

Геол. ан. Балк. пол. Ann. Géol. Penins. Balk.	60	1	415-424	Београд, децембар 1996 Belgrade, Decembre 1996
--	----	---	---------	---

УДК 553.673(497.11)

Оригинални научни рад

ТАЛК ИЗ СЕРПЕНТИНИТА СТУДЕНИЦЕ И РАЈЦА (СРБИЈА)

од

Зорице Томић*

У овом раду приказани су резултати испитивања талка из серпентинита у долини реке Студенице и из серпентинита Рајца. Проучење и описане појаве талка представљају чисте стеатите и допуњају досадашња сазнања о овој минералној врсти. Параметри елементарне ћелије (Å) су за талк: из Студенице $a_0=5,310$ (5), $b_0=9,10$ (2), $c_0=18,95$ (8), $\beta=99,2$ (2)°, $V_0=905,35$ (2) Å³; са Рајца $a_0=5,310$ (5), $b_0=9,12$ (2), $c_0=18,94$ (9), $\beta=99,2$ (2)°, $V_0=908,01$ (2) Å³. Кристалохемијска формула израчуната на бази 24 (O, OH) је: за талк Студенице $(Mg_{5,77}, Fe^{2+}_{0,13}, Fe^{3+}_{0,10}, Ca_{0,10}, Na_{0,02})^{VI}_{6,12} (Si_{7,73}, Al_{0,24})^{IV}_{7,97} O_{19,95} (OH)_{4,05}$; за талк са Рајца $(Mg_{5,81}, Fe^{2+}_{0,23}, Fe^{3+}_{0,09}, Ca_{0,04})^{VI}_{6,17} (Si_{7,69}, Al_{0,24})^{IV}_{7,93} O_{19,94} (OH)_{4,06}$.

Кључне речи: талк, серпентинит, стеатит, Студеница, Рајца, Србија.

УВОД

Талк је минерал који припада групи филосиликата са хексагоналном листастом структуром. Кристалише моноклинично. По хемијском саставу је $Mg_6(OH)_4Si_8O_{20}$. Главни је састојак стена талкшиста које су значајна минерална сировина, а дефицитарне су код нас.

До сада познате појаве талка су у Мачкатици и Црној Трави (Максимовић, 1962), у околини Зимовника на Копаонику (Šimić & Pešić, 1987) и на Црном Врху у атару села Полом (Dedić & Pavlović, 1980/81).

Сматрам корисним да изнесем резултате проучавања талка у долини реке Студенице, локалност Мланча (у даљем тексту – талк Студенице) и талк Рајца, на путу Рајца–Горњи Бањани (у даљем тексту – талк Рајца).

Талк Студенице се јавља у контактної зони серпентинита и андезита. У пукотинама и прелинама, измењеног серпентинита, јављају се жилице дебљине око 5 милиметара, испуњене компактним млечнобелим до сивобелим талком.

* Природњачки музеј, Београд. Његошева 51

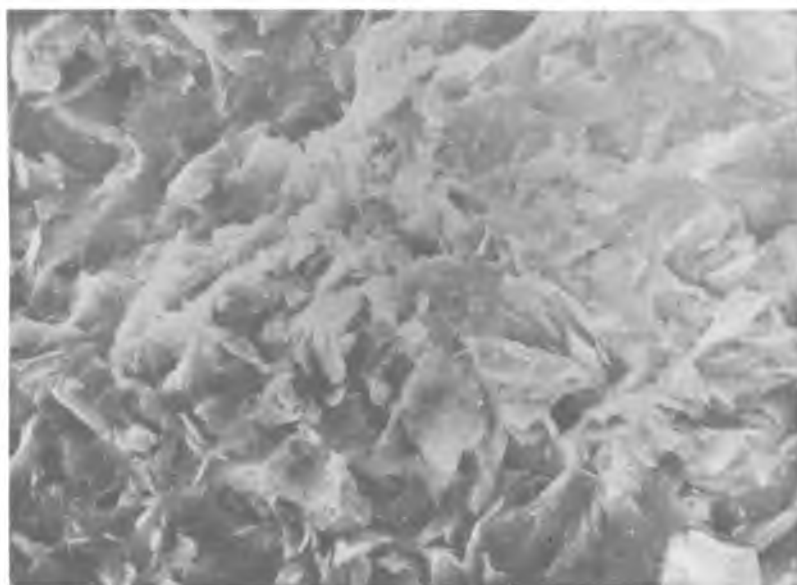
Талк Рајца се јавља у тектонизираној зони контакта измењених серпентинита са дијабазрожном формацијом. У шкриљавом серпентиниту јављају се партије сивозелене до тамносиве боје компактног талка који само местимично показује плочасто иверасте прелом.

