

Національна академія наук України
Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища
Національної академії наук України»

ЗАБОРОВСЬКА ЛАРИСА ПАВЛІВНА

УДК 553.411.071:551.72:553.08(477)

**МІНЕРАЛОГО-ГЕОХІМІЧНІ ТА ГЕНЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ
ЮР'ІВСЬКОГО РОДОВИЩА І ГУБОВСЬКОГО РУДОПРОЯВУ ЗОЛОТА
(УКРАЇНСЬКИЙ ЩИТ)**

Спеціальність 04.00.11 – геологія металевих та неметалевих корисних копалин

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата геологічних наук

Київ 2017

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Державній установі «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України», м.Київ.

Науковий керівник: доктор геолого-мінералогічних наук
Ярошук Марина Олексіївна,
старший науковий співробітник відділу спеціальної металогенії Державної установи «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України», м.Київ.

Офіційні опоненти: доктор геологічних наук, професор
Рuzіна Марина Вікторівна,
професор кафедри геології та розвідки родовищ корисних копалин ДВНЗ «Національний гірничий університет» МОН України, м. Дніпро;
кандидат геолого-мінералогічних наук
Юшин Олександр Олександрович,
провідний науковий співробітник лабораторії геохімії благородних металів Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М .П .Семененка НАН України, м.Київ.

Захист дисертації відбудеться “ 28 ” грудня 2017 року о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.192.01 в Державній установі «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України» за адресою: 03142, Київ, пр. Академіка Палладіна, 34а. Тел./Факс: +38-044-502-12-29; електронна пошта: igns@nas.gov.ua

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Державної установи «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України» за адресою: 03142, Київ, пр. Академіка Палладіна, 34а.

Автореферат розісланий “ _____ ” листопада 2017 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 26.192.01
кандидат геолого-мінералогічних наук:



Яценко В.Г.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Створення власної золоторудної бази є одним із важливих напрямків геологічних досліджень в Україні. Пошуки нових промислових золоторудних об'єктів можуть бути цілеспрямованими та ефективними тільки у випадку розуміння закономірностей концентрування рудної речовини. Ці закономірності можуть бути визначені на основі всебічного вивчення геолого-структурних, мінералогічних, геохімічних, генетичних особливостей відомих золоторудних проявів та родовищ. Кіровоградська структурно-металогенічна зона Українського щита (УЩ) є одним із найбільш перспективних золоторудних районів в Україні (Яценко, 1998, 2009; Бобров, 2004). Тут відкрито 2 родовища (Клинцівське та Юр'ївське) і низка рудопроявів золота, які було віднесено до нового метасоматичного («клинцівського») рудно-генетичного типу (Г.М.Яценко, 1998). Проте загальні для цього типу зруденіння мінералого-геохімічні критерії і ознаки найбільш продуктивних ділянок золоторудних зон ще недостатньо розробленими. Незважаючи на відносно високий рівень геологічної вивченості, залишається ще багато невирішених питань, пов'язаних із генезисом золотого зруденіння цього типу (процеси мобілізації, міграції та концентрації золота в рудному процесі). У зв'язку з цим, вивчення речовинного складу руд, білярудних метасоматитів і вміщуючих зруденіння порід Юр'ївського родовища, геохімічних характеристик Губовського рудопрояву золота, а також їхнього порівняння з іншими подібними об'єктами Кіровоградської структурно-металогенічної зони, є актуальним завданням, вирішення якого буде сприяти виробленню науково обґрунтованих критеріїв прогнозу та пошуків нових золоторудних об'єктів, а також оцінці відомих.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота проводилася в рамках держбюджетних тем Відділення металогенії ІГФМ НАН України («Изучение вещественного состава докембрийских рудовмещающих формаций графита, редких и благородных металлов Побужского района (на территории листов М-36-133-А, М-36-133-В)»), (Київ, 1992)), Державного наукового центру радіогеохімії навколишнього середовища НАН та МНС України («Разработка моделей прогнозирования месторождений урана, золота и алмазов в различных геодинамических условиях докембрия» ДР № 0196U003534, (Київ, 2000) та «Нарощування мінерально-сировинної бази ядерної енергетики і оцінка впливу добувної та переробної промисловості на навколишнє середовище» ДР № 0102U003145 (Київ, 2006).

Об'єкт дослідження – Юр'ївське родовище та Губовський рудопрояв золота, які розташовані в центральній частині Українського щита в межах Кіровоградської зони розломів.

Предмет дослідження – мінералогічні та геохімічні характеристики руд, білярудних метасоматитів і вміщуючих зруденіння порід. Генетичні особливості формування золотого зруденіння.

Мета – з'ясувати мінералого-геохімічні та генетичні особливості золотого зруденіння Юр'ївського родовища та Губовського рудопрояву на основі вивчення речовинного складу руд, білярудних метасоматитів і вміщуючих породних комплексів для виявлення закономірностей концентрування рудної речовини.

