

**XII КОНГРЕС НА ГЕОЛОЗИ НА ЈУГОСЛАВИЈА**

**„ГЕОЛОШКИТЕ ИСТРАЖУВАЊА НА МИНЕРАЛНИТЕ  
СУРОВИНИ ВО УСЛОВИ НА ПАЗАРНАТА ЕКОНОМИЈА  
И НИВНИОТ ПРИДОНЕС ЗА РАЗВОЈ НА ЗЕМЈАТА”**



**КНИГА III**

**РУДНИ НАОЃАЛИШТА  
ГЕОХЕМИЈА, МЕТАЛОГЕНИЈА  
И ЕКОНОМСКА ГЕОЛОГИЈА**

**Охрид, 1990 година**

## БИЗМУТСКО - СЕЛЕНСКАТА МИНЕРАЛИЗАЦИЈА ВО БАКАРНОТО НАОГАЛИШТЕ

### БУЧИМ - РАДОВИШ

\* Т. Серафимовски, \*\* С. Манков, \*\*\* В. Чифлиганец

Порфирското бакарно наоѓалиште Бучим му припаѓа на рудниот реон Бучим - Дамјан - Боров дол, кој како посебна металогенетска единица влегува во составот на металогенетската зона Леце - Халкидик. Ова наоѓалиште ги завзема северните делови од споменатиот руден реон, односно деловите кои просторно му припаѓаат на Српско - Македонскиот масив.

Во геолошката градба на наоѓалиштето Бучим учествуваат претежно гнајсеви, микашисти и амфиболити, кои во основа го чинат фундаментот на СММ. Во периодот на неогените тектоно - магматски процеси овој фундамент бил пробиеан со продуктите на неогениот магматизам, кои на денешниот ерозионен ниво се претставени со субвулканско - вулкански фации на латити и андензито-латити во вид на дајкови и некови. Овие неогени магматски членови, покрај тоа што завземаат значајно место во геолошката градба на потесната околина на наоѓалиштето Бучим, тие имаат големо влијание и на просторниот распоред на бакарното оруднување во наоѓалиштето.

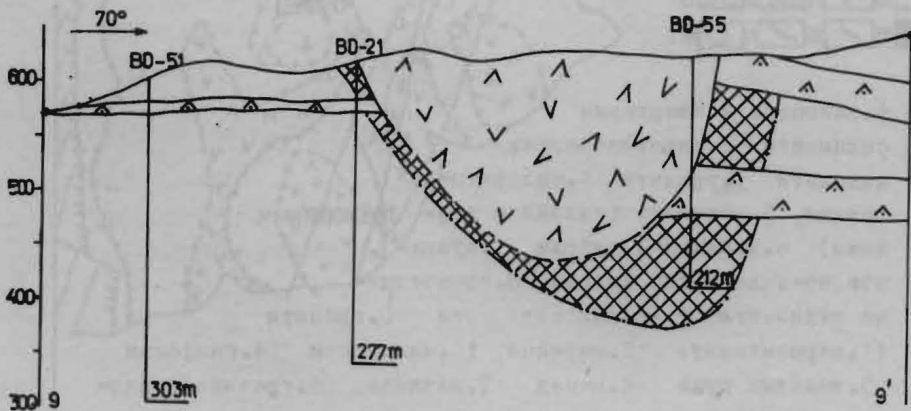
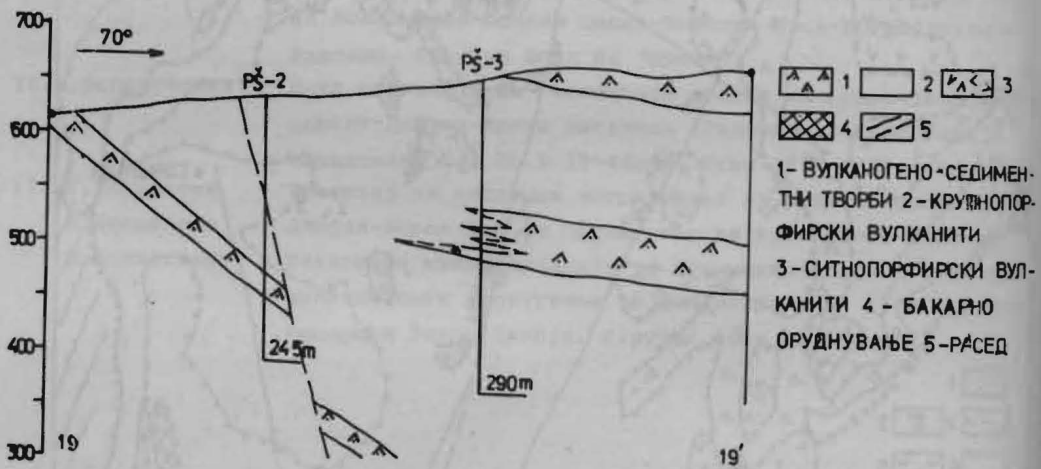
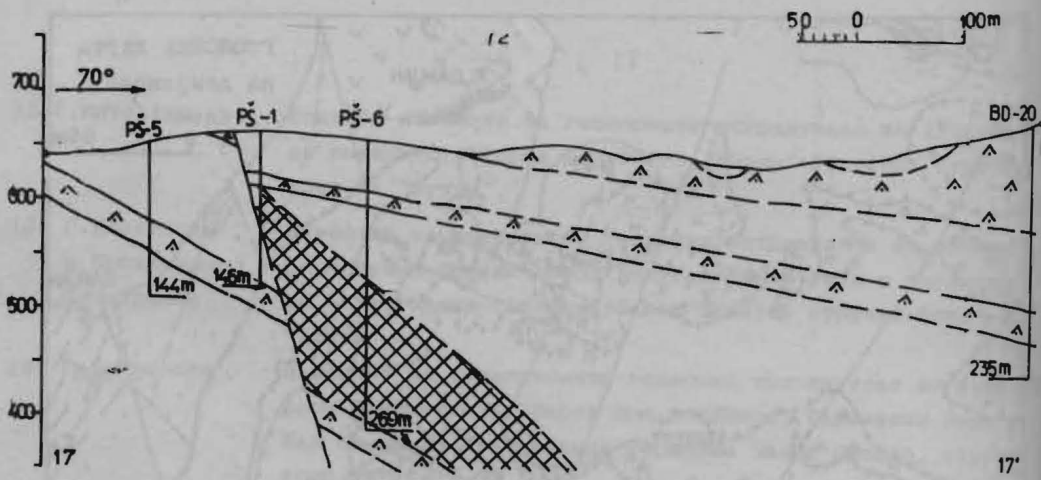
Врз база на обемните регионални и детални геолошки истражувања извршени во потесната околина на наоѓалиштето Бучим, утврдени се неколку субвулкански пробои околу кои се оконтурени и четири рудни тела: Централен дел, Вршник, Бунарџик и Чукар. Бакарното оруднување се појавува како прстен околу субвулканските пробои, со исклучок кај рудното тело Вршник каде оруднувањето е во самиот пробој. Рудната минерализација е од штокверкно - импрегнационен тип, сместена претежно во гнајсевите но непосредно околу субвулканските пробои, а рудните тела генерално посматрано имаат облик на шток.

