

Геол. ан. Балк. полуос. Ann. Géol. Penins. Balk.	63 (1999)	155–163	Београд, децембар 2000 Belgrade, Decembre 2000
---	-----------	---------	---

UDC (УДК) 548.3:549.355.3(497.11–11)

Original scientific paper
Оригинални научни рад

CRYSTALLOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF COLUSITE FROM THE BOR COPPER DEPOSIT (EASTERN SERBIA)

by

Ljubomir Cvetković*, Darko Krajnović*,
Biljana Zrnić* and Ljuban Obradović*

Results of quantitative optical measurements and investigations of colusite chemical composition by electron microanalysis (EPMA–EDS), carried out on minerals from the colusite group as arsenosulvanite, colusite with low and high tin–content and tungsten–germanite, that appear as ore constituents in the Bor copper deposit are presented. The general formula of colusite



is applicable with acceptable variations. The optical properties are concordant with the same characteristics of corresponding minerals, except in the case of tungsten–germanite.

Key words: EPMA–EDS, arsenosulvanite, colusite, tungsten–germanite, Bor, Eastern Serbia.

Приказани су резултати квантитативних оптичких мерења и испитивања хемијског састава методом електронске микроанализе (EPMA–EDS), извршених на минералима из групе колусита као што су арсеносулванит, колусит са ниским и са високим садржајем калаја и волфрамски германит, који се појављују као конституенти руде из лежишта бакра Бор. Општа формула колусита,



примењива је уз прихватљива одступања. Оптичке особине су сагласне са особинама одговарајућих минерала, осим у случају волфрамског германита.

Кључне речи: EPMA–EDS, арсеносулванит, колусит, волфрамски германит, Бор, источна Србија.

INTRODUCTION

Colusite is an isometric mineral which belongs to the vanadium copper sulphosalts group. It appears in porphyric copper deposits (Springer, 1969), copper with molybdenum (Straschimirov, 1982), vein–type copper and gold deposits, in volcanogenic massive–sulphide deposits (Spry et al., 1994), as well as in limestones (Orlandi et al.,

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

1981). It can usually be found in minor quantities or in traces, in association with many sulphide minerals (pyrite, bornite, chalcopyrite, galena), sulphosalts (enargite, luzonite, stibioluzonite, sylvanite, mawsonite, tetrahedrite, tennantite) and tellurides (hessite). In such types of sulphide deposits it originated at a heightened oxidation potential, which is apparent from the presence of As^{5+} , Sb^{5+} , Te^{4+} and Cu^{2+} in the mentioned minerals, alongside with the appearance of baryte and anhydrite as secondary minerals (Spiridonov et al., 1992a).

The chemical composition of colusite is complex. Regularly present components are Cu, V, As and Sn, with the possible presence of small quantities of Zn and Fe, and variable quantities of Sb and Ge. EPMA analyses (Springer, 1969) have shown that the unit cell is made up of 64 atoms whose structure gives a cell with $a=1.063$ nm and a $P\bar{4}3m$ space group, on which the superstructure, similar to the superstructure of sphalerite (Dangel & Wuensch, 1970), is based. The crystallochemical characteristics of colusite, determined by chemical and X-ray diffraction investigations have definitely determined this mineral type and eliminated the confusion that existed in the results of structural investigations.

Dimensions of the unit cell of $a=1.0538$ nm and $a=1.0621$ nm for members with a high or low tin-content, the $P\bar{4}3n$ space group and the colusite structure described as a derivate of the structure of sphalerite (Orlandi et al., 1981) were determined by standard crystallographic X-ray diffraction methods. In that manner, CuS_4 and $(\text{As},\text{Sn})\text{S}_4$ tetrahedra are mutually three-dimensionally bonded through corner sharing in a structure similar to that of sphalerite. Two atoms of vanadium take up interstitial sites in a sylvanite-like arrangement. Tetrahedron VS_4 shares six edges with tetrahedra CuS_4 , as in the structure of sylvanite (Pauling, 1965).

In spite of the general assumption that the unit cell of colusite is composed of 64 atoms with $M/S=1$ (Springer, 1969), it has been concluded on the basis of structural investigations that it contains 66 atoms, of which 26 are atoms of Cu, while the total number of metal atoms is 34. Based on this fact, the ideal crystallochemical formula of colusite is $\text{Cu}_{26}\text{V}_2(\text{As},\text{Sn})_6\text{S}_{32}$. It has also been stated (Orlandi et al., 1981) that Fe can take place instead of vanadium or (As,Sn), while Ge and Sb can appear as substituents in (As,Sn). The classification of colusite into arsenocolusite, stanocolusite, germanocolusite and stibicolusite – depending on which of the mentioned elements dominates in the corresponding (third) crystallochemical position (Spiridonov et al., 1992b) – is based on this assumption.

