HYPOGENE AND SUPERGENE MINERALS IN „KHAN KRUM" GOLD DEPOSIT, "STENATA" SITE (EASTERN RHODOPES), AT TOKACHKA DETACHMENT FAULT CONTACT

Irina Marinova

Central Laboratory of Mineralogy and Crystallography "Academician Ivan Kostov", 1113 Sofia;
e-mail: marinova@clmc.bas.bg

Key words: sedimentary-hosted, epithermal, low-sulfidation gold deposit

Introduction

The low-temperature, low-sulfidation "Khan Krum" gold deposit is situated 5 km southeast of Krumovgrad town, Eastern Rhodopes. According to the published data it is controlled by the regional Tokachka detachment fault, which is a part of complex mylonitic shear zone, detaching the core of Kessebir gneiss dome from its mantle. Tokachka fault dips gently (10-15°) to N-NE and has normal fault-character in "Khan Krum" deposit. Two-mica schists, gneisses, amphibolites, marbles, and metagranites crop out in the lower plate. The upper plate is built up of various Maastrichtian-Paleocene sediments, where unsorted polymictic breccio-conglomerates predominate and it is intensively faulted by close listric faults, which have conducted hydrothermal solutions. These faults are mainly of E-W strike, steep and inclined from 70-80° to 30-40°. Two styles of mineralization are distinguished in "Khan Krum" deposit: massive, tabular ore body located above the detachment fault and open space-filling ores within the sediments along the E-W oriented faults within the upper plate (Bonev, 1996; Кунов и др., 2001; Jelev, Hasson, 2002; Marchev et al., 2003; Marchev et al., 2004).

The aim of the present work is to characterize the hypogene mineralization in "Stenata" site and its supergene alteration, immediately below and above Tokachka fault (Fig. 1a). The sampling was carried out downwards and upwards the fault contact by vertical channel samples in 2004, in this way the sampling covers about a 5-metre interval.

Results

Hydrothermal alteration. The rocks cropping out in "Stenata" site are strongly hydrothermally altered. The schists sheared by Tokachka fault are so intensively altered that their original composition has been entirely deleted. They are faded, softened, argillizated and transformed into quartz-kaolinite-adularia-pyrite metasomatites according to our optical and powder X-ray data. The schists contain Fe of about 10 wt %, that is usual for this kind of metamorphites. Due to supergene alteration Fe^{2+} is almost entirely transformed into Fe^{3+}.

Pyrite forms cubes sized 0.02-0.3 mm and aggregates regularly dispersed in the schists and immersed in quartz-kaolinite-adularia matrix.

Kaolinite is detected on all diffraction patterns of the altered schists as major component after quartz. Its amount according to Kunov et al. (Кунов и др. 2001) is up to 10 %. Kaolinite is also proved by our data in the pervasive silicification, where it is rare. In these strata kaolinite is observed in cavities in quartz forming white and brownish masses.

Potassium feldspar (adularia) is found everywhere in the altered schists but as minor phase. It is often intergrown with pyrite and later quartz veinlets intersect it. Adularia reaches up to 15 % of quartz-kaolinite-adularia-pyrite metasomatites but in the pervasive silicification it does not exceed 1-2 % (Кунов и др., 2001). Electron microprobe analyses of 4 grains show a composition close to the published data and an average composition (wt %): SiO_2 – 64.88, Al_2O_3 – 18.20, Fe_2O_3 – 0.54, K_2O – 16.37. It is masked by iron ochre.

Gold mineralization. From the fault contact upwards the sediments are pervasively silicificated and a layer-like body of metasomatic quartz, chalcedony and agate varieties is formed. That body includes the gold mineralization. Macroscopically, quartz is compact, massive, cryptocrystalline, coloured spotty in brownish and yellow-brownish. On places in it cavities of leached mineral of a tabular habitus (probably calcite) are observed. Agate is banded, textured by alternation of white and brown bands. The silica body is strongly tectonically jointed. Microscopically, electrum and pyrite, pseudomorphosed by goethite are observed in silica. The content of opaque minerals is usually under 1 % and no more than 1-3 %. The microscopic electrum is usually few