РЕЗУЛТАТИ ЛАБОРАТОРИЈСКИХ ПРОУЧАВАЊА

У циљу што тачнијег одређивања ове минералне врсте урађено је микроскопско испитивање и скенинг електронско снимање, диференцијално термичко испитивање, испитивање у инфрацрвеном делу спектра, рендгенско и хемијско проучавање.

Микроскопско испитивање

Микроскопским прегледом утврђено је да талк Студенице чине потпуно чисти, замршено листаста агрегата. Скенинг електронском микроскопијом (сл. 1) одређена је величина љуспица која се креће од 0,5 до 2 микрометра, а дебљина листастог агрегата 10 до 20 микрометра.



Сл. 1. Скенинг електронски снимак $\times 2000\times$. Листаста агрегат талка Студенице
Fig. 1. Scanning electron photograph $\times 2000\times$. Laminated aggregate of the Studenica talc.

Талк Рајца се, микроскопски, не разликује од талка Студенице али су лиске нешто крупније. То је потпуно чист, мономинерални, агрегат замршених лиски. Скенинг електронском микроскопијом (сл. 2) одређена је дебљина љуспица 2 до 10 микрометра и дебљина листастог агрегата 20 до 40 микрометра.

Због малих димензија и замршено орјентисаних љуспица стиче се утисак компактне и једре масе талка коју називамо стеатитом.



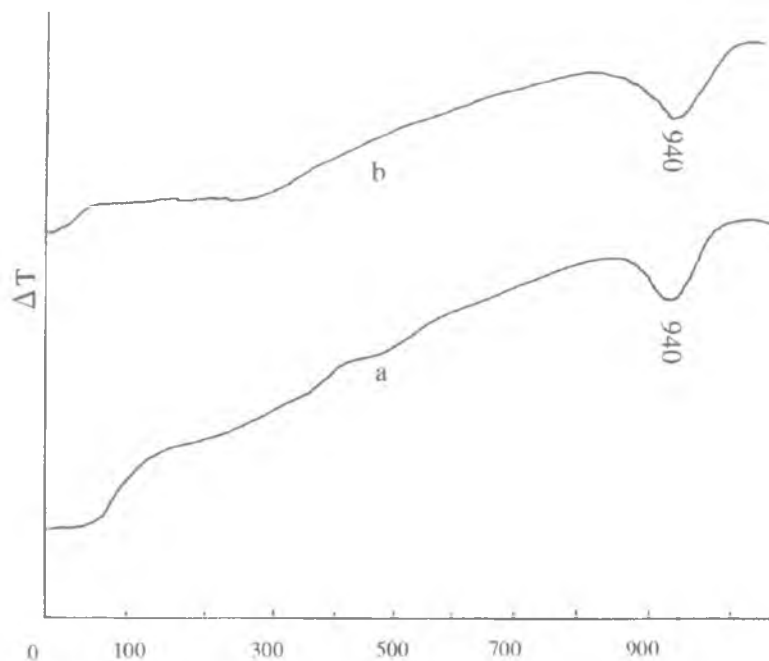
Сл. 2. Скенинг електронски снимак $\times 2000\times$. Листасти агрегат талка Рајца.
Fig. 2. Scanning electron photograph $\times 2000\times$. Laminated aggregate of the Rajac talc.

