

РУДНА МИНЕРАЛИЗАЦИЯ И ХИДРОТЕРМАЛНИ ПРОМЕНИ В ЕПИТЕРМАЛНОТО ЗЛАТНО РУДОПРОЯВЛЕНИЕ ЧЕРНИГОВО, КЪРДЖАЛИЙСКО

Страшимир Страшимиров¹, Сергей Добрев¹, Стефка Приставова¹, Хари Драгиев²

¹Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София; sbs@mgu.bg; sergeydobrev@gmail.com

²Горубсо-Кърджали АД; hbdragievi@mail.bg

РЕЗЮМЕ. В работата са разгледани геоложкия строеж, структурната позиция, вместиращите скали, околорудните хидротермални промени и минералния състав на епитермалното златно рудопроявление Чернигово, Кърджалийско. Рудопроявлението се намира на около 20 km западно от гр. Кърджали и е локализирано в интензивно метасоматично променени висококристалинни скали от Рупчоската група. Петрографските изследвания регистрират присъствието на интензивно тектонски обработени слюдени гнайси и наложена върху тях метасоматична промена от интензивно аргилизитов тип. Минералният състав на аргилизитите включва кварц, серицит, глинести минерали, кафяви хидрослюди, андалузит, диаспор, адулар, алунит? и рутил. В скалата с интензивно развита адуларова минерализация се установява и най-голямо количество рудни минерали. Рудната минерализация е наблюдавана в полирани препарати от образци от находището, лабораторно извлечени концентрати и отпадък, разделени на фракции и изследвани в стереомикроскоп и споени брикети. От рудните минерали преобладават пирит и железни хидроокиси, рядко се срещат халкопирит, сфалерит, галенит, пиротин, както и минерали като илменит, рутил, магнетит и хематит. Златото в рудопроявлението присъства под формата на електрум със съдържание на Ag от 28.35 до 39.91 тегл. %, (по данни на рентгеноспектралния микроанализ). Наблюдават се почти изключително свободни златинки, като срастъци са установени в единични случаи с кварц и пирит. Размерите на златинките са обикновено фини до 20-50 μm , като големи – до 100-200 μm се срещат сравнително рядко. Въз основа на получените минераложки данни за присъствието на злато в рудопроявление Чернигово, може да се заключи, че малкият брой наблюдавани срастъци на злато с други минерали би бил предпоставка за гравитационно извличане на златото, като по-финните златинки могат да се сепарират с апарат Knelson с подходящи за случая параметри.

ORE MINERALISATION AND HYDROTHERMAL ALTERATION IN THE EPITHERMAL GOLD OCCURRENCE CHERNIGOVO, KARDJALI DISTRICT

Strashimir Strashimirov¹, Sergey Dobrev¹, Hari Dragiev²

¹University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia; sbs@mgu.bg; sergeydobrev@gmail.com

