

МИНЕРАЛЕН СЪСТАВ НА ЯСПИСИ ОТ ИЗТОЧНИТЕ РОДОПИ

Руслан И. Костов, Радостин Паздеров, Любомир Михайлов

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София; rikostov@yahoo.com; rpazderov@abv.bg;
lyubomihaylov@abv.bg

РЕЗЮМЕ. Описани са със съответния им минерален състав 8 коренни проявления на яспис, както и над 20-на алувиални и делувиялни ясписови и ясписоподобни проявления в отделни части на Източните Родопи. По състав и по цвят се отделят три основни групи ясписи: червени ясписи с примес от хематит, жълти (светлокафяви) ясписи с примес от гьотит и зелени ясписи с примес от селадонит. Въз основа на някои съотношения на интензитета на рентгеновските отражения при кварца се отделят главно две групи образци: съществено микрозърнести кварц-съдържащи и съществено халцедон-съдържащи ясписи. По отношение на геоложката позиция и възраст, находките се отнасят към първия, втория и третия стадий (задруги) на среднокиселия вулканизъм в Източните Родопи с горноеоценска и олигоценска възраст.

Ключови думи: яспис, кварц, минералогия, Източни Родопи

MINERAL COMPOSITION OF JASPER FROM THE EASTERN RHODOPES

Ruslan I. Kostov, Radostin Pazderov, Lyubomir Michaylov

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia; rikostov@yahoo.com; rpazderov@abv.bg; lyubomihaylov@abv.bg

ABSTRACT. Listed with their respective mineral composition are 8 occurrences of jasper, as well as over 20 alluvial and diluvial jasper and jasper-like bearing placers in different parts of the Eastern Rhodopes. According to their composition and colour the jaspers are separated in three main groups: red jasper with an admixture of hematite, yellow (pale brown) jasper with an admixture of goethite and green jasper with an admixture of celadonite. Based on certain ratios of the intensity of some X-ray reflections in the quartz, two groups of specimens are separated: substantially microcrystalline quartz-bearing and substantially chalcedony-bearing jaspers. In terms of geological position and age, the findings are related to the first, second and third stage of the medium acid volcanism in the Eastern Rhodopes with corresponding Upper Eocene and Oligocene ages.

Key words: jasper, quartz, mineralogy, Eastern Rhodopes

Увод

Ясписите и сродните образувания са предимно кварц-съдържащи скали с разнообразно оцветяване, текстура и генезис (за някои от минераложките класификации на ясписите, които не са приети в международен аспект вж. Костов, 2006; Kostov, 2010). Те са разпространени в България в две основни зони: в Средногорието и в Източните Родопи (Атанасов и Йорданов, 1986; Петрусенко и Костов, 1992). В периода 2015-2016 година, от авторите на статията са проведени редица проучвателни маршрути в Пловдивска, Хасковска и Кърджалийска области, с оглед на намиране на разкрития и разсипи, както и събиране на проби от яспис от някои известни, както и нови за района на Източните Родопи проявления.

Проби и методи

Посетени са около 30 разкрития и разсипи на ясписи (събрани са над 200 проби за различни изследвания и за музейни експозиции) в следните 5 региона на Източните Родопи, със съответни проявления, изброени от запад на

изток и от север на юг (при речните долини със съответните притоци): 1 – източна и северна част на Източните Родопи (Буково и Татарево); 2 – по поречието на р. Арда (Лисиците, Студен кладенец, Маджаре, Пчеларе, Арката и Долно черковище); 3 – по поречието на р. Върбица (Сушево, Момчилград, Чуково, Прогрес, Пиявец, Юнаци и Каменец); 4 – по поречието на р. Буюкдере (Бойник, Дериндере, Девинци, Нановица, Неофит Бозвелиево и Кос); 5 – по поречието на р. Крумовица (Морянци, Джанка, Горна кула, Пазарци и Звездел). Като се изключи известният от литературата с ясписи обширен ареал около Момчилград и с. Чуково в Кърджалийска област (Пожаревски, 1989; Илиев, 1996; Тодорова, Василева, 2007), от където в редица музеи има образци, в двадесетина от посочените локалитети ясписите се описват за пръв път, включително с коренни находки. Ясписът, във вид на артефакти, е отбелязан и от някои праисторически селища в района (Костов, 2007), а по-време на теренните проучвания са намерени и нови такива с различен цвят. Генетичните аспекти в произхода на ясписите са анализирани от редица изследователи (обзори в: Барсанов и Яковлева, 1978; Киевленько и Сенкевич, 1983; Костов, 2003; Campos-Venuti, 2012).