The X-ray structural analysis of members with a high or low tin-content (Spry et al., 1994) confirms the former results, but it has also established a new general formula of colusite – $\text{Cu}_{24+X}\text{V}_2(\text{As},\text{Sb})_{6-X}(\text{Sn},\text{Ge})_X\text{S}_{32}$, $X=0-2$ by showing that $\text{Cu}_{26}\text{V}_2\text{As}_4\text{Sn}_2\text{S}_{32}$ is the valid formula for the Sn-member and $\text{Cu}_{24}\text{V}_2\text{As}_6\text{S}_{32}$ for the As-member with a low tin-content. This difference can be explained by the occurrence of two vacancies in one of the positions of the Cu atoms which occurs as a consequence of the replacement of two Sn atoms with the equal number of As atoms, with a constant number (64) of valence electrons for both members.

Results of investigations of colusite with a low tin-content from Gies deposit in Montana, USA (Spry et al., 1994) by methods of selected-area electron diffraction

(SAED) and high-resolution transmission electron microscopy (HRTEM) have shown that the examined samples were made up of domains with ordered and disordered positions of cations. The domain with ordered positions has the composition of As-colusite, with $a=1.068$ nm and $P4_3n$ space group, while the domain with disordered positions has a similar composition, but with $a=0.534$ nm and $F4_3m$ space group. The presence of one-dimensional structural modulations with 3.57 nm wavelengths has also been determined, and this is considered to be a possible cause of appearance of the optical anisotropy in the examined colusite.

The results of crystallochemical investigations of colusite have shown that the established structural model of metal atoms in interstitial tetrahedral positions is not limited only to this and similar mineral types (germanite, renierite, mawsonite), because it has been ascertained that atoms of different metals take up the same positions in the structure of different sulphides (Table 7, Spry et al., 1994), thereby classifying them as isostructural with colusite. In this sense, these investigations showed that colusite and the very similar mineral, arsenosulvanite, $Cu_3(As,V,Sb,Fe,Ge)S_4$ probably represent the same mineral species.

Bearing in mind the fact that the minerals of colusite group are the frequent ore constituents in the Bor copper deposit, an attempt has been made to correlate results of the usual and the most accessible investigations: optical in reflected light and chemical compositions obtained by electron microanalysis (EPMA).

RESULTS AND DISCUSSION

It has, by microscopic analysis of ore samples from the Bor copper deposits – in this case from the Tilva Roš ore body – been concluded that there is a very small content of colusite, arsenosulvanite, tungsten-germanite, mawsonite, sulvanite and others besides pyrite, enargite and covellite as the main constituents.

These minerals appear in euhedral, hipidiomorphic or irregular grains, commonly 0.05 mm – very rarely up to 1 mm – in size, which usually lie in quartz, rarely in pyrite and other sulphides, or grow onto coarse-grained aggregates of enargite and covellite. In some cases, colusite, arsenosulvanite and tungsten-germanite show a needly-like growths which are deposited along the discovered cleavage of covellite. The colour of the reflected light of colusite is yellowish-grey or grey-brown, of arsenosulvanite light yellow, of tungsten-germanite grey. Many representatives of the arsenosulvanite group show a distinct anomalous weak to clear anisotropy with grey-green and grey-brown-purple colour effects. This phenomenon reveals very fine mimetic twinning, or a microcrystalline texture.

Quantitative optical measurements have been performed on arsenosulvanite, colusite and tungsten-germanite grains that possessed an adequate surface quality and in the case of arsenosulvanite, optical homogeneity. A polarising reflected-light microscope Vickers M-74 was used, equipped with the interference filter (Schott, 200 mm) as a monochromator. The measurements were performed in air, with a Microplan 40/0.65 objective and Leitz Nr. 514 SiC as a referent standard. The colour specification of the examined minerals was determined according to Gerlitz et al. (1989). The results are shown in Table 1, where the first two columns, marked by R1 and R1*, represent the results of measur-

ing the quantity of reflected light of anisotropic arsenosulvanite, R2 represents colusite with low, and R3 with a high tin-content, while the last column denotes the optical characteristics of tungsten-germanite.