²"Gorubso-Kardjali" JSC; hbdragievi@mail.bg

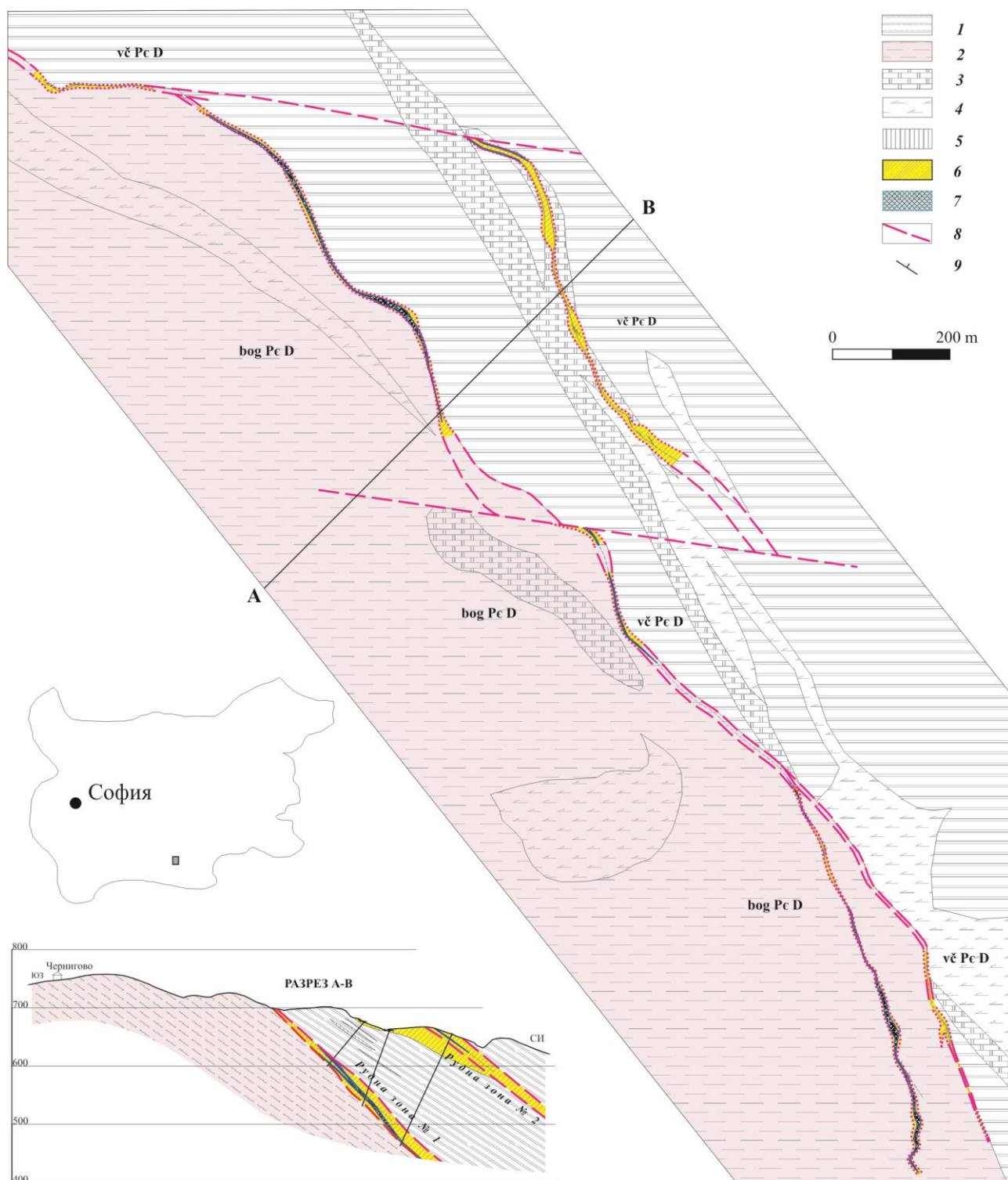
ABSTRACT. The paper presents geological features, structural position, host rocks, hydrothermal alterations and mineral composition of epithermal gold ore occurrence Chernigovo, Kardjali district. The ore occurrence is located 20 km west from the town of Kardjali and it is in intensively metasomatically altered high metamorphic rocks from the Rupchoska group. Petrographic studies found presence of intensively tectonically re-worked mica gneiss and metasomatic alteration of advanced argillic type overlapped on them. Mineral composition of argillic metasomatites includes quartz, sericite, clay minerals, brown hydromica, andalusite, diaspore, adularia, alunite(?) and rutile. Adularia mineralisation is intensively developed in the rock and it contains largest part of ore minerals. Ore mineralisation is studied in polished sections prepared from samples from the ore occurrence as well in concentrates and tailings obtained in laboratory and separated in different fractions studied in stereomicroscope and in cemented polished briquettes. Pyrite and Fe-hydroxides predominate among ore minerals, chalcopyrite, sphalerite, galena, pyrrhotite, ilmenite, rutile, magnetite and hematite are rarely found. The gold is present as electrum (Ag content within 28.35 to 39.91 wt. %, data from microprobe studies). It is observed mainly as free nuggets, and intergrowths with quartz and pyrite are very rare. The size of gold grains usually is fine – up to 20-50 μm , larger grains 100-200 μm are rarely observed. Based on mineralogical data obtained, it is concluded that the gold in ore occurrence Chernigovo is suitable for gravitation extraction and the fine nuggets could be extracted through Knelson device with proper regime of work.

Въведение

Рудопроявление Чернигово е открито през 2001 година от GRAMEX и е предварително оценено като епитермална система от нискосулфиден тип, развита в метаморфния фундамент. Проучването му е извършено от ГОРУБСО Кърджали АД в периода 2005-2010 година.

Геоложки строеж на района на рудопроявлението

В района на рудопроявлението се разкриват скалите на две свити – Богутевска и Въчанска от Рупчоската група на Родопска надгрупа (Кожухаров и др., 1995), а съгласно Геоложката карта на България в М1:50000, к. л. Ардино това са скали от Ардинска тектонска единица (Sarof et al., 2007) (фиг. 1).