За определяне на минералния състав на ясписите е извършен рентгенофазов анализ на 41 прахови проби на апарат Bruker D2 Phaser с компютърна база данни Diffraction V4.0 (Crystallography Open Database REV89244/2013.10.11) в диапазона на 2θ 5-70° при режим Cu/Ni, 10 mA, 30 kV и $t=0.5$ s (Научно-изследователска лаборатория по Рентгенова дифракция към Лабораторен център за изследване на веществен състав и структури на природни и синтезирани материали – МГУ). Извършени са микроскопски наблюдения и диагностика на пробите (микроскопи Meiji; Leitz с приставка Olympus C5060).

Описание на проявленията на яспис

Геологията на Източните Родопи е описана в множество публикации и картировки (Горанов, 1960; Иванов, 1960; Боянов и др., 1995; Горанов и др., 1995; Кожухаров и др., 1995; Йорданов и др., 2008; Саров и др., 2008; Георгиев, 2012). Всичките установени коренни и алувиални находки на ясписи се свързват с прояви на среднокиселия (задруги на първи, втори и трети) вулканизъм със съответни горнооцненска и олигоценска възрасти.

Буково (Bu). В района на село Буково се установи едно коренно находище на светлокафяв яспис северно от селището и прояви на делувиялен червен яспис в югозападна посока. Вместващите скали са туфогенни материали, свързани с първия среднокисел вулканизъм.

Татарево (Ta). В района източно от селото, срещу височината Хисар, се намират червени ясписи с делувиялна и алувиална природа. Локалните, подхранващи, проявление скали са свързани с материали на втория среднокисел вулканизъм.

Лисиците (Li). Източно от селището, по десния бряг на река Арда се откриват алувиални късове от предмно жълт яспис. Във височина на едно от деретата беше установено коренно разкритие на яспис и опал със светлокафяв цвят. Локалните подхранващи проявление скали са свързани с материали на втория среднокисел вулканизъм.

Студен кладенец (Sk) и Долно черковище (Dc). Двете проявления са обединени поради наличие на ясписоподобни ивичести (тъмночервено до кафяво и зелено) декоративни материали (ясписоподобни скали), които се срещат в речните тераси по поречието на река Арда. Локалните подхранващи проявление скали са свързани с материали на втория среднокисел вулканизъм.

Маджаре (Md), Пчеларе (Pc) и Арката (Ar). Трите проявления се свързват с горното, долното течение и устието на река Буюкджере, при нейното вливане в река Арда (нейн ляв приток). Вместващите и подхранващи проявления скали са туфогенни материали, свързани с втория среднокисел вулканизъм.

Сушево (Su) и Момчилград (Mo). В конкретния случай се описват алувиални находки на яспис от дерета, свързани с десни притоци на река Върбица при съответните селища. От първото проявление са известни зелени ясписи, включително и хелиотроп, а от второто и

кафяви такива. Подхранващи проявленията скали са туфогенни материали, свързани с третия среднокисел вулканизъм.

Чуково (Ch), Прогрес (Pr) и Пиявец (Pi). Районът на село Чуково (с новото село Прогрес на запад и бивша махала Пиявец на изток) е сред най-забележителните по цветовото разнообразие и текстурната красота на ясписи в България. Те са събирани главно по река Чуковска и нейните притоци. Основните цветове са зелено, тъмножълто (светлокафяво) и червено, като се срещат едноцветни, двуцветни и трицветни ясписи, както и такива от пейзажен и брокатен тип. Вместващите и подхранващи проявленията скали са туфогенни материали, свързани с третия среднокисел вулканизъм (фиг. 1).

Юнаци (Yu). С това название, свързано с една махала южно от с. Чуково, е описана широка зона на проява на зелен яспис (фиг. 2) в долината по течението на Токмаклъдере. Вместващите проявление скали са туфогенни материали, също така свързани с третия среднокисел вулканизъм.

Каменец (Ka). Описани са коренни, делувиялни и алувиални по генезис ясписи в близост до село Каменец. По цвят съответстват на трите основни тона, познати от ареала на село Чуково. Вместващите и подхранващи находките на яспис скали са туфогенни материали, също така свързани с третия среднокисел вулканизъм.

Бойник (Bo) и Дериндере (Dd). Проявленията се свързват съответно с коренни и разсипни проявление на ясписи в северозападната част на Бойник планина, недалеч от язовир Студен кладенец. Едно от коренните проявления е представено от голяма тъмножълта до светлокафява жила с дебелина 1,60 m, разкритие от около 6 m и посока ~140° (фиг. 3). Наблизо е намерен и зелен яспис. В разсипното проявление се срещат късове от яспис с различен цвят. Вместващите и подхранващи находките на яспис скали са туфогенни материали, свързани с втория среднокисел вулканизъм.

