

Геол. ан. Балк. пол. Ann. Geol. Penins. Balk.	61	2	419-431	Београд, децембар 1997 Belgrade, Decembre 1997
--	----	---	---------	---

УДК 549.612:553.652(497.11-11)

Оригинални научни рад

АЛКАЛНО-ДЕФИЦИТАН ТУРМАЛИН ИЗ ДИСТЕНСКО-КОРУНДСКОГ ШКРИЉЦА ЛОКАЛИОСТИ БОБОЛОШ – БРЗА ПАЛАНКА (ИСТОЧНА СРБИЈА)

од

Сузане Ерпћ*, Миховила Логара* и Данила Бабича*

Турмалин из дистенско – корундског шкриљца локалности Боболош припада ређој врсти алкално дефицитног турмалина са кристалохемијском формулом:



и димензијама елементарне ћелије: $a_0 = 15.961$ (3) Å, $c_0 = 7.166$ (2) Å, $V_0 = 1572.3221$ (3) Å³.

По односу Al-Fe-Mg и Ca-Fe-Mg (Henry and Guidotti, 1985) турмалина као петрогенетског индикатора, асоцијација дистен + турмалин + корунд + рутил + серицит + хлорит + кварц формирана је метаморфозом пелита богатих алуминијумом.

Кључне речи : турмалин, алкално-дефицитан, Боболош, Србија.

УВОД

У дистенско – корундском шкриљцу локалности Боболош код Брзе Паланке поред дистена, корунда и рутила утврђен је и турмалин.

О турмалину постоје релативно ретки подаци, нарочито о хемизму и величини елементарне ћелије. Већина расположивих података односи се на турмалине везане за гранитоидне масиве и пегматите. Још Урошевић (1900) помиње турмалин из околине Врања, затим (1908) турмалине у метаморфитима Гобелје, Сувог Рудишта, Суве Руде и села Боће, али без детаљних анализа.

Турмалин је констатован у свим нашим пегматитима. У докторској дисертацији Nikolić (1963) спектрохемијски је анализирао све турмалине из пегматита на територији бивше Југославије и рендгенски анализирао турмалин из Пелагоније (пегматити Дреновца и Бабуне).

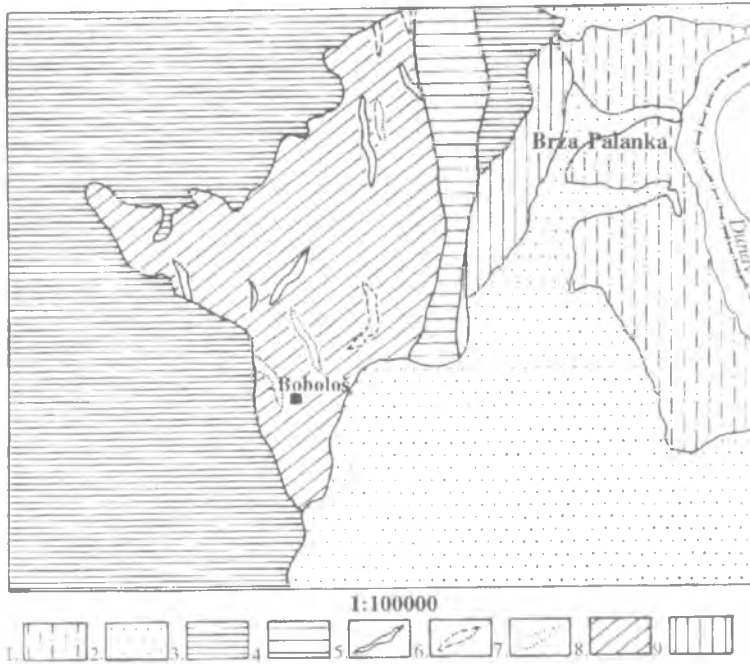
Дангић и др. (1994) на основу параметара кристалне решетке, преко дијаграма Epprecht-a, одређују турмалине Голијске реке као дравитско-шерлитске, а турмалине Радуловца као дравите.

Циљ овог рада је минералошка детерминација турмалина из дистенско-корундског шкриљца локалности Боболош.

* Рударско-геолошки факултет, Бушина 7, 11000 Београд.