Фиг. 1. Геоложка карта на района на рудопроявление Чернигово (по данни на ГОРУБСО Кърджали АД). *Родопска надгрупа, Рупчоска група*: 1 – vč Pc D Въчанска пъстра свита (биотитови гнайси с прослойки от разнообразни шисти и гнайси, мрамори и амфиболити); 2 – bog Pc D Богутевска плагиогнайсова свита (мигматизирани биотитови и амфибол-биотитови гнайси, с прослойки от биотитови гнайсошисти, левкокртни мусковитови гнайси, мрамори и амфиболити); 3 – мрамори и калкошисти във всички свити; 4 – амфиболити във всички свити; 5 – послойни пегматити; 6 – аргилизитов тип метасоматити; 7 – метасоматичен кварц; 8 – разломи; 9 – разломи и пукнатини (посока и наклон)

Богутевската плагиогнайсова свита (bog PeD) е изградена от средно- до дребнозърнести амфибол-биотитови гнайси с амфиболитови прослойки. Сравнително рядко се срещат двуслюдени разновидности. Почти всички скали са засегнати от по-късни мигматизационни процеси, вследствие на което на отделни места те придобиват текстурни особености на послойни, ивичести, ленточни или порфиروبластични мигматити. Мрамори се срещат рядко и се проследяват на къси разстояния при незначителна дебелина (до 2-3 m). Рядко се установяват двуслюдени и биотитови гнайсошисти. Скалите на свитата съдържат послойни и секущи мигматични пегматоидни жили.

Въчанската пъстра свита (vč PeD) се разполага нормално конкордантно, с постепенен преход върху Богутевската. Изградена е предимно от дребнозърнести биотитови гнайси (на места с гранат и графит), сред който се срещат различно дебели прослойки от двуслюдени гнайси до гнайсошисти, гранат-кианитови гнайси и шисти, левкократни, бедни на слюда гнайси до типични аплитовидни лептинити, мрамори, амфиболити, калцифири, железоносни кварцити, гондити, калкошисти и по-рядко амфибол-биотитови и амфиболови гнайси. В свитата присъстват и продукти на базичен до ултрабазичен магматизъм, представен от послойни тела и лещи на метасерпентинити, дребнозърнести гранатови орто-амфиболити. Всички скали са пресечени, или в тях послойно са инжектирани мигматични пегматоидни жили.

Рудна зона №1 по посока е проследена на около 2300 m. В крайните северозападни и югоизточни части на рудна зона № 1 е безрудна. Орудяването асоциира със съгласни с метаморфните скали тела, изградени от окварцени метаморфити и кварцити – образувани вероятно при метасоматично заместване.

В централната част е проследено и оконтурено рудно тяло с дължина около 500 m, с генерална посока на северозапад (295-340°) и потъващо на североизток под ъгли между 40 и 70° (преобладаващо около 40°). Средната му истинска дебелина варира от 3.60 m до 10.20 m, а средното съдържание на злато е около 5 g/t. Рудната зона е изградена от метасоматично променени скали сред биотитовите гнайси. Във всички тях е пресечена кварцова брекча, изградена от тъмно- и светлосив кварц, често обилно пиритизиран.

Рудна зона №2 е на около 350 m източно от рудна зона № 1 и е изградена от окварцени метаморфити и кварцити.. Генералната и посока е северозапад (240-305°) и наклон на североизток под ъгли от 33 до 76°. Представлява ивица от аргилизирани, лимонитизирани и неравномерно окварцени (в отделни интервали – до кварцити) скали с ширина от 3.50 до 35.50 m. В по-голямата си част взетите проби показат само следи от злато.

Материал и методика

Проведени са микроскопски изследвания на дюншлифи за определяне петрографските особености на вместиращите скали, изследване на полирани препарати за определяне на състава на рудната минерализация, както и

допълнителни минераложки изследвания върху получени продукти от лабораторно набогатяване на пробите с оглед извявяване на особеностите на присъстващото в рудопроявлението злато.

Допълнителната обработка на образците включва извличане на изкуствен шлих за провеждане на минераложки анализ. За целта останалите след изработването на полирани препарати късчета от сондажна ядка бяха обединени в две проби, които са обработени по методика описана по-долу. Проба 1 е съставена от 3 образци представляващи сондажна ядка от един интервал (57.20-58.70 m от сн. 263), характеризиращ се с изключително високо съдържание на Au. Проба 2 е съставена от късчета сондажна ядка от 7 образци от различни сондажи, които се характеризират с макроскопски видима интензивна силификация и повишени съдържания на Au (≥ 4.5 g/t).

По-нататък двете проби са разтрошени, подложени на мокро смилане в топкова мелница до получаване на фракция -0.25 mm, и обработени на концентрационна маса, като от Проба 1 (изходно тегло 880 g) и от Проба 2 (изходно тегло 1890 g) са получени съответно изходен концентрат 1 (26.49 g) и изходен концентрат 2 (79.04 g).