Девинци (De) и Нановица (Na). Двете проявления се свързват с алувиални находки на ясписи с различен цвят по поречието на река Буюкджере. Вторият локалитет е даден в опис на ясписовите проявления в Източните Родопи (Тодорова, Василева, 2007). Подхранващият алувиалните ясписи терен е разнообразен, но с голяма вероятност това са скали от задругите на втория среднокисел вулканизъм.

Неофит Бозвелиево (Ne). Представено е от коренни и делувиялен тип зелени, жълти и червени ясписи с разнообразно едноцветно, двуцветно и трицветно оцветяване (фиг. 4). Вместващите и подхранващите находки на яспис скали са агломератови туфогенни материали, свързани с втория среднокисел вулканизъм.

Кос (Ko). Представено е от алувиален тип червени ясписи в горното течение на река Буюкджере при едноименното село. Подхранващи находките на яспис скали са най-вероятно туфогенни материали, свързани с третия среднокисел вулканизъм.

Морянци (Mo). Представено е от алувиален тип червени и кафяви ясписи по река Дюшун дере преди нейното вливане в река Крумовица. Има широк ареал на подхранване, но вероятно с превес на скалите от първия среднокисел вулканизъм.

Джанка (Dj). Представено е от коренен тип червени ясписоподобни жили по долината на река Дюшун дере. В района се отбелязват и зелени ясписи. Вместващите и подхранващи находките на яспис скали са вулкански и туфогенни материали, свързани с първия среднокисел вулканизъм.

Горна кула (Gk). Представено е от алувиален тип червени ясписи в долината на река Крумовица преди едноименното село. Най-вероятно, подхранващите проявлението скали са свързани с разкрития на първия среднокисел вулканизъм.

Пазарци (Pa). Представено е от коренен тип, предимно зелен, на места жълтокафяв, яспис (фиг. 5) и алувиални ясписи в дерето при природната забележителност "Пазарските пирамиди" (Костов и др., 2015). Подхранващите находките на яспис скали са вулкански и туфогенни материали, свързани с втория среднокисел вулканизъм.

Звездел (Zv). В отвалите, северно от бившия рудник Звездел, се откриват изключително само червени ясписи, като прожилки и на петна във вместващите скали. Локалитетът е споменат в описа на ясписовите проявления в Източните Родопи (Тодорова и Василева, 2007).

Подхранващите находките на яспис скали са вулкански и туфогенни материали, свързани с първия среднокисел вулканизъм при едноименния рудник.

Минерален състав и рентгенофазова диагностика

Ясписите са предимно нееднороднозърнести, кварц-халцедоновы по състав, понякога микросферолитни, а по цвят са едноцветни, двуцветни, многоцветни и пейзажни. При ясписите от изучения регион се наблюдава голямо текстурно разнообразие, като по-често срещаните текстури са ивичеста, флуидална, струевидна, петниста, лещовидна, инкрустационна, брекчевидна, концентрично-зонална, прожилкова и други (Michaylov, 2015). По минерален състав ясписовите образувания се разделят на три основни типа: предимно кварцови; предимно халцедоновы (халцедоно-лити); фелдшпатови и кварц-фелдшпатови (ясписоподобни скали). Изучените ясписи се отнасят и трите типа, с доминиране на първия и втория генетичен тип – микрозърнести кварц-съдържащи и халцедон-съдържащи.

Данните от проведените рентгеноструктурни анализи (диагностирани с представени силни линии d, Å) показват общо взето сходен и сравнително еднороден фазов състав, който се потвърждава при наблюдение на дюншлифи от пробите под оптичен микроскоп: при зелените разновидности – кварц със селадонит, при жълтите – кварц с гьотит, а при червените – кварц с хематит (Таблица 1-2; фиг. 6-10).

При някои проби от яспис и сродни образувания се отбелязват още и други минерали, като пирит, разновидности на опала, а при ясписоподобните скали още и К-фелдшпат (санидин), плагиоклаз, амфибол, слюда, монтморилонит и хлорит.

Таблица 1.