ГЕОГРАФСКИ ПОЛОЖАЈ И ГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ОКОЛНИХ СТЕНА

Корундско–дистенски шкриљац са турмалином налази се на брду Боболош изнад Уровице на подручју Дунавског кључа, око 20 km западно од Брзе Паланке (сл. 1. према Пићу, 1992).



Сл. 1. Упростиена геолошка карта ширег подручја Боболоша.

Легенда 1. речна тераса и речно–језерски седименти. 2. миоценски седименти: шљункови, пескови, конгломерати, глине, кречњаци. 3. кредни седименти: кречњаци, лапорци, глинци и пелгчари. 4. хлоритско–серичитски и актинолитски шкриљци. 5. кварцне жице. 6. гранит–гнајсеви. 7. амфиболити. 8. протерозојски гнајсеви и микашисти. 9. микашисти

Fig. 1. Simplified geological map of wider area of Bobološ.

Legend 1. Holocene in general, 2. Miocene sediments: gravels, sands, konglomerates, clays and limestones. 3. Cretaceous sediments: limestones, marls, claystones and sandstones. 4. Chlorite-sericite schists, 5. Quartzites, 6. Granites-gneisses, 7. Amphibolites, 8. Proterozoic gneisses and mica schists, 9. Mica schists

У структурном смислу подручје са појавама дистенско – корундског шкриљца припада Гетској навлаци, која се у виду траке дуге око 40 km и широке 3–8 km, од Текије пружа на југ. Израђена је од протерозојских метаморфита – гнајсева, микашиста и амфиболита (у којима се на подручју Боболоша јавља дистенско–корундски шкриљак са турмалином), палеозојских гранита, серпентинита, зелених шкриљаца и седимената средње и горње јуре. Овај комплекс стена, према Bogdanoviću i Rakiću (1980), навуен је преко аутохтоног палеозоика, херцинских гранита, јурских и кредних седимената и вулканита за време ларамидске фазе убирања, а настао је раседањем и ерозијом првобитно јединствене шариажашке плоче.

МИНЕРАЛИ АСОЦИЈАЦИЈА

Дистенско-корундски шкриљцац је сиво-плаве боје, крупнозрне и порфиروبластичне структуре, са јасно уочљивим испреплетаним призматичним агрегатима светло-плавог дистена, сивим партијама корунда и мрким призматичним зрнима турмалина, који образују агрегате величине до 4×3 cm.

Поред ових минерала присутна је и незнатна количина кварца, секундарног хлорита и серицита и акцесорни рутил.

Дистен је доминантан минерал и јавља се у еуедралним до субедралним зрнима величине до 1.5×1.2 cm и у асоцијацији са корундом гради крупнозрну основу стене. Поједина зрна овог минерала су серицитисана.

Корунд је количински подређен минерал у испитиваном делу стене (полиски део дистенско-корундског шкриљца), а јавља се у неправилним, псевдоламеларним зрнима величине до 7 mm.

МЕТОДЕ ИСПИТИВАЊА

Испитивани турмалин је ручно издвојен и пречишћен, при чему је добијен мономинерални концентрат са незнатним количинама јако ситних уклопака дистена које је било немогуће одстрапити.

Истраживања су обухватила оптичка проучавања, рендгенску дифракциону анализу и одредбу хемијског састава турмалина.

У рендгенској анализи коришћен је метод дифракције праха. Рађено је на дифрактометру марке Philips, тип PW 1050. Употребљено је Ni филтровано зрачење са антикатаде бакра таласне дужине $\lambda_{\text{CuK}\alpha} = 1.54178 \text{ \AA}$. Анодно оптерећење је износило $U = 38 \text{ kV}$ и $I = 18 \text{ mA}$. Брзина кретања бројача је износила $V_g = 1^\circ 2 \theta / \text{min}$.