Посебно обележје на Бучимското наоѓалиште претставува постоењето на три типа на рудна минерализација: примарна (Централен дел и Бунарџик), супергена односно минерализација поврзана за зоните на секундарното обогатување (Чукар) и мешовита (Вршник). Сепак, најголемо значење во целокупното наоѓалиште спрема досегашните сознанија има примарната рудна минерализација.

\* Рударско - геолошки факултет - Штип

\*\* ВМГИ - Софија

\*\*\* РО РМБ - "Бучим" - Радовиш



### Краток преглед на минералниот состав

Врз основа на деталните лабораториски испитувања во кои зеле учество поголем број на истражувачи: Иванов (1964, 1971, 1982), Иванов и Јашмаковски (1970), Величковиќ (1974), Зариќ (1974), Денковски (1982), Ракиќ (1982), Невениќ (1984), Чифлиганец (1987) и др., во наоѓалиштето Бучим е утврдено доста обемен минерален состав и сложени парагенетски односи. Од рудните минерали најзастанени се: пирит, халкопирит, халкозин, магнетит, хематит, пиротин, валерит, кубанит, енаргит, ковелин, самородно злато, калаверит и др. Од побројаните минерали покрај пиритот најголемо распространение има халкопиритот, кој воедно е и најзначаен руден минерал во наоѓалиштето за кој се поврзани и поголем број на придружни минерали кои го дополнуваат и онака обемиот минерален состав во наоѓалиштето.

Со најновите проучувања извршени од наша страна, направен е чекор напред кон продлабочувањето и расветлувањето на минералниот состав во наоѓалиштето Бучим. Утврдено е присуство на бизмутско-селенска минерализација, која образува бројни и разноврсни сопствени минерали од редот на бизмутин, галенобизмутин, фридрихит, крупкаит, емплектит, лајтакарит, самороден бизмут и косалит кои се предмет на обработка во овој труд.

Создавањето на овие минерали во наоѓалиштето Бучим е поврзано за два основни момента во процесот на минералното образување. Првиот момент го чини формирањето на основната кварц-пирит-халкопиритска парагенеза, за која непосредно се поврзани бизмутин, галенобизмутин, фридрихит, крупкаит, емплектит и самороден бизмут. Вториот момент го чини појавата на една покасна (но пред кварц-галенит-халкопиритската) минерална парагенеза во која учествуваат: кварц, пирит, марказит, халкопирит и косалит. Таа парагенеза е логично да биде наречена кварц - пирит-косалитска.

Сите наведени бизмутски и бизмутско-селенски минерали (со исклучок на бизмутинот), претставуваат нови минерали за Бучимското наоѓалиште и за останатите порфирски бакарни наоѓалишта во СР Македонија па и поширокв.

### Методика на испитување

Во оквир на експерименталните лабораториски испитувања на бизмутско-селенските минерали, користени се следните методи:

- Рудномикроскопските испитувања се вршени на студиски поларизационен микроскоп "Technival" - Carl Zeiss Jena.
- Квантитативните рентгеноспектрални микроанализи и снимки во секундарни електрони, во режим COMPO и распределбата на елементите во минералите, се направени со микроанализатор Superprobe 733 (JEOL, Јапонија). Користени се следните стандарди: за Bi - синтетички Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, за Ag - синтетичко Ag, за Cu, Fe и S - синтетички CuFeS<sub>2</sub>, за Se - синтетичен PbSe, за Pb - синтетичен PbS, за As - хемиски анализиран и проверен за хомогеност FeAsS, I=0.8 A, U=25 kv.
- Рентгено-структурните испитувања на поедините минерали се работени по методата Debye-Scherrer, односно користен е апарат TUR - M - 60, камера RKD - 57, Cu, Ni 30 часа.

### Поважни карактеристики на бизмутско-селенските минерали

Описот на бизмутско-селенските минерали ќе биде презентираан по редоследот на сукцесивноста на нивното создавање. Во кварц - пирит - халкопиритската парагенеза, бизмутските и бизмутско-селенските минерали се појавуваат по следниот сукцесивен ред: кварц - пирит - халкопирит -

бизмутин - галенобизмутин - крупкаит - фридрихит - емплектит - лајтакарит - самороден бизмут. Од ова се гледа дека бизмутско - селенската минерализација е поврзана за завршните фази на создавање на главната парагенеза која ги носи основните количини на бакар во наоѓалиштето.