Описание на изучените ясписи със съответния минерален състав

Проба/цвят	Минерален състав	Проба/цвят	Минерален състав
Bu1-светлокафяв	Кварц, гьотит	Pi1-червен	Халцедон, хематит
Ta1-червен	Халцедон, хематит	Yu1-зелен	Халцедон, селадонит, кристобалит, тридимит
Li1-светлокафяв	Опал, халцедон, гьотит	Ka6-зелен	Кварц, халцедон, селадонит, опал-С
Sk1-червен/зелен	Халцедон, опал-СТ	Ka7-жълт	Кварц, халцедон, гьотит
Md1-жълт	Халцедон, кварц, гьотит	Ka12-червен	Кварц, халцедон, гьотит
Pc1-тъмночервен	Кварц, хематит	Bo1-жълт	Кварц, халцедон, опал
Pc2-тъмночервен	Кварц, хематит	De1-зелен	Халцедон, селадонит
Pc3-жълт	Халцедон, гьотит	De2-жълт	Кварц, гьотит
Ag1-червен	Кварц, халцедон, хематит	De3-червен	Кварц, халцедон, хематит
Dc1-кафяв	Опал, тридимит	Ne1-зелен	Халцедон, селадонит, опал
Ch1-жълт	Кварц, халцедон, гьотит	Ne2-жълт	Халцедон, гьотит, хематит, опал
Ch2-зелен	Халцедон, селадонит, опал-Т	Ne3-червен	Халцедон, хематит, опал
Ch3a-червен	Халцедон, хематит	Ko1-червен	Халцедон, хематит
Ch3b-зелен	Халцедон, опал-СТ	Mo1-червен	Опал-С, хематит, кварц
Ch4-лилав	Халцедон, хематит	Dj1-тъмночервен	Кварц, хематит, плагиоклаз, К-фелдшпат, монтморилонит
Ch5-червен	Халцедон, хематит, гьотит	Dj2-червенокафяв	Кварц, хематит, плагиоклаз, К-фелдшпат, амфибол
Ch6-кафяв	Опал-Т	Gk1-червен	Кварц, хематит, пирит
Pr1-светлосив	Кварц, халцедон	Pa1-зелен	Кварц, халцедон, селадонит; опал-СТ
Pr2-жълт	Халцедон, гьотит, хематит	Pa2-червен	Кварц, хематит, пирит
Pr3-червен	Кварц, хематит, гьотит	Zv1-червен	Кварц, хематит
Pr4-светлокафяв	Опал, халцедон, кварц	-	-



Фиг. 1. Кафяв яспис от проявление Прогрес



Фиг. 2. Зелен яспис от проявление Юнаци



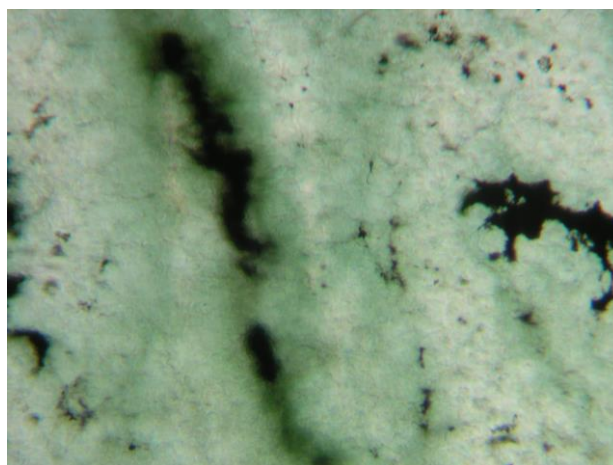
Фиг. 3. Светлокафява яспис-опалова жила при проявление Бойник



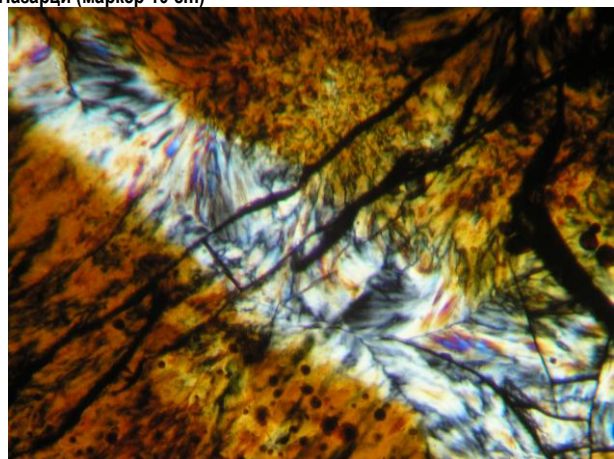
Фиг. 4. Тъмнозелен и жълт яспис (30x20x17 cm) с червени петна (хелиотроп) от проявление Неофит Бозвелиево



