

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

СРЕБРЕНИТЕ МИНЕРАЛИ ОД ОЛОВО -ЦИНКОВОТО НАОГАЛИШТЕ
САСА, ИСТОЧНА МАКЕДОНИЈА

М.Александров¹, С.Манков², Т.Серафимовски³

Рудното наоѓалиште Саса се наоѓа во северисточниот дел на Осоговските планини во С.Р.Македонија на 12 км северно од Македонска Каменица. Од металогенетски аспект тоа представува дел од рудниот реон Саса - Тораница, која влегува во рамките на издвоената од Богоевски (1962;1964) рудна зона Бесна Кобила - Пехчево. Тој реон заедно со делот во кој се терциерните рудни наоѓалишта на Бугарската територија е дефинирана од Манков (Манков,1968;Манков,1974) како Руенско рудно поле. Во регионален план наоѓалиштето Саса влегува во т.н. Српско - Македонска провинција (Јанкович,1967), во која се вклучени многубројни основно оловно - цинкови наоѓалишта и рудни појави.

Врз основа на минералниот и хемискиот состав наоѓалиштето Саса досега е разгледувано како типично Олово - цинково. Добиените практични резултати од основните и деталните истражни работи и експлоатацијата на рудата спроведени во последните години од страна на геолошката служба на рудникот (Александров 1978; 1986; 1988) покажуваат дека среброто представува елемент, кој има важен економски значај. Заедно со оловото, цинкот и бакарот тоа образува една геохемиска тетраијада, особено карактеристична за наоѓалиштето, силно нагласувајќи ја неговата економска перспектива во услови на комплексно искористување.

Во врска со тоа особено актуелна, постанува задачата за решавање на формата во која се присутни не само среброто и бакарот, но и сите останати елементи - примеси во рудата: бизмут, антимон, злато, селен,

1 Геолошка служба при рудници Саса, Македонска Каменица,

2 С.Р.Македонија

3 Виш Рударско - геолошки институт, Софија Н.Р.Бугарија
Рударско - геолошки факултет, Штип, С.Р.Македонија

телур, кадмиум, индиум, галиум и др. Во овој труд се прави првиот посериозен чекор во изучувањето на присуството на среброто, користејќи комплексна современа лабораториска методика од редот на рентгеноспектрален микроанализатор, рентгеноструктурни анализи по методот на Дебај - Шерер, сканер електронска микросонда и набљудување во различни режими - "COMPO", "секундарни електрони", фотографска регистрација на x -зраци". Тоа овозможи да се покаже, дека среброто образува цела редица сопствени минерали. Дел од тие се набљудуваат макроскопски, а поголем дел - микроскопски. При извршените испитувања се докажани самородно сребро, електрум, акантит, полибазит, стефанит и фрајбергит како сопствени минерали на среброто. Освен тоа значаен дел од него е вклучено под форма на изоморфна примеса во широко представената во наоѓалиштето тенантит - тетраедритова редица, а исто така и во другите минерали, што ќе биде предмет на друга наша работа.

Во последните десет години наоѓалиштето Саса дава значајни количини на сребро, која варира од 16 - 20 тони. По сегашни меѓународни цени просечната годишна вредност достигнува 340 000 \$. Сето тоа дава основа наоѓалиштето Саса да се разгледа како типично сребрено - оловно - цинково наоѓалиште, кое према докажаните резерви на вкупниот метал (Pb + Zn + Ag) припаѓа во групата на најголемите сребрено - оловно - цинкови наоѓалишта во Европа.

Кратки геолошки карактеристики и основни морфоструктурни типови рудни тела

Во геолошката градба во реонот на наоѓалиштето Саса учествуваат стени од три метаморфни комплекси, пресечени од Струмската диоритова формација, леуократни гнајсеви - гранити, гранити и терциерни магматити.

Првиот метаморфен комплекс е изграден од висококристални метаморфни стени со прекамбриска старост, вториот е старопалеозојски предсилурски во кои се вклучени многу разновидности од нискокристални стени познати во литературата како зелени шкрилци (диабазфилитоиден комплекс), а третиот е означен како кварц - графитично - филитоиден со најголемо учество на кварц - мусковит - графитични шкрилци, калкшести, мермери и филити при потполно отсуство на зелени шкрилци. Староста на третиот комплекс се прифаќа за силур - девон (Пенџероски, 1962; Белев, 1964).