За анализирање хемијског састава примењени су поступци класичне хемијске анализе. Макро елементи су одређени гравиметријски (SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO), колориметријски (Fe_2O_3 , TiO_2 , MnO), пламенофотометријски (Na_2O , K_2O), волуметријски (FeO) и дестилацијом (B_2O_3)

Микроелементи су одређени спектрохемијском анализом на спектрографу велике дисперзије типа Hilger E – 478 у области спектра $2700\text{--}5000 \text{ \AA}$, као и спектрографу STE-1 у области спектра $6000\text{--}9000 \text{ \AA}$. Сагоревање узорака је обављено у једносмерном луку при јачини струје од 8A. Као унутрашњи стандард коришћени су германијум и паладијум. Апсолутна грешка одређивања микроелемената износи $\pm 15\text{--}20\%$.

РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА

Турмалин се јавља у субедралним зрнима, величине 0.8×0.6 cm, која су често испуцала, а микропрелине запуњене секундарним минералима – серицитом, хлоритом и кварцом. У турмалину се могу уочити уклопци дистена (серицитисаног у ободним деловима), као и мноштво ситних зрна рутила. Уклопци дистена су величине и до 2×1 mm, док су уклопци рутила знатно ситнији и не прелазе 0,4 mm у пречику. На неким зрнима турмалина се уочава зонараност и полихроизам (од светло жуте до светло мрке боје). При коноскопском посматрању показује да је једноосан-негативан.

Рендгенска анализа

Рендгенски дијаграм праха мономинералног концентрата турмалина садржао је уз турмалинске рефлексије и неколико рефлексија хлорита. Укупно 25 рефлексија идентифицирано је на бази хексагоналне јединичне ћелије турмалина. Користећи податке из ASTM датотеке, картица број (14–76) за почетне вредности, елементарна ћелија турмалина са Боболоша утањена је применом програма LSUCRIPC (Garvey, 1986). Израчунате димензије елементарне ћелије износе:

$$a_0=15.961 \text{ (3) \AA}, c_0=7.166 \text{ (2) \AA}, V_0=1572.3221 \text{ (3) \AA}^3.$$

Подаци рендгенске анализе сумирани су на табели 1.

Табела 1. Индициран дијаграм праха турмалина на хексагоналну решетку
Table 1. X ray powder diagram of hexagonal tourmaline unit cell.

	2 θ	d_{calc}	d_{obs}	I	(hkl)
1.	13.90	6.3587	6.3508	16	(101)
2.	17.85	4.9677	4.9648	15	(021)
3.	19.30	4.5946	4.5950	6	(300)
4.	21.10	4.2140	4.2069	20	(211)
5.	22.30	3.9791	3.9831	60	(220)
6.	25.65	3.4681	3.4700	30	(012)
7.	26.40	3.3731	3.3731	4	(131)
8.	29.70	3.0079	3.0054	5	(410)
9.	30.20	2.9524	2.9568	47	(122)
10.	30.85	2.8931	2.8959	2	(321)
11.	34.20	2.6144	2.6195	6	(312)
12.	38.45	2.3399	2.3392	8	(511)
13.	41.30	2.1850	2.1841	3	(502)
14.	41.80	2.1606	2.1591	3	(431)
15.	42.65	2.1196	2.1181	12	(303)
16.	44.15	2.0482	2.0495	7	(223)
17.	44.40	2.0368	2.0386	20	(152)
18.	44.90	2.0175	2.0170	2	(161)
19.	47.40	1.9152	1.9163	15	(342)
20.	48.65	1.8707	1.8699	2	(413)
21.	49.30	1.8469	1.8468	3	(621)
22.	51.40	1.7768	1.7762	5	(104)
23.	55.48	1.6559	1.6548	11	(603)
24.	57.90	1.5916	1.5913	26	(550)
25.	61.60	1.5039	1.5043	10	(820)

Параметри елементарне ћелије турмалина са Боболоша, пренесени на дијаграм Eprecht–a (1953) (Holgate, 1977) одступају од параметара елементарних ћелија изоморфних смеша шерлит–дравит и елбаит–шерлит.

Хемијска проучавања

За одредбу хемијског састава издвојен је турмалин из истог дела стене од које је направљен петрографски препарат.

Хемијски састав турмалина са Боболоша (табела 2) прерачунат је на бази 31(O). Кристалохемијска израчунавања извршена су помоћу програма MINFILE.