Изходните концентрати от обогатяването на концентрационна маса са разделени с тежка течност (бромформ – CHBr_3 , относително тегло – 2.9 g/cm^3), като са получени съответно лека фракция 1 (22.23 g), лека фракция 2 (73.25 g) и тежка фракция 1 (4.26 g), тежка фракция 2 (5.79 g). Тежка фракция 1 и тежка фракция 2 са обработени с магнит и са отделени магнитни фракции, съответно 1-v (0.58 g) и 2-v (0.56 g). Остатъците са обработени с “редкоземен” (NdFeB) изключително силен магнит, като са получени слабомагнитни фракции, съответно 1-iv (0.38 g) и 2-iv (0.52 g). След това са отделени електромагнитни фракции – 1-iii (0.65 g) и 2-iii (0.99 g). Неелектромагнитните остатъци са обработени на концентрационна масичка Micropanner, като са получени съответно неелектромагнитен отпадък – 1-ii (2.63 g) и 2-ii (3.64 g) и неелектромагнитен концентрат – 1-i (0.07 g) и 2-i (0.08 g).

Получените фракции (от 1-i до 1-v и от 2-i до 2-v) са изучавани с помощта на бинокулярен стереомикроскоп “Olympus SZ61” в неполяризирана светлина при увеличения до 45x, след което от всяка от тях са изработени брикети чрез спояване с полиестерна смола, които са полирани и изследвани в поляризирана отразена светлина с микроскоп “Meiji 9430”. Количествени определения за състава на самородното злато са осъществени със сканиращ електронен микроскоп JEOL JSM 35 CF с рентгеноспектрален анализатор Tracor Northern TN 2000 EDEX в лабораторията на “ЕВПОТЕКТ - КОНТРОЛ” АД, София.

Резултати от проведените изследвания

Петрографски характеристика на вместиращите скали

Изследваните микроскопски скални образци са представени от две групи скали: 1) слюдени гнайси и 2)

интензивно метасоматично променени скали – изменение тип напреднала аргилизация от формация вторични кварцити – аргилизити (Heald et al., 1987; Жариков и др., 1998; срв. Каназирски, 2011). Микроскопските характеристики на слюдените гнайси ги определят като интензивно крехко деформирана регионалнометаморфна скала – гранатсъдържащ слюден гнайс, преобразуван до тектонска брекча, който по пукнатини е интензивно импрегниран с хидротермална минерална асоциация представена основно от кварц, малко микроклин, глинести минерали, хидрослюди и железни хидроокиси.

В някои образци скалата е изградена от отделни скални отломки (литокласти) с гнайсов състав с размери от 0.5 до 5.2 mm. Същите са със слабо заоблени форми и са изградени от плагиоклаз (от едри порфиروبласти с размери до 3.0 mm до дребни индивиди – 0.4 mm), K-фелдшпат (микроклин) с пертитов строеж, кварц, бяла и кафява слюда, дребни (до 0.3 mm) зърна гранат с добре заоблени контури и единични зърна титанит, руден минерал и циркон.

Част от тези отломки се характеризират с ясно изразена фолиация, резултат от субпаралелното подреждане на слюдите. В повечето от тях скалообразуващите минерали носят белези на крехки до крехко-пластични деформации – напукване до дезинтегриране на крехките фелдшпати, кварц и гранат, силно огъване и разнищване на слюдите (фиг. 2a). Интензивно са импрегнирани с железни хидроокиси.

В секторите, където скалните отломки отсъстват се установяват участъци от силно катаклазирана скала – отделни минерални отломки (кварц със сегментарен строеж, фелдшпати (силно променен – серицитизиран плагиоклаз и свежи и бистри зърна плагиоклаз и микроклин), които “плуват” сред фино одребнена скална маса с участие на криптокристални глинести минерали и хидрослюди.

Наложените хидротермални процеси в скалата са проявени главно като: интензивно импрегниране на вече крехко-пластично деформираната скала с кварц (основно), K-фелдшпат (микроклин) – единични бистри зърна без белези на катаклаза; запълване на пукнатини с образуване на кварцови жили и гнезда, в които се наблюдава крустификационен тип кварц (фиг. 2b) и кварцови агрегати с радиално-лъчеста структура.

Слюдените гнайси са интензивно брекчирани и окварцени, а в някои участъци ортогнайсите са преобразувани до протомилонити.

По-голямата част от изследваните образци представляват метасоматити – напреднал аргилизитов тип изменение. Метасоматичната минерална асоциация е представена от кварц, серицит, глинести минерали, кафяви хидрослюди, андалузит, диаспор, адулар, алунит?, рутил и рудни минерали. В скалата с интензивно развита адуларова минерализация се установява и най- голямо количество рудни минерали. Метасоматичната промяна е интензивна и напълно е заличила минералния състав и структурните особености на скалата, по която е развита.

Отделни агрегати от желязи-титанови продукти и дребнокристални агрегати от рутил, напомнят на псевдоморфози по порфирна генерация от фемичен минерал. От скалата са добре запазени зърна от акцесорен апатит.