Table 1. Optical characteristics of colusite
Табела 1. Оптичке карактеристике колусита.

λ (nm)	R1	R1*	R2	R3	R4
400	27.40	25.90	25.40	25.70	24.40
420	27.60	26.30	25.80	26.10	24.70
440	27.90	26.80	26.40	26.40	24.80
460	28.20	27.20	27.00	27.30	25.00
480	28.60	27.80	27.70	27.90	25.10
500	29.20	28.50	28.50	28.60	25.10
520	30.00	29.40	29.50	29.30	25.20
540	31.40	30.80	30.40	30.00	25.20
560	32.30	32.10	31.00	30.70	25.30
580	32.80	32.50	31.40	31.20	25.00
600	33.10	32.60	31.80	31.70	24.70
620	33.20	32.30	31.60	32.00	24.30
640	33.10	32.10	31.40	32.20	23.80
660	33.10	32.00	31.10	32.30	23.20
680	33.10	32.00	30.60	32.20	22.60
700	33.20	32.10	29.90	31.80	22.00

Specification of colour, Illuminant (C) – Спецификација боје, Илуминант (C)

x	0.325	0.326	0.324	0.324	0.308
y	0.329	0.332	0.331	0.329	0.318
Y (%)	31.68	31.16	30.50	30.40	24.99
λ_d (nm)	579	577	576	579	501
p_c (%)	7.42	8.50	7.70	7.10	0.66

The presented results match corresponding values found in literature for minerals of the arsenosulvanite and colusite group (Orlandi et al., 1981; Chvileva, 1988), but they differ drastically from the values obtained for tungsten-germanite, as well as from the values for different types of germanite.

The chemical composition of arsenosulvanite, colusite and tungsten-germanite is determined by the electron microanalysis (EPMA), using an ARL electron microprobe, type SEMQ with an energy dispersive spectrometer (EDS) which is now located in the Center for Microanalysis and Surface Investigations at the Vinča Institute for Nuclear Sciences. The experimental conditions were 20 kV excitation voltage, 5 nA sample current with an accumulation period of 100 sec.

Results of these measurements are presented in Table 2 and they refer to the same mineral grains which were exposed to the optical measurements. The analyses show an average values, which numbers applied to the single grains can be found in the marking index. The contents of analysed constituents in arsenosulvanite and colusites, e.g. Cu, V, Fe, As and Ge have a decreasing tendency, Sn an increasing trend, while the analysis of tungsten-germanite again vastly differs from the others. However, a similarity of the

Table 2. Chemical composition of colusite.
Табела 2. Хемијски састав колусита.

Weight (тежијски) %	Analyse (анализа) 1 _(a)	Analyse (анализа) 2 _(a)	Analyse (анализа) 3 _(a)	Analyse (анализа) 4 _(a)
Cu	50.45	50.00	48.58	48.50
V	3.35	2.97	2.66	0.70
Fe	–	0.73	0.20	–
As	13.15	11.21	9.41	–
Ge	0.75	0.43	–	7.70
Sn	–	2.05	6.81	–
W	–	–	–	13.63
S	32.30	32.61	32.34	29.47
Total (укупно)	100.00	100.00	100.00	100.00

Distribution of atoms on 32 S (расподела атома на 32 S)

Cu	25.27	24.76	24.25	26.11
V	2.09	1.89	1.65	0.40
Fe	–	0.44	1.17	–
As	5.57	4.71	3.98	–
Ge	0.33	0.18	–	3.59
Sn	–	0.54	1.82	–
W	–	–	–	2.52
S	32.00	32.00	32.00	32.00

examined minerals (established earlier, Spry et al., 1994) can be noticed if the crystallochemical characteristics of colusite group minerals – to which arsenosulvanite and germanite group minerals belong as well – are taken into the consideration. The general formula for colusite is applicable with acceptable variations, because the analysed constituents – on the basis of 32 S atoms – fulfill the established relations, with the exception of the increased content of Cu in arsenosulvanite. In that case, the relation is clearly expressed in tungsten-germanite, because it is obvious that Cu appears in interstitial positions (where V or V+Fe are found in colusite) what is a characteristic of the germanite group minerals (Tettenhorst & Corbato, 1984; Spry et al., 1994). In an attempt to correlate investigation results of colusites, arsenosulvanite and tungsten-germanite from the Bor copper deposit, it should also be added that the only important difference can be noticed in the optical constants of the last mentioned mineral, which can only be explained by the high content of germanium which is responsible for the decreasing of reflectivity (Spiridonov et al., 1992b).

REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

- Dangel P.N. & Wuensch B.J., 1970: The crystallography of colusite.– Amer. Mineral., 55, 1787–1791.
- Chvileva T.N. (Cvileva T.N.), 1988: A determinative Handbook of ore minerals in the reflected light.– Nedra, 1–504, Moskva (in Russian).
- Gerlitz C.N., Leonard B.F. & Criddle A.J., 1989: QDF database system, version 1.0.– A joint reported by the British Museum (Natural History) and the U.S. Geological survey in cooperation with IMA–COM.
- Orlandi P., Merlino S., Duchi G. & Vezzalini G., 1981: Colusite: A new occurrence and crystal chemistry.– Canad. Mineral., 19, 423–427.
- Pauling L., 1965: The nature of the chemical bonds in sulvanite, Cu_3VS_4 – Tschermak. Min. Petr. Mitt., 10, 379–384.
- Spiridonov Eh.M., Badalov A.S. & Kovachev V.V. (Spiridonov È.M., Badalov A.S., Kovačev V.V.), 1992a: Stibicolusite $Cu_{26}V_2(Sb,As,Sn)_6S_{32}$ – a new mineral. – Dokl. Akad. Nauk., Tom 324, N°2, 411–414 (in Russian).
- Spiridonov Eh.M., Kashalovskaya V.M., Kovachev V.V. & Krapiva L.Y. (Spiridonov È.M., Kačalovskaã V.M., Kovačev V.V., Krapiva L.Å), 1992b: Germanocolusite $Cu_{26}V_2(Ge,As)_6S_{32}$ – a new mineral.– Vest. Mosk. UN–TA., Ser. 4. Geologija, N°6, 50–54 (in Russian).
- Springer G., 1969: Microanalytical investigations into Germanite, Briartite, Renierite and Gallite.– N. Jb. Miner. Mh., 435–441.
- Spry P.G., Merlino S., Wang S., Zhang X. & Buseck P.R., 1994: New occurrences and refined crystal chemistry of colusite, with comparasion to arsenosulvanite.– Amer. Mineral., 79, 750–762.
- Straschimirov S. (Strašimirov S.), 1982: Sulvanite and Colusite from the Medet Molybdenum – Copper Deposit.– Bulgarian Academy of Sciences, Geochem., Mineral. and Petrol., 15, 57–67, Sofia (in Bulgarian).
- Tettenhorst R.T. & Corbato C.E., 1984: Crystal structure of germanite, $Cu_{26}Ge_4Fe_4S_{32}$, determined by powder X–ray diffraction.– Amer. Mineral., 69, 943–947.

РЕЗИМЕ

КРИСТАЛОХЕМИЈСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ КОЛУСИТА
ИЗ ЛЕЖИШТА БАКРА БОР (ИСТОЧНА СРБИЈА)

УВОД

Колусит је минерална врста тесералне симетрије, која припада групи ванадијумових сулфосоли бабра. Појављује се у порфирским лежиштима бабра (Springer, 1969), бабра са молибденом (Straschimirov, 1982), жичним лежиштима бабра и истим таквим злата, у вулканогеним масивним сулфидним лежиштима (Spry et al., 1994), као и у кречњацима (Orlandi et al., 1981). Обично се налази у минорним количинама или у траговима, у асоцијацији са многим минералима из групе сулфида (пирит, борнит, халкопирит, галенит), сулфосоли (енаргит, лузонит, стиблолузонит, сулванит, моусонит, тетрадрит, тенантит) и телурида (хесит), односно у оним сулфидним лежиштима, која су постала при повишеном оксидационом потенцијалу, што је изражено присуством As^{5+} , Sb^{5+} , Te^{4+} и Cu^{2+} у поменутиим минералима, уз појаву барита и анхидрита као пратећих минерала (Spiridonov et al., 1992a).

Хемијски састав колусита је сложен. Редовно присутне компоненте су Cu, V, As и Sn, уз могуће присуство малих количина Zn и Fe, а променљивих Sb и Ge. EPMA анализе (Springer, 1969) су показале, да јединичну ћелију чине 64 атома, чије структурно уређење даје ћелију са $a=1,063$ nm и просторном групом $P\bar{4}3m$, на којој базира суперструктура, слична суперструктури сфалерита (Dangel & Wuensch, 1970). Кристалохемијске карактеристике колусита, утврђене хемијским и рендгенским структурним проучавањем (Orlandi et al., 1981; Spry et al., 1994), дефинитивно су детерминисале ову минералну врсту и отклониле конфузију, која је постојала у резултатима рендгенских дифракционих испитивања.