Кристалохемијска формула турмалина Боболош:



Овакав састав турмалина указује да се ради о алкално-дефицитном типу. Хемијска варијабилност турмалина код алкално дефицитних типова (шерлит и дравит), резултат је супституције $\text{R}^+\text{R}^{2+}=\text{R}^{3+}+\square^{(3a)}$. Ова супституција даје чврсте растворе турмалина који иду до теоријски алкално слободних турмалина $\square(\text{R}_2^{2+}\text{R}^{3+})\text{R}_6^{3+}(\text{BO}_3)_3\text{Si}_6\text{O}_{18}(\text{OH})_4$ (Foit and Rosenberg, 1977).

Табела 2. Хемијска анализа турмалина са прерачуном на бази 31 (O)

Table 2. Chemical compositions on the basis 31 (O).

оксиди (oxides)	%	катјони (cations)	
SiO ₂	31.82	Na	0.092
TiO ₂	1.30	Ca	0.173
Al ₂ O ₃	42.87	K	0.016
Fe ₂ O ₃	0.20		0.719
FeO	3.37		(0.28)
CaO	1.02	Al okt.	0.99
MgO	5.88	Mg	1.385
MnO	0.04	Fe ²⁺	0.024
Na ₂ O	0.30	Fe ³⁺	0.445
K ₂ O	0.08	Ti	0.155
B ₂ O ₃	8.90	Mn	0.005
H ₂ O	3.90		(3)
влага (moisture)	0.34	Al tet.	6.00
укупно (total)	100.02	B tet.	3
			(3)
		Si tet.	5.029
		Al	0.97
			(6)
		OH	4.112
		O	18

Дефицит алкалних катјона (Na и Ca), може се одразити на структуру повећањем дитригоналности и дисторзије тетраедара који сачињавају шесточлапе прстенове (Foit, 1989).

Спектрохемијска анализа овог турмалина обухватила је укупно 33 микроелемента при чему је садржај детектованих елемената дат у табели 3.

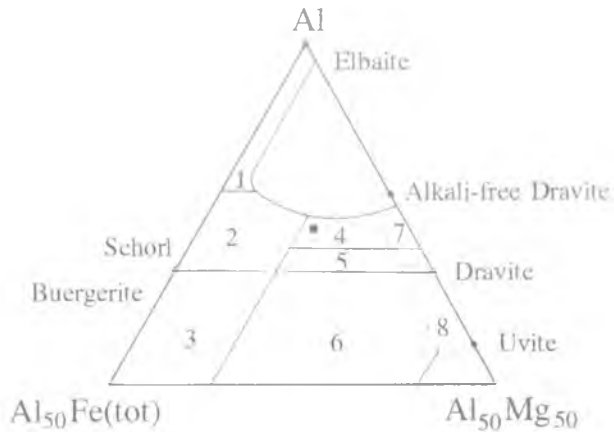
Табела 3. Спектрохемијска анализа турмалина.

Table 3. Spectrochemical analysis of tourmaline.

елемент (element)	Mn	Ga	V	Y	Zr	Ni	Sc	Cr	La	Sr
(ppm)	480	7	900	60	120	700	40	1000	500	300

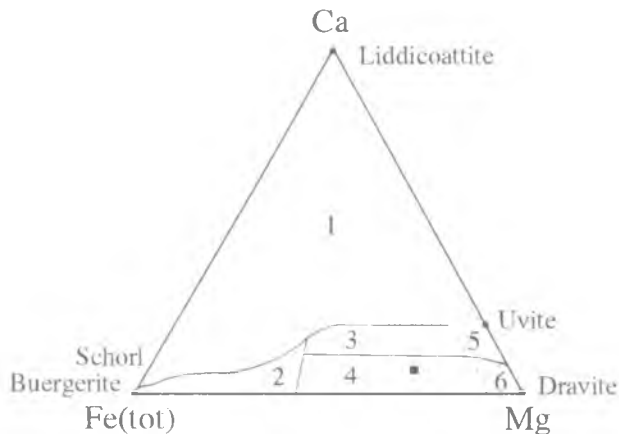
ОПШТИ УСЛОВИ ОБРАЗОВАЊА ИСПИГИВАНОГ ТУРМАЛИНА

Турмалин је врло чест акцесорни минерал. Редовно је присутан у пегматитима, седиментним стенама, као хемијски и механички резистентан тешки минерал, а има га и у већини метаморфита насталих преображајем помениутих стена.