В този тип вместила скала могат да се отделят три типа отломки, разграничени по интензивност на метасоматична промяна. Първата група отломки е дребнокристална и е изградена от близо 99% кварц, съдържащ фини пращести рудни продукти. Втората група отломки е с хетерозърнест характер и е изградена от кварц, неравномерно представени агрегати от финолюспест серицит, фино впръснат реликтов апатит и дребнокристален бистър метасоматичен апатит, неправилни по форма зърна андалузит, единични индивиди диаспор и равномерно впръснат руден минерал. Рудният минерал е застъпен в идиоморфни кристали в квадратни прерези с размери от 0.3 до 0.05 mm (фиг. 2c) или в дребнопращести агрегати.

Третата група отломки е с призматичнозърнеста текстура и е изградена от едрокристален хидротермален кварц и в нея не се установява рудна минерализация. Границите между отделните отломки са запълнени от дребно- до среднозърнести карбонатни агрегати (фиг. 2d). За всички скали е характерно повсеместно развитие на жилинен кварц с последваща карбонатизация.

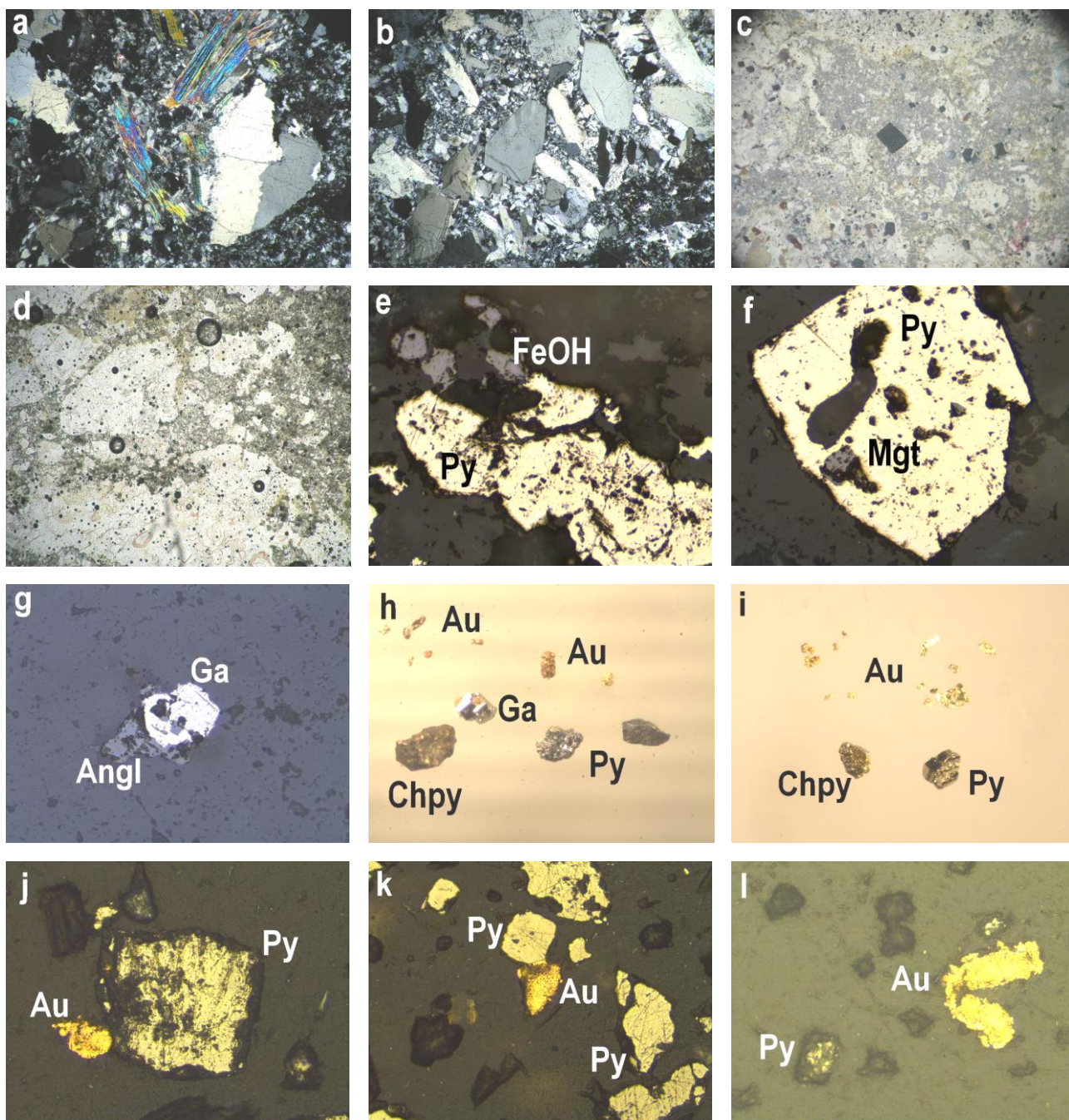
Рудна минерализация

Изследване на полирани препарати от сондажна ядка

За изследване на минералния състав на рудопроявлението са подбрани десет образеца, от които са изготвени полирани препарати за изследване на рудните минерали. Като цяло рудната минерализация може да се характеризира като изключително бедна, в микроскоп при отразена светлина в аншлифите се установява предимно пирит и железни хидроокиси. Като единични зърна с много малки размери присъстват халкопирит, галенит, марказит, англезит?, магнетит и са установени няколко зърна с характерния за самородното злато наситено жълт цвят и високо отражение.