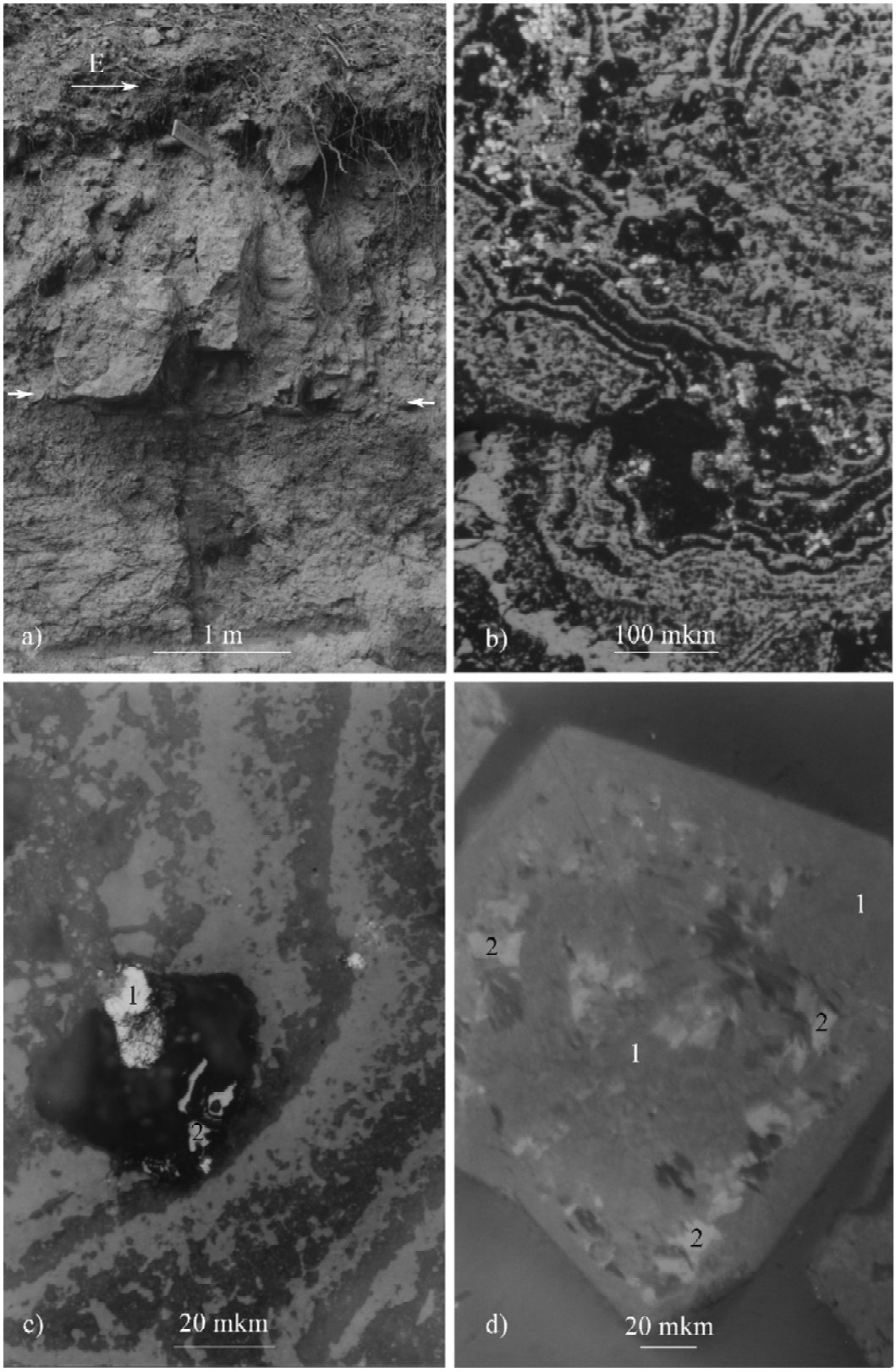

Fig. 1: a) Tokachka fault (arrows) at the sampling sites. In the upper plate pervasively silicificated sediments crop out and in the lower plate – hydrotermally altered schists. The outcrop is pigmented spotty by iron ochre; b, c, d – photomicrographs; b) gold grains (white), dispersed in banded agate (alternation of white and brown bands), +N; c) an intergrowth of gold (1) and pyrite pseudomorphosed by goethite (2), + N; d) goethite pseudomorphoses (1) after pyrite from the schists below the Tokachka fault. Geothite is partly transformed into hematite (2), // N.

micrometers in size and it is observed as single grains and aggregates disseminated in quartz, chalcedony and agate. On places it is highly concentrated in thin (below 1 mm) agate bands (Fig. 1b) and then it is visible. Rarely, it forms intergrowths with pyrite (Fig.2c). These observations show that the major part of electrum is deposited simultaneously with quartz, chalcedony, agate and pyrite in the layer-like body in the upper plate of Tokachka fault.