Завдання дослідження: 1) вивчити мінеральний та геохімічний склад руд, білярудних метасоматитів, вміщуючих зруденіння порід; 2) установити послідовність виділення рудних мінералів та їхніх парагенезисів; 3) визначити формаційну приналежність метасоматитів, із якими пов'язане зруденіння; 4) провести зіставлення процесів золотого рудоутворення на Юр'ївському родовищі з іншими золоторудними об'єктами Інгульського мегаблоку УЩ; 5) уточнити геолого-генетичну модель рудоутворення; 6) виявити нові мінералогічні та геохімічні критерії локалізації зруденіння.

Методи дослідження: 1) методи оптичної мікроскопії (петрографічні, мінераграфічні; 2) електронна мікроскопія та мікрозондовий метод визначення хімічного складу мінералів; 3) мінералогічне та геохімічне картування рудних тіл; 4) перерахування складу мінералів на формульні коефіцієнти; 5) статистичні методи обробки геохімічних даних (кластерний і кореляційний аналізи).

Фактичний матеріал. Вивчено і проаналізовано керновий та аналітичний матеріал по 26 глибоким свердловинам, частина якого була люб'язно надана авторові геологами Черкаської та Кіровоградської експедицій О.М. Братчуком та Ю.П. Шестаковим, а також співробітником ДУ «ІГНС НАН України» Ю.О. Фомінім. Крім традиційних методів петрографії (253 шліфа) та мінераграфії (150 аншліфів), великий обсяг фактичного матеріалу оброблено з використанням електронного мікроскопа та мікрозондового аналізатора. Підготовлено 385 мікрооб'єктів (в аншліфах і прозоро-полірованих шліфах) для мікрозондових та електронно-мікроскопічних визначень складу рудних і нерудних мінералів із наступною обробкою результатів; виконано більше 250 мікрофотографій на електронному мікроскопі. Мікрозондові дослідження виконано в Технічному центрі НАН України на мікроаналізаторі JСХА-733; в ІГМР НАН України на мікроаналізаторі JСХА-5, в ДУ «ІГНС НАН України» на електронному мікроскопі JEOL JSM-6490LV, у Київському національному університеті ім. Тараса Шевченка на електронному мікроскопі РЕММА. Геохімічні дані 324 проб (спектральний, спектрозолотометричний, хіміко-спектральні, пробірний аналізи) оброблені з використанням сучасних статистичних програм. Також проведено аналіз та узагальнення опублікованих і фондкових матеріалів згідно тематики досліджень.

Наукова новизна:

1. Уперше на Юр'ївському родовищі виявлено телуридну мінералізацію, яка є найважливішим індикатором золоторудного процесу.

2. Уточнено схему стадійності рудоутворення з виділенням двох основних стадій: ранньої рудної з тонкодисперсним золотом і пізньої рудної (продуктивної) з видимим самородним золотом. Уточнено склад послідовних мінеральних парагенетичних асоціацій (МПА) рудного процесу.

3. Виявлено типоморфні мінералого-геохімічні особливості золота: доведено «наскрізний» характер виділення золота в рудному процесі; встановлено присутність самородного золота трьох інтервалів пробності (низько-, середньо- та високопробного); установлено зв'язок найбільших концентрацій золота із заключною стадією процесу рудоутворення.

4. Виявлено генетичний зв'язок золоторудного процесу з низькотемпературним барій-калієвим метасоматозом (гумбеїтизацією).

5. Уперше на золоторудних об'єктах клинцівського типу (на Губовському рудопрояві) виявлено вертикальну геохімічну зональність зруденіння і статистично визначено найбільш продуктивні інтервали головного рудного тіла.

6. Визначено нові мінералого-геохімічні критерії пошуків золотого зруденіння клинцівського типу: 1) присутність телуридної мінералізації; 2) наявність білярудного барійвмісного калішпату; 3) присутність магнезійно-залізистих карбонатів (анкериту, сидериту) в білярудному просторі олігоклаз-кварцових прожилків; 4) присутність комплексу хімічних елементів, що супроводжують золото – барію, селену, сурми, талію (крім раніше відомих миш'яку, вісмуту, телуру); 5) наявність геохімічної та мінералогічної зональності рудних тіл.