**Бизмутин.** Со него започнува одлагањето на бизмутско-селенските минерали во кои тој заедно со фридрихитот претставуваат главни претставници на таа минерализација. Тој се набљудува само микроскопски во оквир на крупнозрнестиот халкопирит и тоа најчесто во вид на алотриоморфни зрна со големина од 5 - 40 микрони (ФОТО ТАБЕЛА - 1, Сл. 1; ФОТО ТАБЕЛА - 2, Сл. 4). Бизмутинот честопати активно го кородира халкопиритот и метасоматски се развива по хидротермално променетите стени од метаморфната рамка на главниот латитски нек во наоѓалиштето.

Во одбиена светлина бизмутинот е со боја блиска до галенитот, а од него јасно се разликува по силната анизотропија. Хемизмот на овој минерал е изучен со 5 квантитативни рентгеноспектрални микроанализи по методата на бранова анализа, а резултатите се прикажани во Табела 1, анализи 3, 4, 5, 6 и 7. Карактеристична особеност во хемизмот на бизмутинот е таа што во сите анализи се појавуваат значителни и постојани концентрации на  $\text{Cu}$  0.31 - 1.82 %. Во анализите 5, 6 и 7 е утврдено присуство на  $\text{Fe}$  0.62-1.01%, а во анализите 3 и 4 освен  $\text{Bi}$  и  $\text{S}$  е докажана висока содржина на  $\text{Pb}$  2.22 и 1.62 % : Присуството на  $\text{Pb}$ ,  $\text{Cu}$  и  $\text{Fe}$  доведува до промена на содржината на  $\text{Bi}$  кој варира од 78.08 - 80.37 % . Како резултат на ова при пресметката на реалните кристалохемиски формули сите тие елементи се вклучени во катјонскиот дел кон  $\text{Bi}$ , давајќи при тоа реално 1.98 - 2.20 формулни единици. Сулфурот во сите наведени анализи е близок со истиот во теоретските формули.

**Галенобизмутин.** Тој спаѓа во редот на второстепените минерали од бизмутско-селенската минерализација а исто така се појавува во халкопиритот во вид на самостални алотриоморфни зрна или заедно со крупкаитот образува неправилни агрегати со големина од 50 - 60 микрони.

Во одбиена светлина тој е многу близок до галенитот и бизмутинот, но е малку посивкав од галенитот. Пресметаната кристалохемиска формула (Табела - 1, анализа 8) е многу блиска до теоретската, но со присуство на  $\text{Cu}$  0.92 % кое нешто е специфична особеност и на бизмутинот од ова наоѓалиште.

**Крупкаит.** Тој е многу редок минерал во природата. Во наоѓалиштето Бучим тој се развива заедно со галенобизмутинот во крупнокристалестиот халкопирит и се карактеризира со содржина на  $\text{Cu}$  6.28 - 8.55 % (Табела - 1, анализи 9 и 10). Неговата реална кристалохемиска формула е блиска до теоретската која е во вид на  $\text{CuPbBi}_3\text{S}_8$  (Чвилева и др., 1988).

**Фридрихит.** Претставува еден од основните носители на бизмутот и доста широко е распространет во наоѓалиштето. Најчесто образува прачкасти, силно наребени кристали или снопчести агрегати со големина од 1 - 3 мм, кои нараснуваат врз крупнозрниот халкопирит.

Во одбиена светлина е доста сличен на галенитот и практично не се разликува од бизмутинот, галенобизмутинот и крупкаитот. Изработените препарати од фридрихитските прачкасти кристали се набљудувани во режим СМКРО, при што е утврдена оптичка нехомогеност со линиски карактер. Добиените анализи покажуваат дека фридрихитот се карактеризира со присуство на  $\text{Ag}$  0.62 - 0.70 % и  $\text{Cu}$  9.50 - 10.25 % (Табела - 1, анализи 16 и 17). Утврдената оптичка нехомогеност на фридрихитот, веројатно може да се објасни со разликната содржина на овие елементи.

Пресметаните кристалохемиски формули врз основа на 35 формулни единици, се блиски до теоретските со извесен мал недостаток на бизмут. Во нашите анализи бизмутот се движи од 41.66 - 42.63 % , а во теоретските  $\text{Bi}$  изнесува 43.10 % .

Квантитативни рентгеноспектрални микро анализи на бизмутските  
и бизмут - селенските минерали од наоѓалиштето - Бучим

( во % )

ТАБЕЛА 1

Анализ (№)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Bi	99.52	97.43	78.08	78.32	80.36	79.83	80.37	54.67	52.92	55.38	61.65	64.81	64.06	64.08	41.69	42.63	41.66	80.11
Pb	0.18	-	2.22	1.62	-	-	-	26.64	20.68	21.05	-	-	-	-	33.38	30.03	30.11	2.21
Cu	-	0.42	0.63	0.47	0.43	1.82	0.31	0.92	6.28	6.55	15.06	13.90	14.14	13.89	-	9.50	10.25	-
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.99	1.59	2.75	2.79	4.96	0.70	0.62	-
Fe	-	1.14	-	-	0.62	1.01	0.71	-	-	-	1.90	1.07	0.71	0.61	-	-	-	-
As	-	-	-	-	-	-	-	-	0.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	1.12	-	1.85	2.57	1.48	2.45	0.26	-	-	13.41
Ta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.10
S	-	-	19.20	19.17	18.59	17.26	18.61	18.42	17.53	17.71	18.42	15.90	16.74	16.15	16.84	17.20	17.36	3.10
Cl	99.70	98.99	100.13	99.58	100.00	99.92	100.00	100.75	99.75	100.69	99.87	99.84	99.98	99.97	97.13	100.06	100.02	99.93