The concentration of Ag in electrum varies from 23.61 to 36.18 wt %, and the fineness - from 764 to 637 (17 electron microprobe analyses). The average ratio Au:Ag (wt %) is 66.81:33.18 or 2:1.

Later quartz and quartz-pyrite veinlets cross-cut the silica body.

The heavy mineral concentrate from the schists contains single grains of electrum, silver, galena and unaltered pyrite. According to some electron microprobe analyses silver, galena, and pyrite do not contain any trace elements.

Supergene alteration. Proved by optical and powder X-ray diffraction data amorphous ochre, goethite and hematite are found. Small dendrites of manganite are observed sporadically. The X-ray amorphous ochre is widespread and it colours the outcrops in "Stenata" site in yellow-brownish and brownish. Goethite is the most abundant supergene mineral. It forms pseudomorphoses after pyrite in the quartz-kaolinite-adularia-pyrite metasomatites and after pyrite in the pervasive silicification. Its average composition is (wt %): Fe_2O_3 – 78.49, Al_2O_3 – 0.27, SiO_2 – 2.86 and H_2O – 18.81. A small part of goethite is transformed into hematite (proved by X-ray powder diffraction) observed only microscopically as dispersed grains (sized few micrometers) and aggregates (Fig. 1d).

Conclusion

The hydrothermal alteration has led to quartz-kaolinite-adularia-pyrite metasomatites immediately below Tokachka fault.

The gold mineralization is concentrated in the metasomatic layer-like silica body within the upper plate of Tokachka fault. Immediately above this fault it is formed in one main stage and has very simple mineral composition – quartz, chalcedony, agate, pyrite and gold. The opaque minerals are usually under 1 % and no more than 1-3 % of the silica body.

Gold is of a low fineness (electrum) with Au:Ag ratio ≈ 2:1. It is deposited simultaneously with silica and pyrite as microscopic grains, very rare it is visible.

The supergene alteration is limited to a development of amorphous ochre, goethite and hematite due to the low content of pyrite.

Acknowledgment: The author thanks Eng. Sean Hasson and his colleagues of "Balkan Mineral and Mining" for the kind assistance in the sampling. The author is grateful to O. Petrov, M. Tarasov, N. Zidarov, L. Petrov, Y. Cvetanova and A. Kunov for the help in laboratory studies and the fruitful discussion.

References

Бонев, Н. 2002. *Строеж и еволюция на Кесебирския гнайсов купол, Източни Родопи*. Автореферат, С., 42 с.

Кунов, А., В. Стаматова, П. Петрова. 2001. Златно-сребърно-полиметалното рудопроявление от ниско-сулфиден (адулар-серицитов) тип „Ада тепе", Крумовградско. – *Минно дело и геология*, 4, 16-20.

Bonev, N. 1996. Tokachka shear zone southwest of Krumovgrad in Eastern Rhodopes, Bulgaria: an extentional detachment. – *Ann Univ. Sofia*, 89, 1, 97-106.

Jelev, D., S. Hasson. 2002. Geology of Khan Krum Gold Deposit. – *Bulg. Geol. Soc., Ann. Scien. Confer., Abstr.*, 58-59.

Marchev, P., B. Singer, C. Andrew, S. Hasson, R. Moritz, N. Bonev. 2003. Characteristics and preliminary $^{40}Ar/^{39}Ar$ and $^{87}Sr/^{86}Sr$ data of the Upper Eocene sedimentary-hosted low sulfidation gold deposits Ada Tepe and Rosino, SE Bulgaria: possible relation with core complex formation. – In: *Mineral Exploration and Sustainable Development*, Eliopoulos et al. (eds), 2, 1193-1196.

Marchev, P., B. Singer, D. Jelev, S. Hasson, R. Moritz, N. Bonev. 2004. The Ada Tepe deposit: an example of a sedimentary-hosted and detachment fault-controlled low-sulfidation gold mineralization in the Eastern Rhodopes. – *Minerogenesis, Abstr.*, 74-75.