Диференцијално термичка испитивања

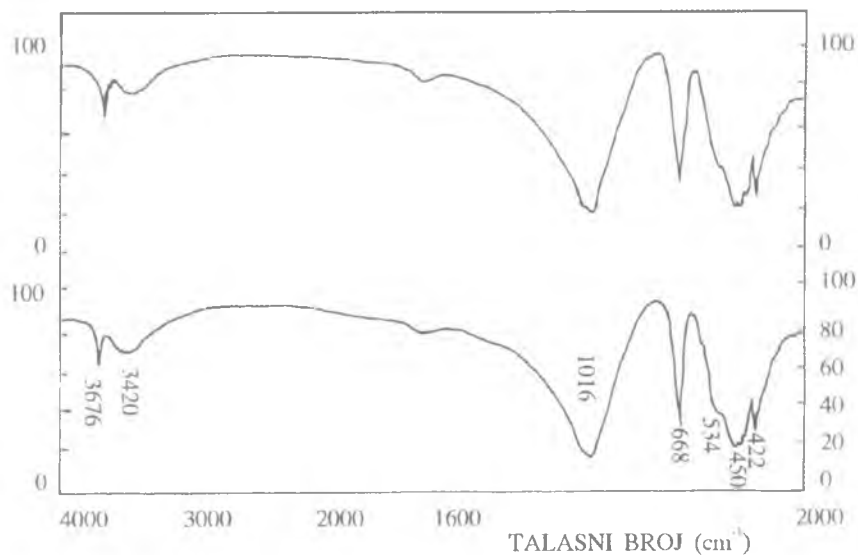
Понашање талка, приликом загревања од 10 до 1000°C испитано је помоћу диференцијално термичке анализе. Ова испитивања вршена су на апарату "Linsies" са осетљивошћу од 0,1 mV при брзини загревања од 10°C у минути. На DT кривој талка Студенице (сл. 3, а) ендотермна реакција у подручју од 910 до 950°C дала је јасно изражен максимум са врхом пика на 940°C . Ова ендотермна реакција карактеристична је за талк (Smykaltz & Kloss, 1974) и означава термичку дисоцијацију овог минерала. DT крива талка Рајца (сл. 3, б) је потпуно иста са ендотермним ефектом на 940°C .

Инфрацрвена спектроскопска испитивања

Испитивања су вршена на спектрофотометру PERKIN-ELMER, модел 597. Примењена је метода пастиле. Снимање је извршено у области 4000 до 200 cm^{-1} . Приказани су добијени дијаграми талка Студенице (сл. 4, а) и талка Рајца (сл. 4, б). Анализом су добијене апсорбционе траке на таласним бројевима (cm^{-1}) 440, 450, 465, 534, 668, 1016, 3420, 3676, што потпуно одговара и слаже се са подацима из литературе (Van der Marel & Beutelspher, 1976) за варијетет талка стеатит.



Сл. 3. Диференцијално термичка крива: а) талк Студенице, б) талк Рајца.
 Fig. 3. Differential-thermal curve: a) the Studenica talc, b) the Rajac talc.



Сл. 4. Инфрацрвени спектри: а) талк Студенице, б) талк Рајца.
 Fig. 4. Infrared spectra: a) the Studenica talc, b) the Rajac talc.

Рендгенска испитивања

Рендгенска испитивања извршена су на дифрактометру за прах Philips PW 1051 са бакарном катодом $\text{CuK}\alpha = 1,54178 \text{ \AA}$, при анодном оптерећењу од 45 kV и 25 mA и брзини кретања бројача $Vg = 1^\circ 2\theta$ у минути. У датој табели 1 приказана су међуплосна растојања (d , Å) и за њих одређене hkl вредности.