Стандардним кристалографским рендгенским дифракционим методама, утврђени су димензија јединичне ћелије од $a=1,0538$ nm и $a=1,0621$ nm за чланове сиромашне, односно богате калајем, просторна група $P\bar{4}3n$ и одређена је структура колусита, која се описује као дериват структуре сфалерита (Orlandi et al., 1981) тако, што су CuS_4 и $(As,Sn)S_4$ тетраедри међусобно тродимензионално повезани преко заједничких рогљева, у структури сличној сфалеритској. Два атома ванадијума заузимају интерстицијалне положаје исто као у структури сулванита. Тетраедар VS_4 дели шест ивица са тетраедрима CuS_4 , као што је то случај код поменутог минерала (Pauling, 1965).

На основу структурних испитивања је закључено, упркос општој поставци да основну ћелију колусита чини 64 атома уз $M/S=1$ (Springer, 1969), да у њен састав улази 66 атома, од који су 26 атоми Cu, док је укупан број атома метала 34. На основу оваквог става, идеална кристалохемијска формула колусита је $Cu_{26}V_2(As,Sn)_6S_{32}$. Такође се наводи (Orlandi et al., 1981), да Fe може да заузме или положаје ванадијума, или (As,Sn) , док Ge и Sb, могу да се појаве као субституенти у (As,Sn) . На овој поставци се базира класификација колусита на арсеноколусит, станоколусит, германоколусит и стибиоколусит, у зависности од тога, који од наведених елемената доминира у одговарајућој (трећој) кристалохемијској позицији (Spiridonov et al., 1992b).

Рендгенска структурна анализа чланова са високим и ниским садржајем калаја (Spry et al., 1994), потврдила је претходне резултате, али је установила и нову општу формулу колусита која гласи $Cu_{24+X}V_2(As,Sb)_{6-X}(Sn,Ge)_X S_{32}$, $X=0-2$, због тога што је показала, да за Sn-члан важи формула $Cu_{26}V_2As_4Sn_2S_{32}$, а за As члан (са ниским садржајем калаја) $Cu_{24}V_2As_6S_{32}$. Ова разлика се тумачи појавом две ваканције у једном од положаја атома Cu, као последице замене два атома Sn истим бројем атома As, уз константан број (64) валентних електрона за оба члана.

Резултати испитивања колусита сиромашних калајем из лежишта Гис, Монта-на, САД (Spry et al., 1994) методама електронске дифракције селектованих делова (SAED) и високорезолуционе трансмисионе електронске микроскопије (HRTEM) су открили, да су испитивани примерци изграђени од домена са уређеним и неуређеним распоредом катјона. Домен са уређеним стањем има састав As-колусита, са $a=1,068$ nm и просторном групом $P\bar{4}3n$, док домен са неуређеним стањем има сличан састав, али са $a=0,534$ nm и просторном групом $F\bar{4}3m$. Такође је утврђено присуство једнодимензионалних структурних модулација са таласном дужином од 3,57 nm, које се сматрају могућим узрочником појаве оптичке анизотропије испитиваног колусита.

Резултати кристалохемијских испитивања колусита су показали, да установљени структурни модел са атомима метала у интерстицијалним тетраедарским положајима, није ограничен само на ову и њој сродне минералне врсте (германит, ренијерит, моусонит), јер је утврђено, да атоми различитих метала заузимају исте положаје у структури различитих сулфида (табела 7, Spry et al., 1994), класификујући их као изоструктурне са колуситом. У том смислу, оваква истраживања указују, да колусит и њему врло сличан минерал арсеносулванит, $\text{Cu}_3(\text{As}, \text{V}, \text{Sb}, \text{Fe}, \text{Ge})\text{S}_4$, највероватније представљају исту минералну врсту.

Имајући у виду чињеницу, да су минерали из групе колусита конституенти руде из лежишта бакра Бор, покушало се, да се корелишу резултати уобичајених и најчешће доступних испитивања: оптичких у рефлектованој светлости и хемијског састава добијеног методом електронске микроанализе (EPMA).

РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА И ДИСКУСИЈА

Микроскопским испитивањима узорака руде из лежишта бакра Бор, у овом случају из рудног тела Тилва Рош, констатовано је, да се поред пирита, енаргита и ковелина као главних конституената, налазе у веома малим количинама минерали из група колусита, арсеносулванита, волфрамских германита, моусонит, сулванит и други. Појављују се у еухедралним, хипидиоморфно развијеним или неправилним зрнима величине најчешће до око 0,05 mm, врло ретко до 1 mm, која леже у кварцу, ретко у пириту и другим сулфидима, или нарастају на крупнозрне агрегате енаргита и ковелина. У неким случајевима, минерали из група колусита, арсеносулванита и волфрамских германита показују игличасто развиће, а депоновани су дуж откривене цепљивости ковелина. Боја рефлектоване светлости колусита је сиво жута или сиво мрка, арсеносулванита светло жуто сива, а волфрамских германита сива. Код многих представника из групе арсеносулванита је изражена аномална слаба до јасна анизотропија, са ефектима сиво зелене и сиво мрко љубичасте боје. Овај феномен открива врло фино миметичко ближњење, или микрокрсталасту структуру зрна.

Квантитативна оптичка мерења су извршена на зрнима арсеносулванита, колусита и волфрамског германита која су поседовала задовољавајући квалитет површине, као и оптичку хомогеност, када је арсеносулванит у питању. Коришћен је поларизациони микроскоп за рефлектовану светлост Vickers m 74, опремљен интерференционим филтером (Schott, 200 nm), као монохроматором. Мерења количине одбијене светлости су вршена у ваздуху, са кораком од 20 nm у региону видљивог дела спектра (400–700 nm), употребом објектива Микроплан 40/0,65 и SiC Nr. 514 фирме Leitz, као референтним стандардом. Спецификација боје испитиваних минерала је одређена према Gerlitz et al. (1989). Резултати су приказани на табели 1, на којој прве две колоне, означене са R1 и R1* представљају резултате мерења количине одбијене светлости анизотропног арсеносулванита, R2 колусита са ниским, а R3 са високим садржајем калаја, док последња колона представља оптичке карактеристике волфрамског германита.

Приказани резултати су сагласни са одговарајућим вредностима које се налазе у литератури (Orlandi et al., 1981; Chvileva, 1988) за минерале из група арсеносулванита и колусита, али се драстично разликују од вредности добијених за волфрамски германит, које су исто толико различите и од литературних вредности за разне типове германита.

Хемијски састав арсеносулванита, колусита и волфрамског германита је одређен методом електронске микроанализе (EPMA), на електронској микросонди фирме ARL тип SEMQ са енергетско дисперзивним спектрометром (EDS), која се сада налази у Центру за микроанализу и испитивање површина у Институту за нуклеарне науке Винча, при ексцитационом напону од 20 kV, струји пробе од 5 nA и са периодом акумулације од 100 sec.

Резултати мерења налазе се на табели 2 и односе се на иста зрна минерала, на којима су вршена оптичка мерења. Приказане анализе представљају средње вредности појединачних, чији се број налази у индексу ознака. Садржаји анализираних конституената у арсеносулваниту и колуситима, као што су Cu, V, Fe, As и Ge имају опадајући тренд, Sn растући, док се анализа волфрамског германита поново драстично разликује од осталих. Међутим, ако се узме у обзир разматрање кристалохемијских карактеристика минерала из групе колусита, а којој припадају арсеносулванит и минерали из групе германита, уочава се сродност испитиваних минерала, која је установљена раније (Spry et al., 1994). Општа формула колусита је примењива уз прихватљива одступања, јер анализирани конституенти, а на бази од 32 атома S, задовољавају установљене односе, од којих једино одступа повишени садржај Cu у арсеносулваниту. У том случају, сродност је изражена и у случају волфрамског германита, јер је очигледно, да се у интерстицијалним положајима (у којима се код колусита налазе V или V+Fe) појављује Cu, што је карактеристика минерала из групе германита (Tettenhorst & Corbato, 1984; Spry et al., 1994). Треба још да се дода, да у смислу покушаја корелисања приказаних резултата испитивања минерала из групе колусита, арсеносулванита и волфрамског германита из лежишта бакра Бор, једина значајна разлика се запажа код последње поменутог минерала у оптичким константама у односу на остале, што може да се тумачи само високим садржајем германијума, који утиче на смањење количине одбијене светлости (Spigdonov et al., 1992b).