ХИПОГЕННИ И СУПЕРГЕННИ МИНЕРАЛИ В ЗЛАТНОТО НАХОДИЩЕ „ХАН КРУМ" – УЧАСТЪК „СТЕНАТА" (ИЗТОЧНИ РОДОПИ) В БЛИЗОСТ ДО КОНТАКТА НА ТОКАЧКИЯ РАЗЛОМ НА ОТДЕЛЯНЕ

Ирина Маринова

Въведение

Епитермалното, нискосулфидно златно находище „Хан Крум" се намира на 5 km югоизточно от Крумовград, Източни Родопи. Според публикуваните данни орудяването се контролира от регионалния Токачки разлом, който отделя ядрото от мантията на Кесебирския гнайсов купол и е с разседен характер. В района на находище „Хан Крум" той потъва полегато на С-СИ с наклони 10-15°. В долната плоча на разлома се разкриват двуслюдени шисти, гнайси, амфиболити, мрамори, метагранити, а в горната плоча - разнообразни мастрихт-палеоценски седименти, сред които преобладават несортирани полимиктови брекчоконгломерати. Горната плоча е интензивно напукана от близко разположени листрични разломи, които са провеждали хидротермални разтвори. Разломите са с посока И-З, с наклони от 70-80° до 30-40°. Различават се два типа рудни тела: масивно, плочесто тяло над тектонския контакт и жилни тела в разломите на разтягане (Bonev, 1996; Кунов и др., 2001; Jelev, Hasson, 2002; Marchev et al., 2003; Marchev et al., 2004).

С представените в настоящата работа резултати се характеризира хипогенната минерализация в участък „Стената" и супергенната й промяна непосредствено под и над Токачкия разлом. Опробването е извършено през 2004 г. с вертикални браздови проби и обхваща около 5-метров интервал (Fig. 1a).

Резултати

Шистите, срязани от Токачкия разлом, са силно хидротермално променени. Те са избелели, меки и глинясали и са превърнати в кварц-каолинит-адулар-пиритови метасоматити. Дифрактограмите показват неизменно присъствие на кварц, калиев фелдшпат (адулар?) и каолинит. В изкуствен шлих от шистите са установени единични зърна от самородно злато, самородно сребро, галенит и непроменен пирит. Според единични рентгеноспектрални микроанализи самородното сребро, галенитът и пиритът не съдържат елементи-примеси.

От самия разломен контакт нагоре седиментите са обемно окварцени и се оформя пластообразно тяло от метасоматичен кварц, халцедон и ахатови разновидности, което вмества златната минерализация. Кварцът и халцедонът са масивни, скритокристални. Ахатът е с ивичеста текстура от редуването на бели и кафяви/сиви ивици. Кварцът е пресечен от многобройни мрежовидни кварцови и кварц-пиритни прожилки с дебелината на косъм. Микроскопски сред силифицираните седименти се наблюдават електрум и пирит, псевдоморфозиран от гьотит. Общото количество на непрозрачните минерали е обикновено под 1 % и не повече от 1-3 %.

Електрумът е микроскопичен и субмикроскопичен; микроскопичният е най-често с размери първите няколко микрона. Наблюдава се като единични зърна и агрегати, разсеяни сред кварц, халцедон и ахат. Понякога е силно концентриран в тънки, под 1 mm, ахатови ивици (Fig. 1b) и в тези случаи е видим с просто око. Наблюдават се и срастванията с пирит (Fig. 1c). Съдържанието на сребро в електрума се променя от 23,61 до 36,28 wt %, а пробността - от 764 до 637 (17 рентгеноспектрални микроанализа). Средното отношение Au:Ag (wt %) е 66.81:33.18 или 2:1. Електрумът е отложен едновременно с кварц, халцедон, ахат и пирит.

Супергенната промяна се изразява в образуване на рентгеноаморфни железни охри, гьотит и хематит, рядко манганит. Най-широко разпространение имат железните охри. Те оцветяват в жълтокафяви и кафяви цветове разкритията в участък „Стената". Гьотитът е главният супергенен минерал. Той образува псевдоморфози по пирита от кварц-каолинит-адулар-пиритовите метасоматити в шистите и по пирита от обемно окварцените седименти. Средният състав на гьотита (9 рентгеноспектрални микроанализа) е (wt %): Fe_2O_3 78,49; Al_2O_3 0,27; SiO_2 2,86 и H_2O 18,81. Малка част от гьотита е превърната в хематит, който се наблюдава микроскопски като разсеяни зърна с размери първите няколко микрона и агрегати (Fig. 1d). Доказан е рентгенографски.

Простият минерален състав в участък „Стената" в близост до контакта на Токачкия разлом и текстурно-структурните особености на златната минерализация са указание за краткотрайност на рудоотлагането и един основен руден стадий на метасоматично заместване на полимиктови брекчоконгломерати от кварц, халцедон, ахат, пирит и електрум. Супергенните промени са ограничени до образуване на железни охри, гьотит и хематит поради ниското съдържание на пирит в рудите.