Таб. 1. Индицирани рендгенски дифрактограм праха: а) талк Студенице, б) талк Рајца.
Tab. 1. Indicated X-ray powder diffractometer: a) the Studenica talc, b) the Rajac talc.

a						b					
I	d(izm)	d(calc)	h	k	l	I	d(izm)	d(calc)	h	k	l
63	9,358	9,352	0	0	2	100	9,358	9,348	0	0	2
14	4,695	4,676	0	0	4	20	4,670	4,673	0	0	4
24	4,556	4,558	0	2	0	15	4,570	4,567	0	2	0
56	3,115	3,115	0	0	6	100	3,121	3,116	0	0	6
7	2,625	2,621	2	0	0	6	2,629	2,624	2	0	0
8	2,592	2,586	1	3	2	13	2,481	2,480	1	3	2
13	2,484	2,479	1	3	2	6	2,220	2,220	1	3	4
4	2,211	2,216	1	3	4	3	2,103	2,097	1	3	6
3	1,873	1,870	0	0	10	8	1,869	1,869	0	0	10
4	1,730	1,730	0	2	10	3	1,727	1,730	0	2	10
3	1,558	1,558	0	0	12	4	1,560	1,557	0	0	12
14	1,528	1,529	0	6	0	11	1,530	1,531	0	6	0
10	1,390	1,390	2	0	10	10	1,390	1,391	1	3	12

h, k, l – Милерови индекси (Millers index)

Добијени резултати су у складу са литературним подацима (Brown, 1961; Mihnev, 1957) за талк. Мање разлике треба приписати величини честица, степену срећености структуре и мањим разликама у хемијском саставу. Параметри елементарне ћелије (Å) су следећи: из Студенице $a_0=5,310$ (5), $b_0=9,10$ (2), $c_0=18,95$ (8), $\beta=99,2$ (2)°, $V_0=905,35$ (2) Å^3 ; са Рајца $a_0=5,310$ (5), $b_0=9,12$ (2), $c_0=18,94$ (9), $\beta=99,2$ (2)°, $V_0=908,01$ (2) Å^3 .

На основу запремине (V_0) елементарне ћелије и кристалохемијске формуле одређена је густина талка (ρ) која износи за талк Студенице $2,78 \text{ g/cm}^{-3}$ и за талк Рајца $2,80 \text{ g/cm}^{-3}$.

Хемијска испитивања

Садржај главних хемијских компоненти SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , CaO и H_2O одређен је гравиметријски, Fe_2O_3 и FeO волуметријски, а Na_2O и K_2O пламенофотометријском методом. Густина је одређена методом пикнометра са ксилолом и износи за талк Студенице 2,74, а за талк Рајца $2,78 \text{ g/cm}^{-3}$. Резултати су приказани у табели 2.

Садржај оксида талка Студенице и талка Рајца је приближно исти. Једина разлика је у повећаном садржају Fe^{2+} у талку Рајца и садржаја Na^+ у талку Студенице.

Повећани садржај H_2O и MgO , указује да бруцита има у мањој количини; у талку Студенице 1,22%, а у талку Рајца 0,84%. Због мале заступљености бруцит није могао да буде идентификован претходним методама.

Таб. 2. Хемијске анализе (теж. %): а) талк Студенице б) талк Рајца

Table 2. Results of indicating X-ray powder pattern: a) the Studenica talc, b) the Rajac talc.

	a	b
SiO_2	60,33	59,92
Al_2O_3	1,61	1,59
Fe_2O_3	1,04	0,94
FeO	1,24	2,16
MgO	30,21	30,36
CaO	0,74	0,29
Na_2O	0,08	/
H_2O^+	4,74	4,74
H_2O^-	0,32	0,17
S	100,31	100,18