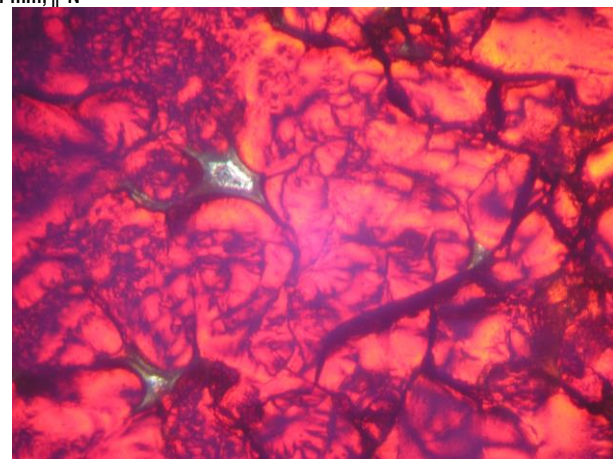
Фиг. 5. Коренно разкритие на предимно зелен яспис от проявление Пазарци (маркер 10 cm)



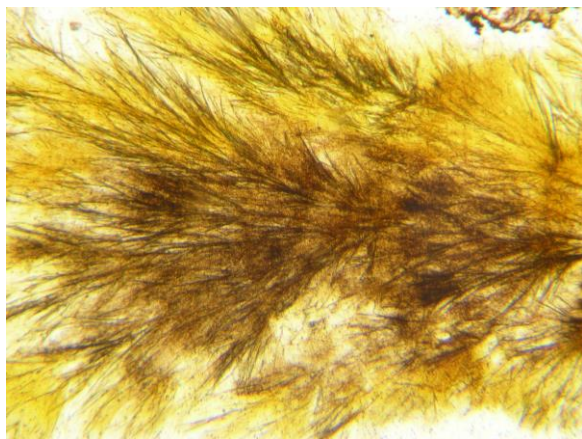
Фиг. 6. Зелен яспис (Ne1): халцедон (бяло) и бледозелен селадонит; FOV 1 mm; || N



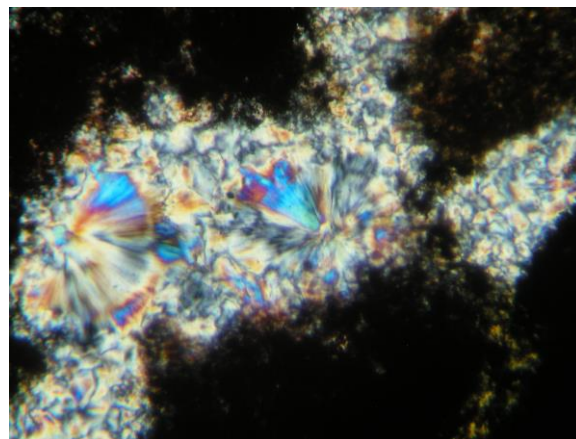
Фиг. 7. Жълт яспис (Ne2) с халцедон и микросфери от гьотит (черно); FOV 1 mm; x N



Фиг. 8. Червен яспис (Pi1) с кварц и прахест хематит; FOV 1 mm; x N



Фиг. 9. Жълт яспис (Ch14) с халцедон и фин влакнест гьотит; FOV 1 mm; || N



Фиг. 10. Жълт яспис (Pc3) с финозърнест и радиалнолъчест халцедон и плътни агрегати от гьотит (черно); FOV 1 mm; x N

Таблица 2.

Диагностика на микроварц (Q) или халцедон (Ch) в яспис, определен по интензитета на рентгеновите отражения 110, 102 и 111, както и данни за опал със съответни разновидности (O; C – кристобалит; T – тридимит) в пробите