Пиритът се среща в повечето от изследваните препарати. Най-често той е под формата на съвсем фини (до 20-30 μm) единични зърна с идиоморфни очертания (фиг. 2f) или хипидиоморфни очертания, разположени в групи от няколко (фиг. 2e), понякога концентрирани в горната част на идиоморфни метасоматични кварцови кристали. По-рядко се среща като относително по-големи (до 300-400 μm) агрегати с изометрични или удължени очертания, рядко агрегатите на пирита са натрошени и споени от по-късни нерудни минерали.

В отделни агрегати от железни хидроокиси пирит (заедно с халкопирит понякога) присъства като реликти от първичните по-големи агрегати. По-големите пиритови агрегати се характеризират с често присъствие на фини включения от железни хидроокиси или първичен магнетит и нерудни минерали (фиг. 2f).



Фиг. 2. Микрофотографии на препарати от рудопроявление Чернигово (a, b, c, d, – проходяща светлина; h, i – стереомикроскоп; e, f, g, j, k, l – отразена светлина; ширина на видното поле a, b – 2.0 mm, c, d – 0.6 mm; e, f, g, j, k, l – 425 μ m; h – 2.9 mm; i – 2.5 mm): a – класти от мусковит с белези на разнищване и кварц сред интензивно окварцен матрикс; b – жила от хидротермален кварц; c – фино впръснат руден минерал (черно) сред аргилзитов тип метасоматит; d – литокласти (бяло) сред карбонатен матрикс; e – удължен агрегат от пирит (Py) с включения от железни хидроокиси (FeOH) в съседство (горе, ляво) до агрегат от железни хидроокиси (FeOH); f – сравнително голям агрегат от пирит (Py) с включения от магнетит (Mgt) и нерудни минерали (черно); g – включение от галенит (Ga), частично променен в англезит (Angl) сред нерудни минерали; h – 7 златинки с различни размери (Au), долу отляво надясно – зърно халкопирит, срастък от пиритни кристалчета, зърно галенит и зърно сфалерит; i – 13 златинки с различна големина, зърната вдясно вероятно са електрум, по-долу, за сравнение халкопирит (Chpy) и пирит (Py); j – лошо полирано зърно пирит (в центъра – Py), вляво от него самородно злато (Au-електрум – микросондов анализ № 2); k – зърно самородно злато (Py), срастнало с пирит (Py); l – едро зърно самородно злато (Py), вляво – много зле полирано зърно пирит (Py). На златинката е направен микросондов анализ (анализ № 3), показващ сравнително високо съдържание на Ag, което определя минерала като електрум. Съкращения: Au – самородно злато, Chpy – халкопирит, FeOH – железни хидроокиси, Ga – галенит, Mgt – магнетит, Py – пирит, Angl – англезит

Галенит се среща само в единични случаи. Относително по-голямо зърно е показано на фиг. 2g, но и там неговите размери не надхвърлят 100 μm . Очертанията му са изометрични, по периферията личи промяна във вторични минерали, вероятно англезит(?).

Железните хидроокиси са повсеместно разпространени в изследваните препарати. Срещат се като неправилни агрегати с размери до 150-250 μm , по формата им може да се предполага, че са развити предимно по първични пиритни агрегати (фиг. 2f). Железните хидроокиси се характеризират със сив до светлосив цвят и ниско отражение. Допълнителни изследвания за тяхната видова принадлежност не са правени, но въз основа на оптичните им свойства може да се предполага присъствие на гьотит и хидрогьотит.

Халкопиритът се среща като единични зърна с много малки размери – най-често до 50-80 μm . Асоциира главно с пирита, често в съседство с халкопирит се установяват впръслещи от пирит, понякога двата минерала се срещат в срастъци или като реликти сред агрегати от железни хидроокиси. По форма халкопиритовите зърна са неправилни или трапецовидни, често повърхността им е лошо полирана. Не са установени вторични медни минерали, развити по халкопирита.

Марказит също така е наблюдаван съвсем рядко. Оформя малки (до 30-50 μm) зърна с неправилна форма, показва жълт със слаб сив отенък цвят, както и слаба анизотропия. Вероятно е образуван при промяна на пирит.