Поред наведених оксида анализирани су Cr_2O_3 , MnO , K_2O , CO_2 , S, али су они испод или на граници детекције коришћених метода. Кристалохемијска формула израчуната на бази $24(\text{O}, \text{OH})$ гласи: за талк Студенице $(\text{Mg}_{5,77}, \text{Fe}^{2+}_{0,13}, \text{Fe}^{3+}_{0,10}, \text{Ca}_{0,10}, \text{Na}_{0,02})^{\text{VI}}_{6,12} (\text{Si}_{7,73}, \text{Al}_{0,24})^{\text{IV}}_{7,97} \text{O}_{19,95} (\text{OH})_{4,05}$; за талк са Рајца $(\text{Mg}_{5,81}, \text{Fe}^{2+}_{0,23}, \text{Fe}_{0,09}, \text{Ca}_{0,04})^{\text{VI}}_{6,17} (\text{Si}_{7,69}, \text{Al}_{0,24})^{\text{IV}}_{7,93} \text{O}_{19,94} (\text{OH})_{4,06}$

ЗАКЉУЧАК

Талк у долини реке Студенице и талк са Рајца потичу из исте матичне стене, серпеитинита. Листасти агрегати талка Рајца су крунији и богатији гвожђем. Оба представљају чист и компакан талк, стеатит. Познато је да талк може да настане при средњим и нижим температурама, тј. дејством топлих, активних раствора на ултрабазичне стене. На овај начин су настале до сада познате појаве талка у Србији. Појаве талка и у овим локалностима везане су за хидротермалну метасоматозу серпеитинита.

Геол. ан. Балк. пол. Ann. Géol. Penins. Balk.	60	1	415-424	Београд, децембар 1996 Belgrade, Decembre 1996
--	----	---	---------	---

UDC 553.673(497.11)

Original scientific paper

THE TALC FROM THE SERPENTINITE OF STUDENICA AND RAJAC (SERBIA)

by

Zorica Tomić*

The paper presents the results of a research on talc from the serpentinite in the valley of the Studenica River and from the serpentinite of Rajac Mt. The studied and described occurrences of talc represent pure steatites and contribute to the knowledge of this mineral species. Unit-cell parameters (Å) for talc are: from the Studenica $a_0=5,310$ (5), $b_0=9,10$ (2), $c_0=18,95$ (8), $\beta=99,2$ (2)°, $V_0=905,35$ (2) Å³; from Rajac $a_0=5,310$ (5), $b_0=9,12$ (2), $c_0=18,94$ (9), $\beta=99,2$ (2)°, $V_0=908,01$ (2) Å³. Crystallo-chemical formula calculated on the basis of 24 (O, OH) is: $(Mg_{5,77}, Fe^{2+}_{0,13}, Fe^{3+}_{0,10}, Ca_{0,10}, Na_{0,02})_{6,12} (Si_{7,73}, Al_{0,24})_{7,97} O_{19,95} (OH)_{4,05}$ for the Studenica talc, and $(Mg_{5,81}, Fe^{2+}_{0,23}, Fe^{3+}_{0,09}, Ca_{0,04})_{6,17} (Si_{7,69}, Al_{0,24})_{7,93} O_{19,94} (OH)_{4,06}$ for the Rajac talc.

Key words: talc, serpentinite, steatite, Studenica Rajac, Serbia.

INTRODUCTION

Talc is a mineral which belongs to the group of phyllosilicates with a hexagonal laminated structure. It crystallizes monoclinically. The chemical composition of talc is $Mg_6Si_8O_{20}(OH)_4$. It is the main component of talc-schist rocks, which are important mineral raw materials, but are seldom found in Serbia.

The occurrence of talc has so far been noted in Mačkatice and Crna Trava (Maksimović, 1962); in the neighbourhood of Zimovnik on Kopaonik (Simić & Pešić, 1987); and on Crni Vrh in the district of the village of Polom (Dedić & Pavlović, 1980/81).