Сл. 2. Al-Fe(uk.) Mg (молекулски односи) за турмалине из различитих типова стена. 1. Li-богати гранитски пегматити и аплити. 2. Li-сиромашни гранитоиди и са њима асоцирани пегматити и аплити. 3. Fe³⁺-богате кварц турмалинске стене (хидротермално алтерисани гранити). 4. Метапелити и метапсамити коегзистентни у фази Al засићења. 5. Метапелити и метапсамити некоегзистентни у фази Al засићења. 6. Fe³⁺-богате кварц турмалинске стене, калк силикатне стене и метапелити, 7. Слабо Са метаултрамафити и Cr и V богати метаседименти и 8. Метакарбонати и метапироксенити.

Fig. 2. Al-Fe(tot)-Mg diagram (in molecular proportions) for tourmalines from various rock types. 1. Li-rich granitoid pegmatites and aplites, 2. Li-poor granitoids and their associated pegmatites and aplites, 3. Fe³⁺-rich quartz-tourmaline rock (hydrothermally altered granites), 4. Metapelites and metapsammities coexisting with an Al-saturating phase, 5. Metapelites and metapsammities not coexisting with an Al-saturating phase, 6. Fe³⁺-rich quartz-tourmaline rock, calc silicate rocks and metapelites, 7. Low-Ca metaultramafics and Cr, V-rich metasediments and 8. Metacarbonates and meta-pyroxenites



Сл. 3. Ca-Fe(uk.)-Mg (молекулски односи) за турмалине из различитих типова стена. 1. Li-богати гранитски пегматити и аплити. 2. Li-сиромашни гранитоиди и са њима асоцирани пегматити и аплити. 3. Са-богати метапелити, метапсамити и калк силикатне стене. 4. Са-сиромашни метапелити, метапсамити и кварц-турмалинске стене. 5. метакарбонати и 6. метаултрамафити.

Fig. 3. Ca-Fe(tot)-Mg diagram (in molecular proportions) for tourmalines from various rock types. 1. Li-rich granitoid pegmatites and aplites, 2. Li-poor granitoids and associated pegmatites and aplites, 3. Ca-rich metapelites, metapsammities, and calc-silicate rocks, 4. Ca-poor metapelites, metapsammities, and quartz-tourmaline rock. 5. Metacarbonates and 6. Metaultramafites.

Henry and Guidotti (1985) показали су да турмалини из различитих типова стена имају различите молекулске Al-Fe-Mg и Ca-Fe-Mg односе, који могу послужити као петрогенетски индикатор.

Користећи њихове дијаграме (слике 2 и 3), закључујемо да испитивани турмалини припада подручју метапелита насталих у фази Al – засићења.

ЗАКЉУЧАК

Турмалин из дистенско корундског шкриљца локалности Боболош, по свом саставу не припада типичним изоморфним смешама шерлит-дравит, или елбаит-шерлит, већ алкално дефицитном турмалину, при чему је 0.72 слободних ваканција у алкалном положају. При том 3а-структурне позиције, односно алкална места у случају овог турмалина окупирана су са $(\text{Na}_{0.09}\text{K}_{0.02}\text{Ca}_{0.17}\square_{0.72})$.

Недостатак алкалних катјона условио је промену величине елементарне ћелије, тако да се параметри испитиваног турмалина не уклапају у зависност параметара од хемијског састава код изоморфних смеша шерлит-дравит и елбаит-шерлит.

Приказ Al-богатог турмалина (оленита) из пегматита дали су у свом раду Соколов и др. (1986). Цитирани турмалин припада серији алкално дефицитних турмалина иако има повећан садржај Li (он због своје величине не заузима 3а, већ тетраедерску позицију).

Foit (1989) сматра да је R^{3+} супституент – Al и да чланове ове серије треба тражити у оним лежиштима у којима се турмалин јавља са минералима богатим алуминијумом.

Тако није случајност да турмалини са Боболоша спада међу чланове са највећим дефицитом алкалних катјона, а јавља се у стени са Al богатим минералима – корундом и дистеном.