Струмската диоритова формација (габродиорит - плагиогранитова)

(Димитрова и др. 1975) вклучува ретроградно метаморфозирани во фашија на зелени шкрилци габро, габро - диорити, гранодиорити, хорблендити, плагиогранит - порфири и др.

Леуократните гнајс - гранити и гнајс - гранит + порфири се јавуваат во вид на мали штокови и дајкови, кој ги сечат зелените шкрилци и стените на Струмската диоритова формација (Димитрова, 1964; Белев, 1984).

Гранитите се представени со неколку мали тела околу Китка и изворишните делови на Свиња и Козја река. Тие се прифаќаат како аналози на Осоговскиот гранит, кој е раскриен североисточно од наоѓалиштето на територијата на НР Бугарија и има пос карбоонска старост (Бо джиев, 1963).

Терциерните магматити се представени од разновидни вулканити, од кои преовладуваат кварцлатити и риодацити, пратени од санадински дацити и латит - андензитови порфирити.

Стварањето на наоѓалиштето Саса е поврзано со пнеуматолитско - хидротермални и хидротермални раствори, кои се наоѓаат во парагенетска врска со санадинските дацити кои се соодветни на тн. едропорфирни деленик - порфири, познати во литературата на Бугарскиот дел на Осоговската Планина (Арнаудова, 1973).

Рудните тела се сместени најчесто во кварц - мусковитско - графитичните шкрилци на местата на уключените во нив калшисти и мермери, а другиот дел е одложен во зелените шкрилци и во терциерните вулканити. Од морфолошки аспект тие можат да се поделат на: псеудослојни (метасоматски) линиски штокверкци и жици (Табела 1, сл 1, 2 и 3).

Пространа распространетост и опис на сребрените минерали

Макроскопски видливи сопствени минерали на среброто во наоѓалиштето Саса се утврдени во делот на Козја река помеѓу хоризонтите 950 и 1030 м. каде е локализирана компактна метасоматска галеник - свалеритска руда. Тие имаат псеудослојна морфологија со дебелина од 2 до 10 м. и се развиени првенствено во подинскиот дел на кварц - мусковит - графитичните шкрилци, испод кој лежат зелените шкрилци. Самото оруднување метасоматски ги заменува мермерит (циполоните), чија дебелина брзо се менува по простирањето и падот од 1,5 м на хоризонт

(XIV₀ - 32 м) до 12 м, на хоризонт (XIV₀ - 72 м). Простирањето на така формираното рудно тело го прати простирањето на ивицата од кварц - мусковит - графитичните шкрили (315°), кои имаат пад на југозапад под агол од околу 35°.

Сребрените минерали се развиени по серија од пукнатини со различни правци, кои ја пресечуваат метасоматската руда. Тоа пред се се пукнатини на натрошување (раскасување), без глини на триење, кои према своите ориентации се групираат во четири системи: исток - североисточни (70 - 80°), североисточни (35 - 45°), север - јужни (350 - 360°) и северозападни (315°). Во некои случаи тие меѓусебно се многу блиски и формираат типичен мрежовиден облик. Исполнети се со кварц - сребрено - сулфосолен, сребрено сулфиден и сребрен полнеж. Освен тоа е развиена интензивна хлоритизација. Целата генерација од сребрените и другите минерали кои ги придружуваат може да се представат во следниот редослед: кварц → хлорит → пирит → сфалерит → пиротин → галенит → фразбергит → полибазит → акантит → самородно сребро → калцит. Количината на минералите одложени во тој ред пред сребрените (со исклучок на сфалеритот) е незначително. Заслужува да се напомени, дека сфалеритот е волочно жолт, зелено жолт до жолто црвенкаст, без железо и богат со кадмимум. По него се развиваат пиротинови кристални агрегати, составени од сраснати помеѓу себе хексагонални плочасти поединечни кристали со размери 1 - 1,5 см x 1mm (табела II, сл.4). Понекогаш поединечните кристали се сраснати во вид на армоника или се јавуваат во уште положени взаемни односи и тогаш образуваат типични пиротински рези. Минералите на среброто се одлагаат после тенантитот. Заедно со останатите минерали изградуваат микродрувидни, жилковидни и гнездовидни агрегати со разновидни структури.