76

1. Самороден Бизмут

2. Самороден Бизмут

3. Бизмутин (Bi<sub>1.88</sub>Pb<sub>0.03</sub>Cu<sub>0.05</sub>)<sub>2.04</sub>S<sub>2.85</sub>

4. Бизмутин (Bi<sub>1.88</sub>Pb<sub>0.04</sub>Cu<sub>0.04</sub>)<sub>2.04</sub>S<sub>2.85</sub>

5. Бизмутин (Bi<sub>1.88</sub>Cu<sub>0.03</sub>Fe<sub>0.05</sub>)<sub>2.04</sub>S<sub>2.85</sub>

6. Бизмутин (Bi<sub>1.47</sub>Cu<sub>0.14</sub>Fe<sub>0.08</sub>)<sub>2.20</sub>S<sub>2.78</sub>

7. Бизмутин (Bi<sub>1.88</sub>Cu<sub>0.02</sub>Fe<sub>0.08</sub>)<sub>2.04</sub>S<sub>2.85</sub>

8. Галенобизмутин (Pb<sub>0.82</sub>Cu<sub>0.10</sub>)<sub>1.02</sub>Bi<sub>1.87</sub>S<sub>4.10</sub>

9. Крупкаит Cu<sub>1.08</sub>Pb<sub>1.07</sub>(Bi<sub>2.74</sub>As<sub>0.05</sub>)<sub>2.78</sub>(S<sub>5.81</sub>Se<sub>0.15</sub>)<sub>8.08</sub>

10. Крупкаит Cu<sub>1.1</sub>Pb<sub>1.08</sub>Bi<sub>2.65</sub>S<sub>8.04</sub>

11. Емплектит Bi<sub>1.01</sub>(Cu<sub>0.81</sub>Fe<sub>0.12</sub>Ag<sub>0.03</sub>)<sub>0.88</sub>(S<sub>1.83</sub>Se<sub>0.08</sub>)<sub>2.03</sub>

12. Емплектит Bi<sub>1.14</sub>(Cu<sub>0.80</sub>Fe<sub>0.07</sub>Ag<sub>0.03</sub>)<sub>0.82</sub>(S<sub>1.82</sub>Se<sub>0.12</sub>)<sub>1.84</sub>

13. Емплектит Bi<sub>1.11</sub>(Cu<sub>0.80</sub>Fe<sub>0.05</sub>Ag<sub>0.08</sub>)<sub>0.84</sub>(S<sub>1.88</sub>Se<sub>0.07</sub>)<sub>1.85</sub>

14. Емплектит Bi<sub>1.12</sub>(Cu<sub>0.80</sub>Fe<sub>0.04</sub>Ag<sub>0.08</sub>)<sub>0.84</sub>(S<sub>1.84</sub>Se<sub>0.11</sub>)<sub>1.83</sub>

15. Косалит (Pb<sub>1.53</sub>Ag<sub>0.44</sub>)<sub>1.98</sub>Bi<sub>1.82</sub>(S<sub>3.05</sub>Se<sub>0.03</sub>)<sub>3.08</sub>

16. Фридрихит Cu<sub>5.02</sub>(Pb<sub>4.87</sub>Ag<sub>0.21</sub>)<sub>5.08</sub>Bi<sub>6.03</sub>S<sub>18.01</sub>

17. Фридрихит Cu<sub>5.38</sub>(Pb<sub>4.84</sub>Ag<sub>0.18</sub>)<sub>5.03</sub>Bi<sub>6.82</sub>S<sub>17.88</sub>

18. Лажтакарит (Bi<sub>4.01</sub>Po<sub>1.10</sub>)<sub>4.11</sub>(Se<sub>1.78</sub>Te<sub>0.08</sub>S<sub>1.02</sub>)<sub>2.88</sub>

**Емплектит.** Припаѓа во групата на ретките бизмутски минерали во наоѓалиштето Бучим и е еден од најбогатите на бакар бизмутски минерали. Во одбиена светлина скоро да не се разликува од фридрихитот, лајтакаритот, крупкаитот и бизмутинот. Комплетната дијагностика е направена врз основа на квантитативните рентгеноспектрални анализи (Табела - 1, анализи 11, 12, 13 и 14) и по методата на Debaj - Jeger (Табела - 2). Врз база на тие анализи се добиени кристалохемиски формули кои се блиски до теоретските, но во катјонскиот и анјонскиот дел се утврдени редица особености. Во анјонскиот дел на формулата е утврдено присуство на Se 1.48 - 2.45 % , а во катјонскиот дел се забележува недостаток на Cu кој образува 0.8 атомски единици и се дополнува до една формулна единица со Fe и Ag кои сумарно образуваат 0.12 атомски единици. Од квантитативните рентгеноспектрални анализи се гледа дека железото е присутно со 0.61-1.90 % , а среброто 0.99-2.85 % .

Во ФОТО ТАБЕЛА III, Сл. 1 е претставен лајтакарит - емплектитски агрегат кој метасоматски се развива во хидротермално изменета стена и има карактер на метаагрегат. Од сликата може да се заклучи дека емплектитот е издвоен пред лајтакаритот и со него има слаби корозиони до индоксионски граници. Размерите на емплектитските ламели набљудувани во режим СОРМО (ФОТО ТАБЕЛА III, Сл. 2) се 3-6 x 12 микрони и изгледат посиви на фонот на лајтакаритот. Во секундарни електрони двата минерала не се разликуваат ( ФОТО ТАБЕЛА III, Сл. 1).

Распределбата на Se и Cu во лајтакарит-емплектитскиот агрегат е даден на (ФОТО ТАБЕЛА III, Сл. 3 и 4).

