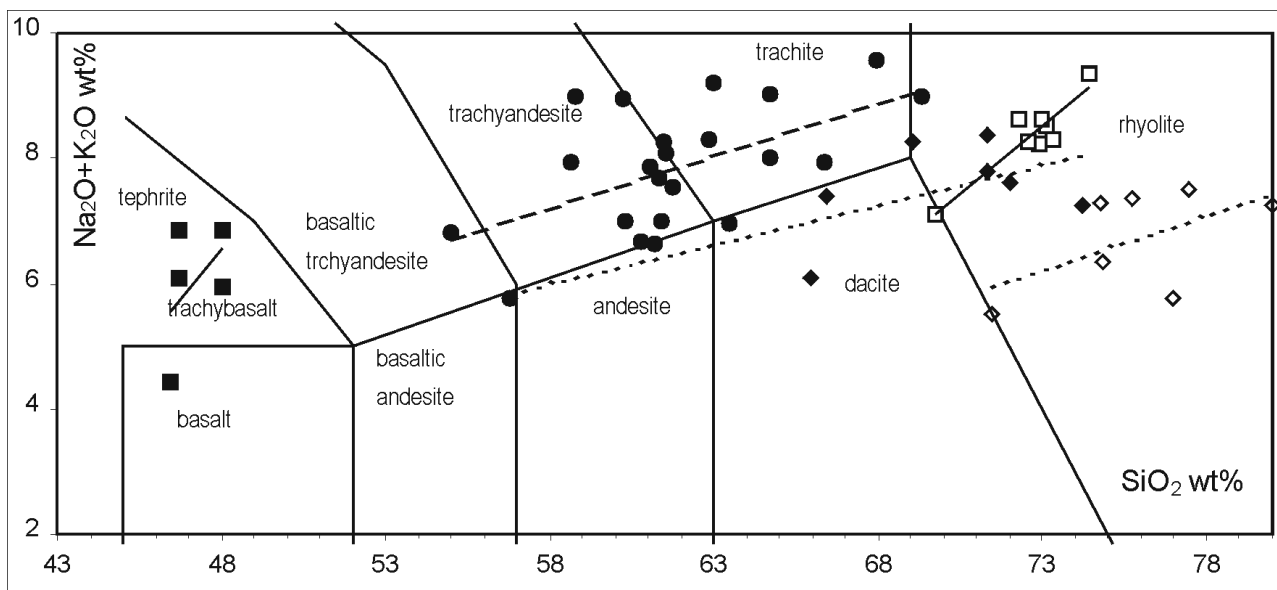
Главни елементи

В разпределението на TiO₂, FeO, MgO, CaO и P₂O₅ се наблюдават сходни закономерности (Фиг. 2). Те се отделят главно в базалтовите скали от Кривовградския комплекс и в значителна степен в среднокиселите скали от Маджаровския и Черномолилския комплекси. Трендовете на разпределението им правят рязка чупка в интервала 48-

55% SiO₂ и по-слабо изразена в интервала около 70% SiO₂. Al₂O₃ се отделя във всички скали с известна смяна в наклона на тренда около 70-75% SiO₂. Скалите от Маджаровския комплекс се характеризират с няколкократно по-високи съдържания на MnO и по-ниски съдържания на FeO и P₂O₅ в сравнение с останалите комплекси. Na₂O се отделя във всички скали в порядъка 2-4%, като има по-голям размах само в риолитовите скали от Мезекския и Планинецкия комплекси.



Фиг. 3. Диаграма K₂O/SiO₂ (по Peccerillo, Taylor, 1976; Dabovski et al., 1991)



Фиг. 4. Диаграма (Na₂O+K₂O)/SiO₂ (по Le Bas et al., 1986)

Отношението K₂O/Na₂O варира при повечето скали между 1 и 2, но при някои образци от киселите комплекси достига до около 6.