Ова ређа врста алкално дефицитног турмалина по општим условима образовања у присутној минералној асоцијацији вероватно је настала у процесу метаморфизма пелита.

Геол. ан. Балк. пол. Ann. Geol. Penins. Balk.	61	2	419–431	Београд, децембар 1997 Belgrade, Decembre 1997
--	----	---	---------	---

UDC 549.612:553.652(497.11–11)

Original scientific paper

ALKALI-DEFICIENT TOURMALINE FROM KYANITE-CORUNDUM SCHIST OF BOBOLOŠ – BRZA PALANKA (EASTERN SERBIA)

by

Suzana Erić*, Mihovil Logar* and Danilo Babič*

Tourmaline from kyanite–corundum schist of Bobološ belongs to the rare kind of alkali deficient tourmaline with crystallochemical formula:



and unit cell dimensions: $a_c=15.961$ (3) Å, $c=7.166$ (2) Å, $V_c=1572.3221$ (3) Å³.

From the relation of Al–Fe–Mg and Ca–Fe–Mg (Henry and Guidotti, 1985) as petrogenetic indicator, association kyanite + tourmaline + corundum + rutile + sericite + quartz was formed by metamorphosis of aluminium rich pelites.

Key words: tourmaline, alkali-deficient, Bobološ, Serbia

INTRODUCTION

In kyanite–corundum schist of Bobološ near Brza Palanka, besides kyanite, corundum and rutile, tourmaline was also found.

Relatively rare data exist about tourmaline, especially concerning chemism and size of unit cell. The most of available data refers to tourmalines connected to granitoid masses and pegmatites. Still Urošević (1900) have mentioned tourmaline in the vicinity of Vranje, then (1908) tourmalines in metamorphites of Gobelje, Suvo Rudište, Suva Ruda and village Boće, but without detailed analyses.

Tourmaline was noticed in all pegmatites of Yugoslavia. In his doctorate dissertation, Nikolić (1963) has presented spectrochemical analyses of all tourmalines from pegmatites of the Former Yugoslavia territory and XRD analysed tourmalines of Pelagonija (pegmatites of Drenovac and Babuna).

On the basis of crystal lattice parameters, through the Epprecht's diagram, Dangić et al. (1994) determined tourmalines of Golijska reka as dravite–schorls, and tourmalines of Radulovac as dravites.

* University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Djućina 7, 11000 Belgrade.

The aim of this paper is mineralogical determination of tourmalines from kyanite–corundum schists of Bobološ.

GEOGRAPHICAL POSITION AND GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SURROUNDING ROCKS

Kyanite–corundum schist with tourmaline is found on the hill Bobološ, above Urovića in the Dunavski ključ area, about 20 km to the west of Brza Palanka (Fig. 1; after Ilić, 1992).

By the means of structural geology, the area with occurrences of kyanite–corundum schists belongs to Gethian nappe, which, like belt 40 km long and 3–8 km wide, spreads from Tekija to the south. It is built of Proterozoic metamorphic rocks – gneisses, mica schists and amphibolites (the kyanite–corundum schists with tourmaline are found as a blocks in these metamorphites in Bobološ area), Palaeozoic granites, serpentinites, green-schists and sedimentary rocks Middle and Upper Jurassic in age. According to Bogdanović and Rakić (1980), during the Laramian phase this complex of rocks was overthrust upon autochthonous Palaeozoic rocks, Hercynian granites, Jurassic and Cretaceous sedimentary and volcanic rocks.

MINERAL ASSOCIATION

Kyanite–corundum schist is grayish–blue in colour; it has large grains and porphyroblastic texture. It has clear interweaved prismatic light blue kyanites, gray parts of corundum and dark prismatic grains of tourmaline, which form aggregates large up to 4×3 cm.

Beside these minerals, insignificant amounts of quartz, secondary chlorite, sericite and accessory rutile are present.

Kyanite is dominant mineral in this rock, and it appears as euhedral and subhedral grains, large up to 1.5×2 cm. In association with corundum it makes coarse grained ground mass of the rock. Some grains of this mineral are sericitized.

Corundum appears as irregular, pseudolamellar grains large up to 7 mm. In examined, bottom part of the outcrop, this mineral is less abundant than the others.