**Лајтакарит.** Тој е еден од многу ретките минерали во природата, кој за прв пат на Балканот е опишан од страна на Манков (1987) во Злато - полиметалните рудни појави од реонот на Камилски Дол, Источни Родопи на територијата на НР Бугарија. Од поголем број испитувачи лајтакаритот се смета за индикатор на златоносните ендегени минерализации, што веројатно е случај и со Бучимското наоѓалиште во кое се утврдени значителни концентрации на злато. Во сукцесивниот низ на издвојување, лајтакаритот се појавува кон крајот но пред појавата на самородниот бизмут. Најинтимно е поврзан со емплектитот за што стана збор при описот на неговите карактеристики.

Дијагностиката на лајтакаритот е извртена прку квантитативна рентгеноспектрална микроанализа (Табела 1, анализа 18) од каде се гледа дека тој претставува еден од бизмутско-селенските минерали кој во својот состав има највисока содржина на Se 13.5 % .

**Самороден бизмут.** После бизмутинот и фридрихитот тој е најшироко распространет бизмутски минерал во наоѓалиштето. Во одбиена светлина е бел со жолтеникава нијанса, силно анизотропен и честопати образува различни типови на корозиони структури со сите бизмутски и бизмутско - селенски минерали одложени пред него. При таквите интензивни корозиони појави во него доста често се набљудуваат реликти од лајтакарит, фридрихит, бизмутин и др. Размерите на самородниот бизмут се движат во граници од 5 - 40 микрони.

Од двете направени квантитативни рентгеноспектрални микроанализи се гледа дека се работи за доста чист самороден бизмут (97.43 - 99.52 % Bi), со содржина на Cu 0.42 % , Fe 1.14 % и Pb 0.18 % (Табела 1, анализи 1 и 2).

**Косалит.** Во кварц - пирит - косалитската парагенеза основен минерал е косалитот. Тој е развиен во вид на сподести агрегати составени од игличести кристали. Должината на поедините кристали достигнува до 1 см со дебелина до 1 мм. Тие често нараснуваат врз халкопиритот од оваа парагенеза или директно врз пиритот и кварцот. На ФОТО ТАБЕЛА IV, Сл. 1, 2 и 3 се дадени Сканинг - електронски фотографии кои ги илустрираат морфолошките особини на поделните кристали. Повеќето од нив се карактеризираат со добро изразени наребувања напоредно на должината на кристалите.

ТАБЕЛА 2

1		2		3		4	
1	d(Å)	1	d(Å)	1	d(Å)	1	d(Å)
-	-	1	6.4	-	-	3	7.29
1	6.20	-	-	8	6.15	1	4.69
-	-	-	-	8	5.64	½	3.64
1	4.90	1	4.90	10	4.45	10	3.22
-	-	-	-	12	4.10	6	3.13
-	-	-	-	10	3.96	10	3.04
1	3.90	1	3.90	10	3.88	½	2.69
-	-	-	-	8	3.80	-	-
-	-	-	-	14	3.72	3	2.33
1	3.60	1	3.60	12	3.64	4	2.17
10	3.39	10	3.40	100	3.44	1	1.96
-	-	-	-	25	3.37	2	1.87
3	3.30	2	3.30	6	3.29	2	1.80
-	-	1	3.20	6	3.20	1	1.78
1	3.06	1	3.00	8	3.08	1	1.74
9	2.93	8	2.94	20	2.96	-	-
5	2.77	4	2.80	30	2.81	2	1.65
-	-	-	-	4	2.71	-	-
-	-	-	-	4	2.60	1	1.56
-	-	-	-	2	2.34	-	-
-	-	-	-	10	2.29	-	-
3	2.25	4	2.27	6	2.27	-	-
-	-	-	-	8	2.23	-	-
-	-	-	-	4	2.17	-	-
2	2.13	3	2.15	14	2.13	-	-
-	-	-	-	2	2.09	-	-
-	-	-	-	6	2.05	-	-
7	2.02	7	2.04	10	2.04	-	-
-	-	-	-	4	1.97	-	-
1	1.958	1	1.950	8	1.941	-	-
2	1.889	2	1.892	16	1.911	-	-
-	-	-	-	6	1.817	-	-
2	1.799	2	1.808	10	1.790	-	-
-	-	-	-	6	1.774	-	-
3	1.741	2	1.756	6	1.748	-	-
-	-	-	-	10	1.728	-	-
1	1.655	1	1.678	6	1.669	-	-
-	-	1	1.601	2	1.592	-	-
1	1.470	1	1.478	-	-	-	-
1	1.412	1	1.418	-	-	-	-
2	1.379	3	1.390	-	-	-	-
1	1.341	1	1.346	-	-	-	-
1	1.312	1	1.329	-	-	-	-
1	1.282	1	1.292	-	-	-	-
-	-	1	1.262	-	-	-	-
-	-	1	1.245	-	-	-	-

Забелешка:

Анализите 1 и 2 претставуваат игличести кристали од косалит, а анализата 4 е синтозарн емплектит - наоѓалиште Бучим.

Услови на снимањето: апарат TUR-M-60, Камера RKD-57, Cu, Ni, 30<sup>h</sup>. Рентгенограмот е добиен по методата на каучуково топче со дијаметар 0.3 mm.

Анализата 3 е на косалит од наоѓалиштето Nakidaira, Јапонија по SPDM [1974].

Интензитетите се пресметани на стабилен систем.