Проба/цвят	I ₁₁₀	I ₁₀₂	I ₁₁₁	I ₁₁₀ /I ₁₀₂	2I ₁₁₁ /I ₁₀₂	I ₁₀₂ /I ₁₁₁	SiO ₂
Bu1-светлокафяв	100	88.0	28.9	1.14	0.66	3.04	Q
Ta1-червен	95.1	100	39.1	0.95	0.78	2.56	Ch
Li1-светлокафяв	-	-	-	-	-	-	Ch + O
Sk1-червен/зелен	-	-	-	-	-	-	Ch + O-CT
Md1-жълт	78.6	100	37.9	0.79	0.76	2.64	Ch + Q
Pc1-тъмночервен	100	94.3	42.3	1.06	0.90	2.23	Q
Pc2-тъмночервен	100	76.9	27.6	1.30	0.72	2.79	Q/Ch
Pc3-жълт	63.0	100	25.9	0.63	0.52	3.68	Ch
Ar1-червен	96.0	100	39.3	0.96	0.79	2.54	Q>Ch
Dc1-кафяв	-	-	-	-	-	-	O-T + Ch/Q
Ch1-жълт	100	92.4	68.8	1.08	1.49	1.34	Q + Ch
Ch2-зелен	90.1	100	71.4	0.90	1.43	1.40	Ch
Ch3a-червен	92.7	100	60.8	0.93	1.22	1.64	Ch
Ch3b-зелен	86.8	100	44.7	0.87	0.89	2.24	Ch
Ch4-лилав	80.9	100	54.0	0.81	1.08	1.85	Ch
Ch5-червен	91.2	100	69.9	0.91	1.40	1.43	Ch
Ch6-кафяв	-	-	-	-	-	-	O-T + Ch
Pr1-светлосив	100	83.2	43.4	1.20	1.04	1.92	Q
Pr2-жълт	80.0	100	29.6	0.80	0.59	3.38	Ch
Pr3-червен	100	82.8	37.1	1.21	0.90	2.23	Q
Pr4-светлокафяв	100	51.4	16.2	1.95	0.63	3.17	Ch + O-T
Pi1-червен	90.0	100	42.0	0.90	0.84	2.38	Ch
Yu1-зелен	96.3	100	39.0	0.96	0.78	2.56	Ch; CT
Ka6-зелен	100	79.7	70.8	1.25	1.78	1.13	Q>Ch
Ka7-жълт	100	54.7	35.0	1.28	1.28	1.56	Q>Ch
Ka12-червен	100	100	59.3	1.00	1.19	1.68	Q + Ch
Bo1-жълт	81.8	100	21.8	0.82	0.44	4.59	Q + O-T
De1-зелен	46.2	100	22.3	0.85	0.68	2.96	Ch
De2-жълт	93.1	100	36.2	0.93	0.72	2.76	Ch
De3-червен	100	67.4	24.2	1.48	0.72	2.79	Q Ch
Ne1-зелен	67.8	100	34.2	0.68	0.68	2.92	Ch
Ne2-жълт	55.1	100	31.1	0.92	0.77	2.61	Ch
Ne3-червен	62.7	100	41.0	0.63	0.82	2.44	Ch
Ko1-червен	82.7	100	40.3	0.83	0.81	2.48	Ch
Mo1-червен	-	-	-	-	-	-	O-C + Q
Dj1-тъмночервен	100	94.0	38.9	1.06	0.83	2.42	Q
Dj2-червенокафяв	97.6	100	60.3	0.98	1.20	1.66	Q
Gk1-червен	100	93.1	38.5	1.07	0.83	2.42	Q
Pa1-зелен	97.1	100	41.5	0.97	0.83	2.41	Q/Ch + O
Pa2-червен	100	84.0	76.0	1.19	1.81	1.10	Q
Zv1-червен	100	82.6	38.1	1.21	0.92	2.17	Q

Съобразно методиката за определяне на преобладаващата фаза от микрозърнест кварц или халцедон в даден яспис по интензитета и съотношението на рентгеновските отражения 110, 102 и 111, съответно при $d=2,45$, $2,27$ и $2,23 \text{ \AA}$ (Яковлева и др., 1976; Барсанов и др., 1979), в пробите е определено преобладаването на една или друга разновидност на SiO_2 (Таблица 2).

Направеният анализ, заедно с проверката чрез оптична микроскопия (дюншлифи) на различни проби от яспис, показва, че достоверни за определяне на относителното преобладаване на микрозърнест кварц или халцедон са резултатите от отношението I_{110}/I_{102} , но не и цитираното в посочената литература съотношение $2I_{111}/I_{102}$ или I_{102}/I_{111} . При пробите със значим примес от опал или при наличие на вулканско стъкло, тези съотношения не са приложими (например, проби Pr4 и Bo1).

В изучените проби от яспис, за предимно микрозърнестите кварц-съдържащи разновидности, се установяват две подгрупи по съотношението на интензитета на рентгеновските отражения I_{102}/I_{111} : със стойности в интервала $1,10$ - $2,00$, които са характерни за проби от предимно зелен и жълт (светлокафяв) яспис и със стойности в интервала $2,10$ - $3,10$, които са характерни предимно за проби от червен яспис.

По отношение на предимно халцедон-съдържащите разновидности, се установяват също две подгрупи по съотношението I_{102}/I_{111} : със стойности в интервала $1,40$ - $2,60$, които са характерни предимно за проби от червен яспис и със стойности в интервала $2,60$ - $3,70$, които са характерни предимно за проби от зелен и жълт (светлокафяв) яспис.