ANALYTICAL PROCEDURES

Examined tourmaline was separated and purified by hand, and in that way monomineral concentrate was obtained with just insignificant amount of tiny kyanite inclusions that were impossible to remove.

The examinations were: optical studies, X–ray diffraction analysis and determination of the chemical compositions of tourmalines.

X–ray powder diffraction pattern were obtained with Philips PW 1050 using Ni–filtered $\text{CuK}\alpha$ radiation ($\lambda = 1.54178 \text{ \AA}$) and scanning speed of $1^\circ 2\theta/\text{min}$.

The chemical composition was obtained by the means of classical chemical (silicate) analysis. Major elements were determined by gravimetric analysis (SiO_2 , Al_2O_3 , CaO ,

MgO), colorimetric analysis (Fe_2O_3 , TiO_2 , MnO), flame photometry (Na_2O , K_2O), volumetric analysis (FeO) and distillation (B_2O_3).

Trace elements were determined by spectrochemical analysis carried out on the spectrograph with large dispersion, type Hilger E-478, within the spectrum from 2700–5000 Å, as well as on the STE-1 spectrograph within spectrum range from 6000–9000 Å. Excitation of the sample was performed in one-way arc, and the current of 8A. As internal standards germanium and palladium were used. Absolute error of trace element analysis was ± 15 –20%.

THE RESULTS OF EXAMINATIONS

Tourmaline grains are subhedral, large up to 0.8×0.6 cm. Fractures filled with secondary minerals – sericite, chlorite and quartz – are common. Inclusions of kyanite (with sericitized rims), as well as tiny rutile grains, can be seen in tourmaline. Kyanite inclusions are large up to 2×1 mm. Rutile inclusions are much smaller – up to 0.4 mm in diameter. In some tourmaline grains zonality and pleochroism (from light yellow to light brown colour) can be seen. Conoscopic observations showed that this mineral was uniaxial – negative.

X-ray analysis

The X-ray powder diagram of monomineral concentration of tourmaline contained, beside tourmaline reflection, a few chlorite reflections. Totally 25 reflections were indicated on the basis of hexagonal tourmaline unit cell. For the initial values we used data from the ASTM files, card N° 14–76, and the unit cell of tourmaline of Bobološ was corrected by using a LSUCRIPC program (Garvey, 1986). Calculated dimensions of unit cell are:

$$a_0 = 15.961 (3) \text{ \AA}, c_0 = 7.166 (2) \text{ \AA}, V_0 = 1572.3221 (3) \text{ \AA}^3.$$

The X-ray analysis data are presented in Table 1.

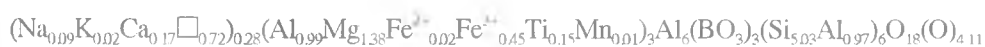
The tourmaline of Bobološ unit cell parameters plotted on the Eprecht's diagram from 1953 (after Holgate, 1977) differs from the unit cell parameters of isomorphous series schorl–dravite and elbaite–schorl.

Chemical examinations

For determination of the chemical composition, tourmaline was separated from the same part of the rock from which the thin section was made.

Chemical composition of tourmaline of Bobološ (Table 2) was calculated on the basis of 31 O. Crystallochemical calculations were made by using MINEILE program.

Crystallochemical formula of tourmaline of Bobološ is:



Such composition of tourmaline indicates that it is alkali deficient type. Chemical variability of alkali deficient tourmaline type (schorl and dravite) is the result of substitution $\text{R}^+ + \text{R}^{2+} = \text{R}^{3+} + \square^{(3a)}$. This substitution gives tourmaline solid solutions that go to the theoretically alkali free tourmalines $\square(\text{R}_2^{2+}\text{R}^{3+})\text{R}_6^{3+}(\text{BO}_3)_3\text{Si}_6\text{O}_{18}(\text{OH})_4$ (Foit and Rosenberg, 1977).

The alkali cation (Na, Ca) deficit, can influence the structure by increasing ditrigonality and distortion of tetrahedra which are constituents of six-membered rings (Foit, 1989).

Spectrochemical analysis of this tourmaline includes 33 trace elements, and it is given in Table 3.