Самородното злато се наблюдава като малки включения (до 10-20 μm). Наблюдаваните златинки са с неправилна, общо взето изометрична форма, или пластинковидни с назъбени краища, по-рядко слабо удължени. Те присъстват сред нерудни минерали, не се установяват в асоциация с пирита или другите сулфиди, срещани в препаратите. Цветът им в отразена светлина е яркочълт, отражението им е много високо и по своите оптични белези могат да се характеризират като самородно злато.

Изследване на минералите в различните фракции на изкуствения шлих

В неелектромагнитната фракция от извлечения изкуствен шлих при наблюдения в стереомикроскоп се установяват следните рудни минерали: пирит, халкопирит, галенит, сфалерит и самородно злато.

Пиритът преобладава като най-често разпространен руден минерал в концентрата. Срещат се разнообразни по форма зърна и късчета от пирит (фиг. 2h и 2i), както и срастъци на пирит с нерудни минерали, най-често кварц. В много от наблюдаваните случаи пиритът е под формата на добре оформени кубични кристали с размери до няколко стотин μm .

Галенитът (фиг. 2h) и сфалеритът имат също така съвсем ограничено разпространение във фракцията. Наблюдавани са като единични зърна с малки размери,

рядко формира срастъци от добре оформени кристали с кубичен хабитус.

Самородното злато е наблюдавано като отделни зърна с различни по големина размери. Преобладават златинки с по-фини размери, така например на фиг. 2h в горната част на фотографията са заснети 7 златинки, от които 5 са с размери до 50 μm , а само 2 са с размери около и над 100 μm . Формата на златинките е като цяло изометрична, при по-фините по размери и слабо удължена при по-едрите. Възможно е удължената форма да е и резултат от механична деформация по време на смилането на пробата. При по-фините златинки е запазена дендритовидна структура. На фиг. 2l са показани 13 златинки с разнообразна форма и размери. В пробата не са установени срастъци на златинки с други минерали.

Установените златинки в полирени брикети от концентрата се отличават с фини размери, като преобладаващата част от тях са в диапазона 20-50 μm по дългата ос. В един случай се установява и чувствително по-голяма вдвоена златинка (фиг. 2-l) с размери 80-100 μm по дългата ос. Установените златинки са с изометрични или удължени форми, очертанията им в някои случаи са слабо заоблени. Обикновено се срещат изолирано една от друга, по рядко в групи от по три-четири. Не образуват срастъци с други минерали.

На четири от златинките в този концентрат са направени количествени рентгеноспектрални анализи, при които се установява наличие на самородно злато с минимален примес (1.04 тегл. %) от сребро (Табл. 1, ан. 1), като преобладава електрум със съдържание от 39.91 до 28.35 тегл. % сребро (Табл. 1, ан. 2, 3, 4). В три от анализите присъстват минимални количества мед (0.1-0.37 тегл. %), което не е необичайно за фазите със състав Au-Ag.

Таблица 1. Количествени рентгеноспектрални анализи на електрум (1, 2, 3 и 4) от рудопроявление Чернигово

Анализ, №	Съдържания (тегл. %)			
	Au	Ag	Cu	Сума
1	98.93	1.04	0.16	100.13
2	71.80	28.35	0.10	100.25
3	61.19	39.91	-	100.10
4	65.70	34.00	0.37	100.07

Кристалохимични формули: 1 – $\text{Au}_{0.97}\text{Ag}_{0.02}\text{Cu}_{0.01}$; 2 – $\text{Au}_{0.58}\text{Ag}_{0.42}\text{Cu}_{0.003}$; 3 – $\text{Au}_{0.46}\text{Ag}_{0.54}$; 4 – $\text{Au}_{0.51}\text{Ag}_{0.48}\text{Cu}_{0.01}$

Сред останалите рудни минерали преобладават пиритни зърна, най-често в близки до квадратни прерези и размери достигащи до 300-400 μm . Халкопирит се установява в единични случаи, като сравнително по-големи късчета с удължена форма и заоблени очертания.

Галенит е установен само в един случай под формата на фрагменти от кубичен агрегат, в който отчетливо личи специфичната цепителност на минерала.

В останалите фракции от изкуствения шлих не се установява присъствие на самородно злато с изключение

на единична златинка попаднала в електромагнитната фракция на Проба 2 (фиг. 2k). Нейната поява може да се обясни с факта, че тя е в срastък с пирит, в който се установяват фини включения от илменит. В електромагнитната и магнитната фракция по правило преобладават минерали като железни хидроокиси, магнетит, хематит, илменит, рутил и по-рядко пирит.

Изводи

Обобщавайки резултатите от изследване на проби от рудопроявление Чернигово могат да се направят следните изводи и обобщения.

В рудопроявлението са представени два типа скали – слюдени гнайси и интензивно метасоматично променени скали, като вторите се срещат относително по-често. Измененията могат да се определят като “напреднала аргилизация” от формация вторични кварцити – аргилизити. В участъците с по-интензивно развита адуларова минерализация се установява и най-голямо количество рудни минерали. Установява се и характерно повсеместно развитие на жилин кварц с последваща карбонатизация.