При халцедоните се отбелязва обратно пропорционална връзка между увеличението на това съотношение и намаляване на индекса на кристалинност ($I_{\text{кр}}$), който е функция на размерността на кварцовите кристали, а едновременно се изменят и други физични характеристики и структурни параметри, като например увеличение на ОН групите, неподредеността на кварца по данни от инфрачервена спектроскопия и се отбелязва намаляване на относителното тегло и показателят на лъчепречупване (Барсанов и др., 1979; в цитирания източник при халцедоните съотношението I_{102}/I_{111} варира в интервала $1,40$ - $3,68$). В конкретния случай, с изучените ясписи от голям брой проявления в Източните Родопи, може да се приеме, че индексът на кристалинност намалява при червените микрозърнести кварц-съдържащи ясписи, а се увеличава при червените халцедон-съдържащи ясписи. Отбелязани са зависимости още и между степента на кристалинност и определени парамагнитни дефекти при халцедона (Плюснина и Костов, 1988).

В Източните Родопи се отбелязват предимно ясписи с червен, тъмночервен, жълт до светлокафяв и зелен до тъмнозелен цвят. По-рядко се срещат кафяви, лилаворозови и сиви разновидности. Освен еднородно оцветени, широко разпространени са двуцветни и многоцветни (включително и т.нар. пейзажни) ясписи с различна текстура. Тяхната структура е нееднородно зърнеста, микросферолитна, а наблюдаваните текстури

биват еднородна, нееднородно-ивичеста, струевидна, брекчовидна, прожилкова и петниста. Блестящите (брокатен тип) ясписи се свързват с наличие на опал.

По генетичен белег ясписовите образувания най-общо се приемат за резултат от промяна на изходните материали от вулкански скали, техните туфи и туфобрекчи – продукти на нискотемпературно метасоматично изменение, или съответстващи на втория тип по класификацията на Барсанов и Яковлева (1978). Срещат се и нискотемпературни хидротермални разновидности при някои ахати (яспис-ахат), опали (яспис-опал) и коралити (яспис-коралит).

Заклучение

За пръв път са установени и описани, със съответния им минерален състав, 8 коренни проявления на яспис, както и над 20-на алувиални и делувиални проявления на тази гемологична суровина. Регистрирани са и няколко проявления на ясписоподобни материали. По отношение на геоложката позиция и възраст, находките се отнасят към първия, втория и третия стадий (задруги) на среднокиселия вулканизъм в Източните Родопи с горнооецненска и олигоценска възрасти.

Описани са различни по генезис проявления с различни цветови разновидности на ясписа и сродните образувания. По състав и по цвят се отделят три основни групи ясписи: червени - с примес от хематит, жълти - с примес от гьотит и зелени - с примес от селадонит. Въз основа на някои съотношения на интензитетите на рентгеновските отражения се отделят главно две групи образци: съществено микрозърнесто-кварц-съдържащи и съществено халцедон-съдържащи ясписи. Направените изследвания показват перспективността на по-широки площи от Източните Родопи по отношение на разпространението на този ювелирен материал.

Благодарности. Авторите изказват благодарност за предоставена информация за наличие на ясписи в определени части от Източните Родопи на колегите проф. д-н Ангел Кунов, проф. д-р Росен Недялков, доц. д-р Стефанка Иванова, доц. Йоцо Янев, д-р Стоян Георгиев, както и на г-н Петър Запрянов. Благодарност се изказва и на доц. д-р Б. Банушев за съдействие при микроскопските наблюдения и микрофотографии.

Литература

- Атанасов, В. А., Й. А. Йорданов. Месторождения яшм в България. – В: *Морфология и фазовые равновесия минералов. Материалы XIII конгресса ММА, Варна, 19-25 сентября 1982. С.*, БАН, 1986. - 379-386.
- Барсанов, Г. П., М. Е. Яковлева. *Минералогия яшмы СССР*. М., Наука, 1978. - 88 с.
- Барсанов, Г.П., И.И. Плюснина, М.Е. Яковлева. Особенности состава, некоторых физических свойств и структуры халцедона. – *Новые данные о минералах*, 28, 1979. - 3-33.
- Боянов, И., Д. Кожухаров, А. Горанов, Ж. Шилияфова, М. Русева. *Обяснителна записка към геоложка карта на*