Косалитот е комплетно дијагностициран по методата Debaј - Šerer (Табела 2) и преку квантитативните рентгеноспектрални микроанализи (Табела 1, анализа 15). Карактеристична особина за косалитот е присуството на Cu 4.96 % и незначителната содржина на Se 0.26 % . Среброт со 0.44 атомни единици ги дополнува оловните атомни единици во кристалохемиската формула кои изнесуваат во вкупен износ 1.99 атомни единици во оловото, што е доста блиско до теоретските во формулата на косалитот. Визмутот, сулфурот и селенот према своите содржини се доста блиски до истите во теоретската формула на косалитот.

## Д и с к у с и ј а

Утврдената бизмутско - селенска минерализација во наоѓалиштето Бучим, може да се разгледува како типоморфна за златоносен тип на ендеогени оруднувања. Сукцесивниот ред на минералите од основната кварц - пирит - халкопиритска парагенеза, во која бизмутските и бизмутско - селенските минерали се појавуваат во редот бизмутин - галенобизмутин - крупкаит - фридрихит - емплектит - лајтакарит - самороден бизмут, покажува дека по времето на нивното одлагање се ангажира се поголема количина на бакар и железо. Бакарот се движи од 0.31 - 1.82 % кај бизмутинот, 0.92 % кај галенобизмутинот, 0.92 - 6.28 % кај крупкаитот, 9.50 - 10.25 % кај фридрихитот и 6.55 - 14.14 % кај емплектитот. Кај железото распределбата општо земено е хомогена и се движи од 0.61 - 1.90 % . Селенот не е карактеристичен за почетниот дел од парагенезата, тој се појавува малку во крупкаитот 1.12 % , потоа во емплектитот 1.85 - 2.45 % , а најмногу го има во лајтакаритот 13.5 % .

Зголемените концентрации на бакар и железо во бизмутско - селенските минерали се во непосредна врска со интензивните корозиони измени на халкопиритот. Тие измени можат да се разгледуваат како пример на хидротермален метаморфизам на халкопиритот. Дел од содржината на селенот исто така може да се поврзе со корозионите процеси и измените во халкопиритот, но при одлагањето на лајтакаритот, веројатно имало и принос на селен со хидротермалните раствори.

Во втората минерална парагенеза која исто така носи одредени количини на бизмут, се појавуваат и значителни концентрации на сребро до 4.96 % , како и многу мали содржини на селен кои достигнуваат до 0.26 % .

Појавата на бизмутско - селенската минерализација во наоѓалиштето Бучим, дава можност да се создаде еден покомплетен геолошко-генетски модел за формирање на наоѓалиштето кое нешто има важно научно значење како основа за истражување на нови наоѓалишта (аналогни на Бучимското) во рудниот реон Бучим - Дамјан - Боров Дол и пошироко.

Од практична гледна точка неопходно е да се проучи квантитативното учество на бизмутот, селенот и среброт во целото наоѓалиште, како и да се согледат можностите за нивната валоризација, имајќи ја во обзир веќе утврдената форма на присуство на наведените пратечки елементи во наоѓалиштето Бучим.

\* \* \*

Авторите на трудот искажуваат посебна благодарност на вработените од геолошката служба на рудникот Бучим кои дадоа свој прилог при земањето и селектирањето на примероците за испитувања.

За направените квантитативни рентгеноспектрални микроанализи авторите ја искажуваат својата благодарност на Ц.Каменов и С.Валканов, од институтот по металознанија и технологија на металите при БАН. Исто така ја должime својата благодарност и на А.Цветанов од лабораторијата за рентгено-структурни анализи при ВМГИ - Софија за направените анализи.

## SUMMARY

Bismuth - selenitic mineralisation in the copper deposit of  
Bućim - Radoviš

T. Serafimovski, S. Mankov, V. Čifliganec

The Bucim ore deposit belongs among the porphyry copper deposits and has a significant content of gold.

The main host of the primary copper mineralization is the chalcopirite and of the supergene or the secondary enrichment (zone of cementing) mineralization are the chalcocite and covelline.

During the detailed mineralogical studies of the ores of the Bucim deposit the existence of a large number of bismuth - selenitic minerals were determined. They were distinguished into two characteristic mineralogical parageneses.

The first was distinguished as quartz - pyryte - chalcopirite with bismuth - selenitic minerals which were distinguished during the later stages in the following sequence: bismuthine - gallenabismuthine - krupkaite - fridrichite - emplectite - laitakariite - native bismuth.

The second mineral paragenesis was distinguished as quartz - pyryte - cosalitic and bears only cosalite as a bismuth mineral.

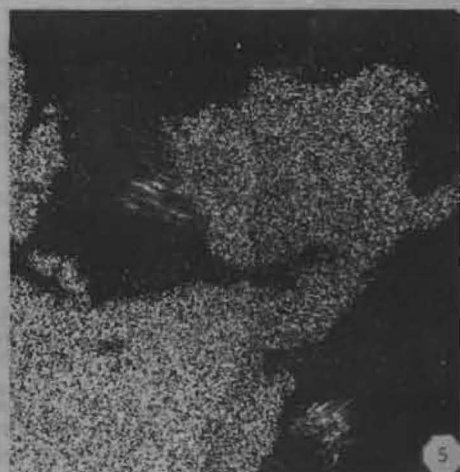
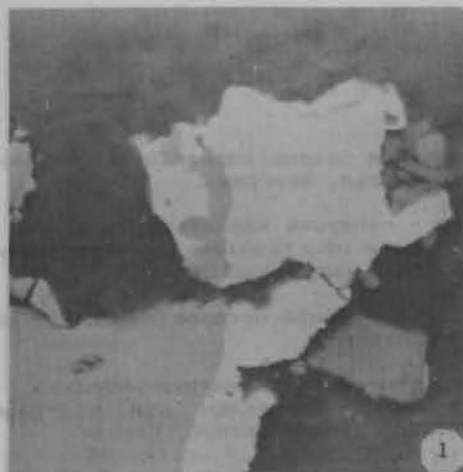
Numerous characteristics were determined in the chemism of the minerals both in the cationic and anionic parts or occurrences of isomorphism were discovered.