Независимо, че са наблюдавани ограничен брой препарати от вместиращите скали в рудопроявлението, преобладаващият тип промяна (напреднала аргилизация от формация вторични кварцити), наличието на адулар и крустификационен тип кварц насочва към характерните белези на епитермалния тип златорудни находища. На следващ етап от изследванията е необходимо провеждането на допълнителни петрографско изучаване на района за установяване на площното разпространение на хидротермалните промени.

По отношение на формата на присъствие на рудните минерали и по-специално на златото в минерализацията могат да се направят следните изводи.

Въз основа на изследване на полирани препарати, концентрати, отпадък и различни фракции, получени след смилане на пробите и изследване в стереомикроскоп и споени брикети, се установява, че рудната минерализация е представена сравнително ограничено като количество и видово присъствие. От рудните минерали преобладават пирит и железни хидроокиси, рядко се срещат халкопирит, сфалерит, галенит, пиротин, както и минералите илменит, рутил, магнетит и хематит, които могат да се разглеждат и като акцесорни по отношение на вместиращите скали.

Златото в изследваните полирани препарати се установява сравнително рядко, под формата на фини златинки с неправилни очертания и размери най-често до 20-50 μm . Обикновено златинките са включени в кварц, не се наблюдават срastъци с други рудни минерали.

След обработка на пробите (извличане на изкуствен шлих) са установени сравнително по-голям брой златинки, които по правило се концентрират в неелектромагнитната

фракция, извлечена от общия обем представени за изследване проби.

Може да се отбележи, че се наблюдават почти изключително свободни златинки, като срastъци с пирит са установени в единични случаи. Размерите на златинките са обикновено фини (до 20-50 μm), като по-големи – (до 100-200 μm) се срещат сравнително рядко. Тук следва да се подчертае, че размерите и формата на наблюдаваните златинки в получените фракции е възможно да са изменени в сравнение с първоначалните, в следствие на обработката на пробите. В по-малките по размери златинки отчетливо личат дендритовидни структури в периферните части.

По химически състав, златинките са два типа. При направените количествени рентгеноспектрални анализи се установяват както състави от почти чисто самородно злато (Табл. 1, ан. 1) така и фази със състав типичен за електрума (съдържание на сребро от 28.35 до 39.91 тегл.%). Съдейки по отношението Au:Ag от направените четири анализа може да се предполага, че електрумът преобладава като фаза в състава на присъстващите в рудопроявлението златинките.

Въз основа на получените минераложки данни за присъствието на злато в рудопроявление Чернигово, може да се заключи, че малкият брой наблюдавани срastъци на злато с други минерали би бил предпоставка за гравитационно извличане на златото, като по-финните златинки могат да се сепарират с апарат Knelson с подходящи за случая параметри. За определянето на тези параметри, както и получаването на допълнителни данни за преобладаващата форма, размери и химични особености на носителите на злато в рудопроявлението е целесъобразно провеждането на допълнителни лабораторни и полупромишлени изследвания върху представителни проби от рудопроявлението, съпроводени с минераложки контрол на получените продукти.

Благодарности. Изказваме нашата благодарност на фирмата “Горубсо – Кърджали” АД за предоставената възможност за провеждане на изследванията, както и на А. Хаджиев (Геологически институт на БАН) за съдействието при извличането на изкуствения шлих.

Литература

- Жариков, В. А., В. Л. Русинов, А. А. Маракушев. 1998. *Метасоматизм и метасоматическите породи.* – В: *Метасоматизм и метасоматическите породи* (Ред. В. А. Жариков, В. Л. Русинов). М., Научный мир, 3-25.
- Каназирски, М. 2011. *Околорудни хидротермални изменения на скалите. Физикохимични акценти.* С., Акад. изд. “Проф. Марин Дринов”, 254 с.
- Кожухаров, Д., А. Горанов, И. Боянов, Е. Кожухарова, Ж. Шилифова, М. Русева. 1995. *Геоложка карта на България. М 1:100000, к. л. Кърджали.* С., КГМР, Геология и геофизика АД (карта и обяснителна записка).

Heald, P., D. O. Hayba, N. K. Foley. 1987. Comparative anatomy of volcanic-hosted epithermal deposits: acid-sulfate and adularia-sericite types. – *Economic Geology*, 82, 1-26.

Sarov, S., B. Yordanov, V. Valkov, S. Georgiev, D. Kamburov, E. Raeva, V. Grozdev, E. Balkanska, L. Moskovska, G.

Dobrev, I. Kalinova. 2007. *Geological Map of the Republic of Bulgaria in scale 1:50000. K-35-87-A (Ardino)*. Sofia.

Препоръчана за печат от
Катедра "Геология и проучване на полезни изкопаеми", ГПФ