I believe it would be opportune to present the results of a research into the talc in the valley of the Studenica River, the locality of Mlanča (further in the text – the Studenica talc) and the talc on Rajac Mt., on the Rajac – Gornji Banjani road (further in the text the Rajac talc).

The Studenica talc occurs in a contact zone of serpentinite and andesite. In the fissures and cracks of altered serpentinite, there appear veinlets c. 5 millimetres thick, filled with compact talc milky-white to grey-white in colour.

* Natural History Museum, Njegoševa 51, Belgrade.

The Rajac talc occurs in tectonised contact zone of serpentinite with diabase – silex formation. The foliated serpentinite contains greyish–green to dark grey lamellae of compact talc which only partly shows a lath-shaped rupture.

THE RESULTS OF LABORATORY ANALYSES

With the aim of as precise a determination of this mineral species as possible, the following analyses have been conducted: microscopic examination and scanning electron photography, differential thermal analyses, investigation in the infrared part of spectrum, X-ray and chemical analyses.

Microscopic analyses

The microscopic examination has established that the Studenica talc is composed of completely pure intricate laminated aggregates. Scanning electron microscopy (Fig. 1) has determined the sheet thickness which ranges from 0.5 to 2 micrometres, whereas the thickness of the laminated aggregates ranges from 10 to 20 micrometres.

There are no microscopical differences between the Studenica talc and the Rajac talc. However, the Rajac talc has somewhat larger laminae. It is a completely pure monomineral aggregate of laminae with random orientations. Scanning electron microscopy (Fig. 2) has determined the sheet thickness and laminated aggregate thickness ranging from 2 to 10 and 20 to 40 micrometres respectively.

Small dimensions and randomly oriented sheets convey an impression of a compact, firm mass of talc which we call steatite.

Differential thermal analyses

The reaction of talc heated from 10 to 1000°C was examined by means of differential thermal analysis. These examinations were conducted on the instrument "Linsies" with the sensitivity of 0.1 mV at the heating velocity of 10°C per minute. On the DT curve for the Studenica talc (Fig 3. a), the endothermal reaction in the range of 910 to 950°C clearly shows a maximum with peak temperature at 940°C. This endothermal reaction is characteristic of talc (Smykaltz & Kloss, 1974) and indicates thermal dissociation of this mineral. The DT curve for the Rajac talc (Fig 3, b), likewise showing the endothermal effect at 940°C, is identical.

Infrared spectroscopic analyses

The examinations were performed on the spectrophotometer PERKIN-ELMER, model 597. The pellet method was applied. The spectrum was recorded within the wave range of 4000 to 200 cm^{-1} , and the obtained talc patterns for the Studenica (Fig. 4. a) and Rajac (Fig. 4, b) were given. The analysis has established the absorption bands at 440, 450, 465, 534, 668, 1016, 3420, and 3676 cm^{-1} which is in complete agreement with the reference data (Vander & Beutelspher, 1976) for the talc variety of steatite.

X-ray analyses

X-ray examinations were conducted on powder diffractometer Philips PW 1051 with copper cathode $\text{CuK}\alpha=1.54178 \text{ \AA}$, with the anode load of 45 kV and counter velocity $V_g=1^\circ 2\theta$ per minute. Table 1 shows the interplanar spacings (d , \AA) and the corresponding hkl values.

The obtained results correspond with the reference data for talc (Brown, 1961; Mischev, 1957). Slight discrepancies may be ascribed to the dimensions of particles, degree of structural order, and minor changes in chemical composition. Unit-cell parameters (\AA) are as follows: from the Studenica $a_0=5,310$ (5), $b_0=9,10$ (2), $c_0=18,95$ (8), $\beta=99,2$ (2)°, $V_0=905,35$ (2) \AA^3 ; from Rajac $a_0=5,310$ (5), $b_0=9,12$ (2), $c_0=18,94$ (9), $\beta=99,2$ (2)°, $V_0=908,01$ (2) \AA^3 .