- България. М 1:100000. Картен лист Искра (ред. Д. Кожухаров, И. Боянов). С., Аверс, 1995. - 87 с.
- Георгиев, В. Металогения на Източните Родопи. С., Акад. изд. Проф. Марин Дринов, 2012. - 262 с.
- Горанов, А. Литология на палеогенските отложения в част от Източните Родопи. – *Тр. Геол. България, Сер. Геох. пол. изкол.*, 1, 1960. - 259-310.
- Горанов, А., Д. Кожухаров, И. Боянов, Е. Кожухарова. *Обяснителна записка към геоложка карта на България М 1:100000. Картен лист Крумовград и Сале* (ред. Д. Кожухаров, И. Боянов). С., Аверс, 1995. - 87 с.
- Иванов, Р. Магматизмът в източнородопското палеогенско понижение. 1. Геология. – *Тр. Геол. България, Сер. Геох. пол. изкол.*, 1, 1960. - 311-387.
- Илиев, Р. Изследвания върху декоративни халцедони и ясписи от някои находища в Източните Родопи. – *Годишник на Софийския университет "Св. Климент Охридски", ГГФ*, 1, Геология, 89, 1996. - 191-201.
- Йорданов, Б., С. Саров В. Вълков, С. Георгиев, И. Калинова, Д. Камбуров, Е. Раева, Е. Воинова, М. Овчарова, Б. Кунчева. *Обяснителна записка към геоложка карта на България. М 1:50000. Картен лист Джебел и Кирково*. С., 2008. - 132 с.
- Киевленко, Е. Я., Н. Н. Сенкевич. *Геология месторождений поделочных камней*. 2-е изд., М., Недра, 1983. - 263 с.
- Кожухаров, Д., А. Горанов, И. Боянов, Е. Кожухарова, Ж. Шилияфова, М. Русева. *Обяснителна записка към геоложка карта на България. М 1:100000. Картен лист Кърджали* (ред. Д. Кожухаров, И. Боянов). С., Аверс, 1995. - 87 с.
- Костов, Р. И. *Скъпоценни минерали: определяне, разпространение, обработка, история и приложение (Гемология)*. С.-М., Pensoft, 2003. - X, 453 с.
- Костов, Р. И. Преглед на минералогичната систематика на ясписа и сродните скали. – *Геология и минерални ресурси*, 13, 9, 2006. - 8-12.
- Костов, Р. И. *Археоминералогия на неолитни и халколитни артефакти от България и тяхното значение в гемологията*. С., Изд. "Св. Иван Рилски", 2007. - 124 с.
- Костов, Р. И., Р. Паздеров, Л. Михайлов. Геофеноменът "Скалните пирамиди" при село Пазарци (Източни Родопи). – *Геология и минерални ресурси*, 9, 2015. - 2-6.
- Петрусенко, С. И., Р. И. Костов. *Скъпоценните и декоративните минерали на България*. С., БАН, 1992. - 90 с.
- Плюснина, И. И., Р. И. Костов, О. неупорядоченности халцедона по данни на електронен парамагнитен резонанс (ЭПР). – *Геох., минерал. и петрол.*, 25, 1988. - 20-27.
- Пожаревски, И. М. Проявления на ювелирни разновидности на силициевия двуокис в района на Момчилград. – *Рудообразователни процеси и минерални находища*, 30, 1989. - 37-45.
- Саров, С., Б. Йорданов, С. Георгиев, В. Вълков, Е. Балканска, В. Гроздев, Р. Маринова, Н. Марков, К. Колчева, Б. Банушев, Д. Синьовски. *Обяснителна записка към геоложката карта на Република България Мащаб 1:50000. Картен лист К-35-88-В (Крумовград) и К-35-100-А (Егрек)* (ред. Йорданов, Б., С. Саров). С., 2008. - 124 с.
- Тодорова, С., С. Василева. *Богатството на един южен край*. С., Гутенберг, 2007. - 135 с.
- Яковлева, М. Е., О. Л. Свешникова, Т. С. Бут. О рентгеновской диагностике кварца и халцедона. – В: *Новые данные о минералах СССР. Вып. 25*, М., Наука, 1976. - 234-237.
- Campos-Venuti, M. *Genesis and Classification of Agates and Jaspers: a New Theory*. Tip. Luciani, Rome, 2012. - 160 p.
- Kostov, R. I. Review on the mineralogical systematics of jasper and related rocks. – *Arheometriai Műhely, Archaeometry Workshop*, 7, 3, 2010. - 209-213.
- Michaylov, L. Textures and colour of jaspers from the Eastern Rhodopes. – *VIII International Symposium "Mineral Diversity Research and Preservation". Abstracts. 'Earth and Man' National Museum*, 9-12 October 2015, Sofia, 2015. - 31.

Статията е рецензирана от доц. д-р Ст. Стойков и е препоръчана за публикуване от кат. "Минералогия и петрография".