GENERAL CONDITIONS OF FORMATION OF TOURMALINE

Tourmaline is very common accessory mineral. It is normally present in pegmatites and sedimentary rocks as chemically and mechanically resistant heavy mineral. It can also be found in the most metamorphic rocks formed by metamorphosis of above mentioned rocks.

Henry and Guidotti (1985) showed that tourmalines from various rock types have different Al-Fe-Mg and Ca-Fe-Mg molecular ratios, which can be used as petrogenetic indicator.

From their diagrams (Fig. 2. and 3.) it can be seen that the examined tourmaline belongs to the field of metapelites formed in the Al-saturation phase.

CONCLUSION

Tourmaline from kyanite-corundum schists of Bobološ, according to their composition do not belong to typical isomorphous series schorl-dravite or elbaite-schorl, but to the alkali deficient tourmaline with 0.72 free vacancies in the alkali positions. The 3a-structural positions, or in the case of this tourmaline – alkali places, are occupied with $(\text{Na}_{0.09}\text{K}_{0.02}\text{Ca}_{0.17}\square_{0.72})$.

Lack of alkali cations caused the change of unit cell size, so its parameters can not fit in mineral dependence on isomorphous series schorl-dravite and elbaite-schorl parameters.

Tourmaline (olenite) with a composition closely approaching alkali – deficient series has been recently reported by Sokolov et al. (1989). By Foit (1989) the principle R^{3+} sub-stituent is Al, search for the alkali – deficient end-member has focused on deposits where tourmaline coexists with Al rich minerals.

Tourmaline from Bobološ belong to end – member alkali – deficient series it appears in rocks with Al – rich minerals – corundum and kyanite.

This rare kind of alkali deficient tourmaline, according to common forming conditions of present mineral association, was probably formed in the process of metamorphism of pelites.

Translated by authors

ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

- Bogdanović R. i Rakić M., 1980: Tumač za OGK listova D. Milanovac, Oršava, Baja de Arma i Tum Severin.– Savezni geo Beograd.
- Дангић А., Стајевић Б., Бурић С. и Прелевић Д. (=Dangić et al.), 1994: Минералoшко геo-хемијска проучавања турмалина са Голије (Ј. З. Србија).– Геол. ан. Балк. пол., 58/1, 201–213
- Foit F. Jr., 1989: Crystal chemistry of alkali – deficient schorl and tourmaline structural relationships.– Amer. Miner., V-74, 422–431.

- Foit F. Jr. and Rosenberg P., 1977: Coupled Substitutions in the Tourmaline Group – Contr. Miner. Petrol., Vol. 62, 109-127
- Garvey R. T., 1986: Least squares unit cell refinement with indexing on the personal computer – Isap implementation, Bern.
- Henry D. and Guidotti C., 1985: Tourmaline as petrogenetic indicator mineral: an example from the staurolite-grade metapelites of NW Maine.– Amer. Miner., V-70, 1-15
- Holgate N., 1977: Tourmaline from amphibolized gabbro at Hanter Hill, Radnorshire.– Miner. Mag., V-41, 124-127
- Ilić B., 1992: Izveštaj po projektu: Prospekcija i istraživanje korundsko-distenske rudne pojave "Bobološ" u 1992 – FSD Geoinstituta, Beograd
- Nikolić D., 1963: Pegmatiti SFRJ – Doktorska disertacija, RGF, Beograd
- Соколов П. Б., Горская М. Г., Гордиенко В. В., Петрова М. Г., Крецер Ю. Л. и Франк Каменецкий В. А. (=Sokolov et al.), 1986: Оленит $\text{Na}_{1-x}\text{Al}_3\text{Al}_6\text{B}_3\text{Si}_6\text{O}_{27}(\text{O,OH})_4$ – Новый высокоглиноземистый минерал из группы турмалинов.– Записки всесоюзного минералогического общества., 115, 119-123.
- Урошевић С. (=Urošević), 1900: Неколико минерала из Србије и Македоније (Турмалин из околине Брања).– Запис. СГД, Збор LXXV, стр. 6, Београд.
- Урошевић С. (=Urošević), 1908: Централни Копаоник.– Глас српске краљевске Академије, XXV, Београд.