K₂O/SiO₂

На диаграмата K₂O/SiO₂ разглежданите скали попадат в полетата на висококалиево(НК)-калциевоалкалната, шошонитовата и НК-преходната (субалкална) серии (Фиг. 3). Единични образци попадат в полетата на калциевоалкалната и хиперкалиево-субалкалната (българитова) серии (по Dabovski et al., 1991). Скалите от Маджаровския латитов комплекс се характеризират с широк размах в съдържанието на SiO₂ (от 56,00 до 69,30%) и със сравнително малък диапазон в изменението на K₂O (3,08-6,28%). Те се определят като шошонити, латити,

трахидаци (шошонитова серия), трахити, НК кварц-трахити, НК трахириодацити (НК-калциевоалкална серия), като доминират латитите.

Изменението на SiO₂ в образците от Златоустовската група варира от 65,91 до 80,00% (в единичен образец 56,76%), а съдържанието на K₂O е в границите 3,01-6,67% (НК-калциевоалкалната и шошонитовата серии, единичен образец в калиевоалкалната серия). Скалите от Мезекския комплекс се определят като НК риолити, НК риодацити и трахириолити (K₂O 3,23-4,96%; SiO₂ 71,45-80,00%). Скалите от Черномогилския комплекс се характеризират с по-голямо разнообразие. В тях съдържанието на SiO₂ варира от 65,91 до 74,20% (единичен образец 56,76%), а на K₂O 3,01-6,67%. Те се определят като НК дацити, НК

риодацити, НК риолити, трахидацити и трахириодацити, а единичен образец от интрузивното тяло – като НК диорит.

Скалите от Планинецкия риолитов комплекс се характеризират с малки изменения в съдържанието на SiO_2 (69,75-74,41%), но със силно изменение в съдържанието на K_2O (2,60-8,00%). Разполагат се в полетата на калциевоалкалната, НК-калциевоалкалната, шошонитовата и НК-преходната (субалкална) серии. Те се определят като риодацити, НК риодацити, НК риолити, трахириодацити, трахириолити, НК трахириодацити и НК трахириолити. Съдържанието на SiO_2 в скалите от Крумовградския базалтов комплекс варира в границите 46,44-48,03%, а на K_2O - 2,30-3,78%. Те се определят като меланократни калиеви трахибазалти, като някои анализи попадат на границата с абсарокити и НК трахибазалти.

$(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{SiO}_2$

Скалите от Маджаровския комплекс се характеризират с високи стойности на $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ (5,77-9,56%) и на диаграмата $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{SiO}_2$ попадат в полетата на алкалните разновидности – базалтови трхиандезити, трахиандезити, трахити (Фиг. 4). Скалите от Златоустовската група се характеризират с по ниски стойности на $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$. Тези от Мезекския комплекс се определят като риолити. В тях съдържанието на $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ не надвишава 7,51%. Съдържанието на $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ в скалите от Черномогилския комплекс не превишава 8,37% и те се определят като диорити и риолити. Скалите от Белоречката група се характеризират с високи съдържания на $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$. Скалите от Планинецкия комплекс също се определят като риолити. При тях обаче съдържанието на $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ (7,11-9,35%) е по-високо отколкото при Мезекския комплекс. Анализите от Крумовградската група попадат главно в полето на тефрита и само на единични образци – в полетата на трахибазалтите и базалтите. Като цяло скалите от Златоустовската група се характеризират с по-ниска обща алкалност в сравнение с тези на Маджаровския комплекс и Белоречката група.

Заклучение

Скалите от изследвания район се отнасят към шошонитовата, НК-преходната (субалкална), по-рядко към НК-калциевоалкалната серии по класификацията на Ресерилло, Taylor (1976) и Dabovski et al. (1991), което потвърждава изводите на Harkovska et al. (1989), Иванова 2002 и др. Скалите от Маджаровския комплекс, обаче, значително се отличават от среднокиселите скали на Дамбалската група от Момчилградската депресия (НК-калциевоалкална серия Georgiev, Milovanov, 2003, 2004), което е още едно основание за отделянето им като самостоятелен комплекс.