Фразбергит. Тој е послано застапен од сите други сребрени минерали. Се одлага по пукнатините во метасоматската руда врз кварц - тенанитовата основа, или директно врз хлоритската подлога. Образува многу правилни поединечни кристали (до 1mm) со октаедарски хабитус. Тие се богато скулптурирани и често меѓусебно се сраснати (табела III: сл.4).

Во одбена светлина е сивобел со кафенкаста нијанса. Тој е кородиран од сите покасно одложени минерали. Спроведените испитувања со електронски микроанализатор (табела 1, ан 1) покажуваат, дека 35% од едновалентниот бакар во катјонит дел е заменета со сребро чија содржина е 34,40% (после сравнувањето на фактичката анализа кон 100%). Заслужува да се одбележи и тоа, дека вкупната количина од двовалентниот бакар е заменет со железо и цинк, кои образуваат 1,97 ат.единици. Другата карактеристична способност на фразбергитот, е тоа

што дел од антимонот е заменет со арсен. Неговата содржина достига 0,61 ат.единици 2,57%). Кристалохемиската формула на фрајбергитот (табела 1, ан.1) е представена во развиен вид, давајќи ги одвоено замената на едновалентниот и двовалентниот бакар во катјонскиот дел.

Стефанит. Тој е еден од главните минерали на среброто во наоѓалиштето. Расте директно врз фрајбергитот, тенантитот, свалеритот или врз кварцот, формира хексагонални плочки со димензии од 1 mm до 4 cm. По боја е оловносив. Честопати хексагоналните плочки се сраснати меѓусебе и имаат многу карактеристично наребување. На (табела II сл.1,2) е представен стефанитски кристал, одложен врз свалеритска микродруза од поединачни тетраедарски кристали.

Во одбиена светлина под микроскоп стефанитот е бел и со јасни анизотропни ефекти. Према фонот на галенитот изгледа со сосем слабо забележлива зеленкаста нијанса.

За разлика од полибазитот кој асоцира со него не се карактеризира со светлинска корозија. Поради тоа, тој лесно се разликува од него во одбиена светлина при користење на силен светлосен извор.

Направените две анализи со електронски микроанализатор (табела 1, ан 2,3) покажуваат, дека стефанитот нема други елементи - примеси и неговата кристалохемиска формула одговара на теоретската. Дефинитивната дијагностика е направена по методата на прав на Лебаи - Шерер со користење на стриен материјал во каучуково топче со дијаметар 0,2 - 0,3 mm (табела 2).

Полибазит. Према степенот на распространетост тој припаѓа во групата на второстепени сребрени минерали во наоѓалиштето. Се одлага скоро истовремено со стефанитот и може да се утврди само при набљудување во одбиена светлина под микроскоп или со користење на сканер електронски микроскоп. Со фрајбергитот и тенантитот образува многу сложени корозиони структури, некои од нив се типично мирмекитови. Светлосно се разјадува, зрната му се алотриоморфни, а во ретки случаи образува хексагонални игличасти кристали со размери до 120 μ (табела III. сл. 1).

Добиените резултати од направените микросондови и ренгенскоструктурни анализи се прикажани во табела 1.(ан. 4) и табела 3. Содржината на бакар е 5,15%. Карактеристично е тоа, дека тој содржи 3,66% арсен, која представува 50% од двете формулни единици на антимон. Редоследно анализираниот полибазит е по средината на редицата полибазит - A_2 - полибазит. По ренгеноструктурен пат неможевме да докажеме присуството на A_2 - полибазит. Добиената ренгенограма од нас е карактеристична за таа на полибазитот.

Акантит. Заедно со стефанитот и самородното сребро тој преставува нај широко застапен сребрен минерал во наоѓалиштето. Се развива корозионо по стефанитот, полибазитот и фрајбергитот. На табела IV, сл 2 е преставен акантитов кристал во комбинација на коцка и октоедар при зголемување од 252x, кој нараснува врз кварц - тенантит - фрајбергитова друза. Во случајот овој акантит го разгледуваме како параморфоза по аргентит и го оделуваме како прва морфолошка разновидност. Втората морфолошка разновидност е представена од издолжени по тројната оса на ромбоедрични акантитови агрегати, чија должина достига до 4,5 см, а дебелината до 1 см. Ковни се. Таквите кристали се зародуваат и развиваат корозионо и дендритовидно врз стефанитот, а обично тие се појавуваат околу корозионите вдлабнатини во стефанитовите кристали и се групирани во силно наребрани стени (табела II, сл. 2,3).