The bismuth - selenitic mineralisation of the Bucim deposit can be considered as typomorphic for the endogenic mineralizations of gold.

The determined type of existence of bismuth - selenitic mineralization in the Bucim deposit demands a more complex investigation of the ores in order to exploit their components.

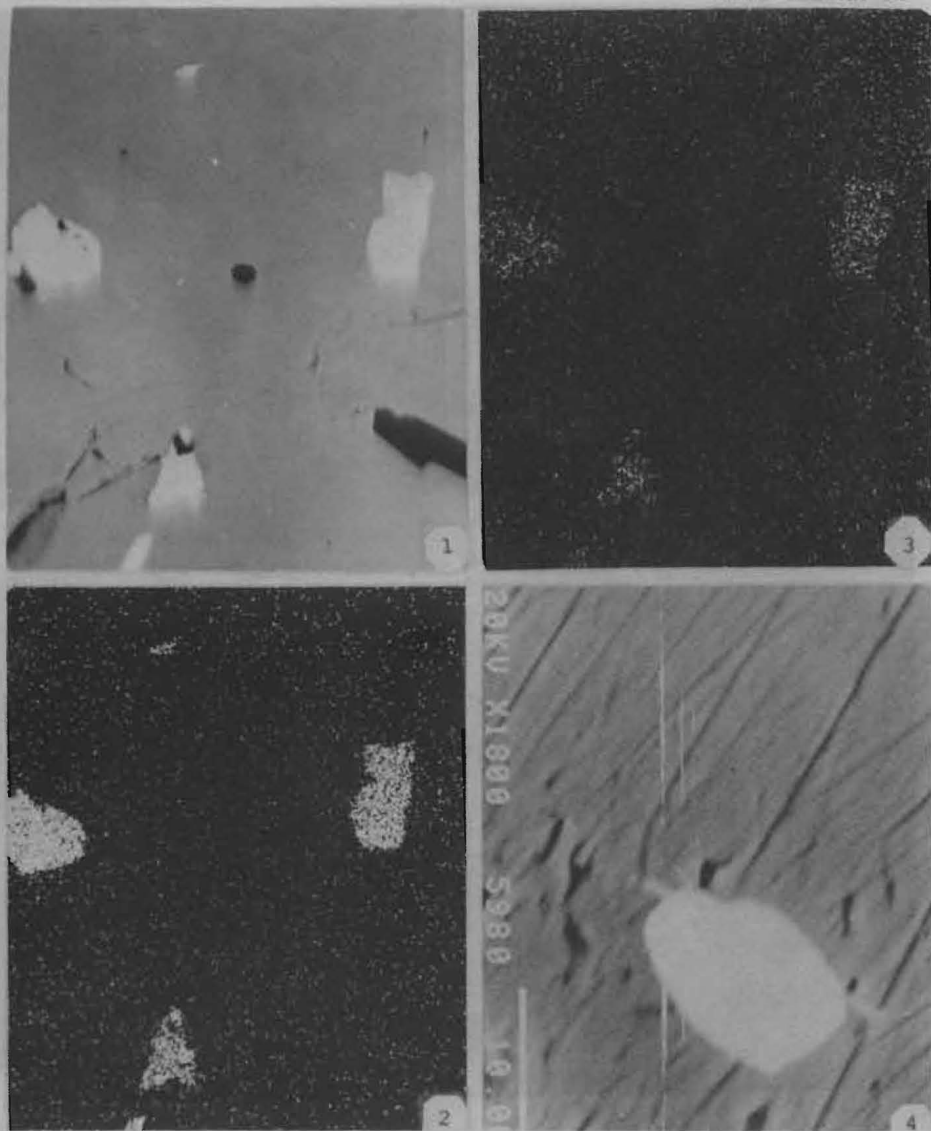
## Л И Т Е Р А Т У Р А

- Величковиќ, С., 1974: Геолошко - економска оцена порфирског рудишта бабра Бучим. Магистарски рад, Београд.
- Зариќ, П., 1974: Студија парагенетско - генетске карактеристике  $\text{Cu}$  - орудњења Бучима са освртом на стадијуме минерализаци - оног циклуса. Стручен фонд на рудник Бучим.
- Иванов, Т., 1964: Извештај за преглед на рудните препарати од Чукар. Стручен фонд на рудник Бучим.
- Иванов, Т., В. Јашмаковски, 1970: Детерминација и интерпретација на рудните препарати од Бучим - Централен дел и Чукар. Стручен фонд на Геолошки завод - Скопје, Скопје.
- Иванов, Т., и др., 1982: Металогенетска студија на рудниот реон Бучим - Дамјан - Боров Дол. Стручен фонд на рудник Бучим.
- Јанковиќ, С., 1972: Основне поставке металогенетске анализе и израде карата области и реона. Реферати на I саветовању о металогенетским анализама и металогенетским картама Југославије, ЈК ИЛМС, Београд.
- Jankovic, S., M. Petkovic, et all, 1980: Porphyry copper deposits in the Serbo - Macedonian province, southe - eastern Europe. Proceedings of an International symposium held at Bor, Bor.
- Mankov, S. I., I. A. Velinov, 1984: A new genetic type of tellurium - bismuth mineralization in Bulgaria in the Kamilski dol area, Eastern Rhodopes, - Coruptes rendus de L'Acod. Bulgare des Sc., No. 7.
- Павичевиќ, М., С. Ракиќ, 1980: Студија појављивања злата и сребра као и других пратечих и ретких елемената у рудама Централног рудног тела - Буим. УЛЕМА, Београд.
- Selected powder difraction date for minerals, IDCPDS, USA, 1974.
- Стајевиќ, Б., 1980: Металогенија рудног рејона Голије. Докторска дисертација, Београд.
- Чвилева, Т. Н., М. С. Безсмртнаја, и др., 1988: Спровочник-определител рудних минералов в отраженом свете. Недра, Москва.
- Чифлиганец, В., 1982: Пратеке корисне компоненте порфирског рудишта бабра и могућности њихове валоризације. Магистарски рад, Београд.
- Чифлиганец, В., 1987: Металогенетске карактеристике лежишта бабра Бучим у Српско - Македонској металогенетској провинцији. Докторска дисертација, Београд.