На диаграмата $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{SiO}_2$ (Le Bas et al., 1986) скалите от изследвания район попадат предимно в полетата на алкалните разновидности. По отношението $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ те попадат в полето на калиевите и виоскокалиевите серии в смисъла на Middlemost et al. (1973). Скалите от Маджаровския комплекс се отличават от другите изследвани комплекси с по-високи съдържания на MnO и по-ниски съдържания на FeO и P_2O_5 .

Литература

- Dabovski, C., A. Harkovska, B. Kamenov, B. Mavrudchiev, G. Stanisheva-Vassileva, Y. Yanev. 1991. A geodynamik model of the Alpine magmatism in Bulgaria. – *Geologica Balc.*, 21, 4, 3-15.
- Georgiev, V. 2002. Zlatoustovo volcanotectonic depression (Eastern Rhodopes). – In: *Modern Problems of the Bulgarian Geology. Sofia*, 14-17.
- Georgiev, V. 2005. Late Alpine tectonics and magmatism in Eastern Rhodopes. – *C. R. Acad. bulg. Sci.*, 58, 1, 47-52.
- Georgiev, V., P. Milovanov. 2003. Petrochemical features of the magmatic activity in the Momchilgrad depression (Eastern Rhodopes). – *C. R. Acad. bulg. Sci.*, 56, 9, 27-32.
- Georgiev, V., P. Milovanov. 2004. Petrochemical features of the Late Alpine late extensional magmatism in the Eastern Rhodopes. – *Ann. Univ. Min. and Geol.*, 47, Part 1, 63-68.
- Georgiev, V., P. Milovanov. 2005. Late alpine magmatic groups and complexes in the Eastern Rhodopes. – *C. R. Acad. bulg. Sci.*, 58, 1, 53-58.
- Haydutov, I. 2002. Peri-Gondwanan terranes in the pre-Early Palaeozoic basement of the region of Bulgaria. – *Geologica Balc.*, 32, 2-4, 17-20.
- Harkovska, A., Yanev, Y., Marchev, P. 1989. General features of the Paleogene orogenic magmatism in Bulgaria. – *Geologica Balc.*, 19, 1, 37-72.
- Le Bas, M. J., Le Maitre, R. W., Streckeisen, A., Zanettin, B. 1986. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. – *J. Petrol.*, 30, 1299-1312.
- Middlemost, E. A. K. 1973. A simple classification of volcanic rocks. – *Bull. Volcanol.*, 36, 382-397.
- Peccherillo, A., S. R. Taylor. 1976. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey. – *Contr. Mineral. Petrol.*, 88, 36-52.
- Yanev, Y. 1995. General characteristics of the late Paleogene collision volcanism in the Rhodopes. – In: *Sofia Zeolite Meeting 95. International Symposium. Guide to the Post-meeting Field Trip*, 3-19.
- Бонев, Н. 2002. Строеж и еволюция на Кесебирския гнайсов купол, Източни Родопи. – *Автореферат на докторска дисертация*. С., 42 с.
- Иванов, Р. 1960. Магматизмът в Източнородопското палеогеново понижение. I. Геология. – *Труд. геол. Бълг., Сер. Геохим. и полезни изкоп.*, 1, 312-387.
- Иванов, Р., 1983. Гравитационната тектоника на Родопските терциерни сводове в образуването на дълбочинните магмо- и рудопроводящи зони. – В: *“30 год. ВМГИ”, 25-27 май 1987*, С., Техника, 53-61.
- Иванова, Р. 2002. Петрология на киселите вулкански скали от калдерата Шейновец, Източни Родопи. – *Автореферат на докторска дисертация*. С., 44 с.
- Янев, Й., А. Харковска, Б. Маврудчиев, Ц. Велчев, П. Хожаров, Д. Дамянов. 1975. О палеогеновом вулкане Лозен и его связи с глубинным строением Восточных Родоп. – *Изв. геол. инст., Сер. Геохим, минерал. и петрол.*, 2, 90-102.

Препоръчана за публикуване от
Катедра “Минералогия и петрография”, ГПФ