Квантитативните микросондови и ренгеноструктурни податоци се даден во табела 2 (он.5,6) и табела 3.

Самородно сребро. Тоа е многу широко распространет минерал во наоѓалиштето и образува едри дендритовидни агрегати (4,5 x 3,5 см), нараснувајќи врз стефанитот, фрајбергитот, полибазитот и аргентитот, составено од поединечни и сраснати помеѓу себе силно наребрани сплетени и усукани кристали (табела III, сл. 1,2,3). Во многу случаи среброт нараснува врз акантитот во вид поединечни влакнасти и нишковидни индивидуи со должина од 8 - 10 см и дебелина 0,1 mm, а при интензивна корозија после него се образуваат топчести агрегати со дамстар 1 - 2 см. Тие се изградени од многу голем број на влакна и нишки на самородно сребро. Понекогаш самородното сребро образува сноповидни агрегати, кои се составени од паралелни помеѓу себе поединечни нишки, наребрани по издолженоста и префатени од други сребрени нишки без наребување по нив (табела IV, сл. 1). По боја среброт е бело до жолто бело. Оставено подолго време на површина тоа потемнува.

На истата слика и сл.3 од табела IV се прикажани орјентирано нараснати ромбоедарски поединечни калцитови кристали. Во карактеристични x зраци на сл.4 (табела IV) е прикажана плошната распределба на $Ca_{K\alpha}$ - линија. Многу добро е нагласен линискиот развиток на касниот калцит.

Направените 3 ренгеноструктурни анализи покажуваат, дека параметарот на елементарната клетка a_0 е 4,085 до 4,082 (\AA), што покажува, дека тоа преставува чисто сребро. Представените 5 микросондови анализи на самородното сребро од наоѓалиштето Саса (табела 1, ан.7 - 11) покажуваат, дека тоа е многу чисто и не содржи

други елементи. Само во анализата 9 има 0,16% Au, кое неможе да се представи како елемент кој образува формула. Sprema тоа среброт од наоѓалиштето Саса представува една од најчистите во хемиски поглед сребро (Ag 0,999) кои се утврдени досега во наоѓалишта од Српско Македонската и Родопската металогенетска провинција.

Електрум. Тој е утврден надвор од делот на Козја река и нема просторна врска со опишаните сребрени минерали. Се јавува во микроскопски до макроскопски честици со размери од 10 μ - 2 mm. По боја во одбиена светлина е сламено жолт. Према податоците на квалитативната микросондова анализа тој содржи 18,09 % Ag и 81,59 % Au и траги од 0,13 % Hg. (табела 1, ан.12).

Кога се има во предвид дека во наоѓалиштето Петрова река се утврдени значителни содржини на злато во рудата и дека во наоѓалиштата од Бугарскиот дел на рудното поле е докажано самородно злато, електрум и разновидни телуриди (Миков, 1974, 1978) може да се очекуват различни сребрено - златно и сребрено - телурно - златни минерали во реонот на наоѓалиштето Саса.

Дискусија

Утврдените минерали во наоѓалиштето Саса, представена од фрајбертит, стефанит, полибазит, акантит и самородно сребро е поврзано со вишалниот дел на терциерното минерално образување во Осогово и вероватно таа заслужува да се разгледува како составен дел на одделената од Манков (1988) кварц - карбонатно - сребрена парагенеза во наоѓалиштата од Бугарскиот дел Осоговската планина. Интересно е да се одбележи, дека во таа парагенеза се диференцирани по вертикала одоздолу нагоре следните минерални зони: аргентопиритова со никелови арсениди \rightarrow пираргирит - полибазитова - пиралгиритова \rightarrow пирсеитова \rightarrow тетраедрит - телуридова (сребрени и оловни телуриди) \rightarrow акантитова \rightarrow самородно сребро.

Местото на фрајбертитот, стефанитот и полибазитот од наоѓалиштето Саса во таа никелова - сребрено - арсено - антимонова колона е после аргентопиритот и никеловите арсениди во почетокот на пираргирит - полибазитовата зона. Поради тоа во воопштен вид зоната со антимониви сулфосоли на среброт и бакарот може да се означи како стефанит - полибазит - пираргиритова. Помеѓу оваа зона и зоната на акантитот и самородното сребро можат да се очекуваат многу интересни