On the basis of unit-cell volume (V_0) and crystallo-chemical formula, the talc density (ρ) was calculated at 2.78 g/cm^{-3} and 2.80 g/cm^{-3} for the Studenica talc and the Rajac talc respectively.

Chemical analyses

The content of the chief chemical components SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , CaO , and H_2O has been determined gravimetrically; that of Fe_2O_3 and FeO volumetrically; and that of Na_2O and K_2O by means of flame photometry. The specific density has been determined by the method of pycnometer with xylol and amounts to 2.74 and 2.78 g/cm^{-3} for the Studenica talc and the Rajac talc respectively. The results are shown in table 2. The oxide contents in the Studenica talc and the Rajac talc are approximately the same. Their only difference is in a higher content of Fe^{2+} in the Rajac talc and the presence of Na^+ in the Studenica talc.

A higher content of H_2O and MgO indicates a low content of brucite: in the Studenica talc 1.22 %, in the Rajac talc 0.84 %. Owing to its low rate, brucite could not have been identified by previous methods.

In addition to the cited oxides, Cr_2O_3 , MnO , K_2O , CO_2 , and S were also analysed, but were either beneath or just outside the detection limit of the applied methods. Crystallo-chemical formula calculated on the basis of 24 (O, OH) is: $(\text{Mg}_{5,77}, \text{Fe}^{2+}_{0,13}, \text{Fe}^{1+}_{0,10}, \text{Ca}_{0,10}, \text{Na}_{0,02})\text{VI}_{6,12} (\text{Si}_{7,73}, \text{Al}_{0,24})^{\text{IV}}_{7,97} \text{O}_{19,95} (\text{OH})_{4,05}$; for the Studenica talc, and $(\text{Mg}_{5,81}, \text{Fe}^{2+}_{0,23}, \text{Fe}^{1+}_{0,09}, \text{Ca}_{0,04})\text{VI}_{6,17} (\text{Si}_{7,69}, \text{Al}_{0,24})^{\text{IV}}_{7,93} \text{O}_{19,94} (\text{OH})_{4,06}$ for the Rajac talc.

CONCLUSION

The talc of the valley of the Studenica and the talc of Rajac Mt. trace their origins to the same mother rock, serpentinite. The laminated aggregates of the Rajac talc are larger and richer in iron. Both represent pure and compact talc, steatite. It is a known fact that talc can be formed at medium and lower temperatures, i.e. by the action of hot, active solutions on ultrabasic rocks. Such was the origin of the so far noted occurrences of talc in Serbia. The occurrences of talc on these localities are likewise related to hydrothermal metasomatism of serpentinite.

Translated by author

ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

- Brown B. G., 1961: The x-ray identification and crystal structures of clay minerals, 475, London.
- Dedić Lj. i Pavlović Z., 1980/81: Pojave talkšista Crnog Vrhа.– Vesnik Zavoda za geol. i geof. istr. Geologija, Ser. A. 38/39, 37–42, Beograd.
- Максимовић З. (=Максимовић), 1962: Минерали и хемијски састав и генеза појава талка у Мачкатици и Црној Трави – Геол. ан. Балк. полуос., 29, 153–161. Београд.
- Мишев В. И., 1957: Рентгенметричкиј определителј минералов I, Москва.
- Vander H. W. & Beutelspracher H., 1976: Atlas of infrared spectroscopy of Clay Minerals and their Admixtures, Amsterdam.
- Simić V. i Pešić D., 1988: Talk iz nekih nalazišta u Bosni i Srbiji.– Zbornik referata naučnog skupa "Minerali, stene, izumrli i živi svet Bosne i Hercegovine", 63–70, Sarajevo.
- Snykaltz-Kloss W., 1974: Differential Thermal Analysis, Berlin.