Сл.1- Бизмутин (бело) по халко-  
пирит (сивобело), во хид-  
ротермално изменета стена.  
Режим SOMPO. Зг. 600x

Сл.2- Распределба на  $Bi_{L\alpha}$  линија  
Сл.3- Распределба на  $Cu_{K\alpha}$  линија  
Сл.4- Распределба на  $Fe_{K\alpha}$  линија  
Сл.5- Распределба на  $S_{K\alpha}$  линија



Сл.1- Лајтакарит (бело) во халкопирит (сиво). Режим СОМРО.3г.480x  
Наоѓалиште Бучим

Сл.2- Распределба на  $Bi_{Mo\alpha}$  - линија

Сл.3- Распределба на  $Se_{K\alpha}$  - линија

Сл.4- Бизмутин (бело) во халкопирит (сиво). Режим СОМРО.3г.1800x  
Наоѓалиште Бучим

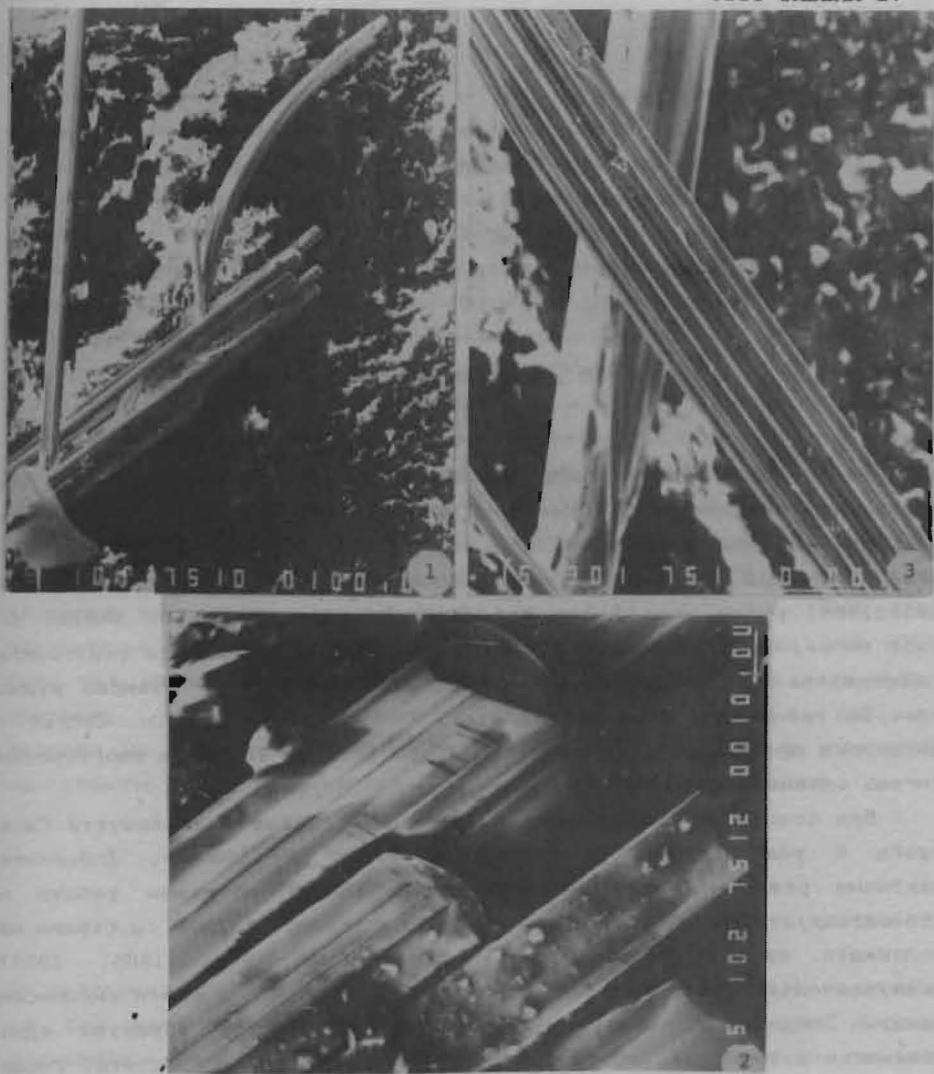


Сл.1- Лажтакаритско-емплектитски агрегат (сивобело), во хидротермално изменета стена - Наоѓалиште Бучим. Зг. 1300x, секундарни електрони

Сл.2- Истиот агрегат во режим COMPO; лажтакарит (бело), емплектит со зголемена содржина на селен (сиво)

Сл.3- Распределба на  $Se_{La}$  - линија

Сл.4- Распределба на  $Cu_{Ka}$  - линија



Сл.1- Снопчест агрегат од игличести кристали на косалит врз кварц-халкопиритска основа. Сканинг-електронска фотографија. Зг. 10x

Сл.2- Детал од Сл.1, при зголемување од 102x. Илустрација на морфологијата на косалитските кристали

Сл.3- Игличести косалитски кристали со напоредно наребување во правец на нараснувањето. Сканинг-електронска фотографија. Зг. 301x. Наоѓалиште Бучим