Наукове значення. Вперше на Юр'ївському родовищі проведено системні мінералого-геохімічні дослідження з використанням тонких методів (мікрозондовий аналіз та електронна мікроскопія) вивчення речовинного складу руд, білярудних метасоматитів і вміщуючих порід, що дозволило вийти на якісно новий рівень (рівень мікроехімії) вивчення тонковкраплених руд золота (мікронне золото). Отримані нові мінералого-геохімічні дані з золоторудних проявів Інгульського мегаблоку (Юр'ївське родовище, Губовський рудопрояв) служать необхідним вихідним матеріалом для уточнення загальної моделі золотого рудогенезу, пов'язаного з тектоно-метасоматичними зонами у високометаморфізованих гнейсових комплексах УЩ.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що вони можуть бути використані при прогнозуванні та пошуках промислових концентрацій золота, локалізованих у подібній геолого-структурній обстановці на Українському щиті, при виділенні найбільш перспективних ділянок у межах конкретних рудопроявів, а також при розробці технологічних схем збагачення золотоносної руди. Характер геохімічної зональності золоторудного об'єкта, встановлений на Губовському рудопрояві, може бути використаний у якості керівної пошукової ознаки при пошуково-розвідувальних роботах на родовищах і рудопроявах клинцівського типу. Встановлений підвищений вміст барію в білярудних метасоматитах Юр'ївського родовища є новим додатковим пошуковим критерієм золотого зруденіння, що може допомогти виявленню перспективних на золото ділянок ще на ранніх пошукових стадіях геологічних робіт.

Особистий внесок здобувача. Основну частину роботи склали результати самостійних досліджень автора з золоторудних об'єктів Інгульського мегаблоку УЩ. Авторіві належить участь у польових роботах і первинному відборі кам'яного матеріалу, опис та аналіз шліфів і аншліфів, виконання електронно-мікроскопічних і мікрозондових досліджень з наступними аналізом та інтерпретацією, вибірка аналітичного матеріалу для геохімічних досліджень і його наступна статистична обробка й інтерпретація, обговорення й формулювання висновків. Формування ідеї, мети і завдань дисертаційної роботи, а також розробка теоретичних положень здійснені здобувачем особисто.

Апробація результатів досліджень. Результати проведених досліджень були використані в 3 науково-дослідних звітах Відділення металогенії ІГФМ НАН України та Державного наукового центру радіогеохімії навколишнього середовища НАН та МНС України. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися на

наукових конференціях Київського національного університету імені Тараса Шевченка (1998, 1999), а також на міжнародних наукових конференціях: "Mineralogy for the New Millenium" (Edinburg, 2002); 32 Міжнародному Геологічному Конгресі (Florence, 2004), X Міжнародній науковій конференції «Моніторинг геологічних процесів та екологічного стану середовища» (Київ, 2012), X наукових читаннях ім. Є.К. Лазаренка (Львів, 2016), Міжнародній науковій конференції «Метасоматизм та рудоутворення» (Київ, 2016).

Публікації. Результати дисертації відображені у 14 публікаціях (в співавторстві): 4 статті у провідних фахових журналах, 3 статті в збірниках праць (одна стаття зареєстрована в міжнародних базах), 7 тез доповідей на міжнародних та регіональних наукових конференціях).

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів оригінальних досліджень, висновку, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 157 сторінок, у тому числі 124 сторінки основного тексту, 41 рисунок і 30 таблиць. Список використаних джерел складає 119 найменувань на 14 сторінках.

Подяки. Автор висловлює щире подяку своєму науковому керівникові, доктору геол.-мін. наук М.О. Ярощук, всім співавторам публікацій, колегам, геологам Черкаської й Кіровоградської експедицій за надану допомогу. Автор вдячна В.М. Сливинському за високопрофесійну допомогу в проведенні аналітичних досліджень на електронному мікроскопі. Особливу подяку автор висловлює канд. геол.-мін. наук Ю.О. Фоміну, д-ру. геол.наук В.В. Покалюку, канд. геол.-мін. наук В.Г. Яценку за корисні поради, постійні допомогу та підтримку в роботі.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У розділі 1 *«Огляд геологічної позиції родовищ та рудопроявів золота в загальній структурі Інгульського мегаблоку Українського щита»* наведено нарис загальної геологічної будови Інгульського мегаблоку, короткий огляд історії пошукових робіт на золото в межах Кіровоградської зони Інгульського мегаблоку та геолого-структурну позицію в його межах родовищ та рудопроявів золота метасоматичного («клинцівського») типу.

Інгульський мегаблок як рудоносна металогенічна область перейшов у ранг перспективних на золото в 80-х роках минулого сторіччя. Тут було виявлено численні прояви золота нового рудно-генетичного типу, названого «клинцівським» (Яценко 1998), який пов'язаний з тектоно-метасоматичними зонами в глибокометаморфізованих гнейсових комплексах докембрію. Вивченням родовищ і рудопроявів даного типу в Інгульському мегаблоці займалися Г.М. Яценко, О.Б. Бобров, О.К. Бабинін, Ю.О. Фомін, М.О. Ярощук, Д.С. Гурський, В.І. Казанський, О.Ф. Маківчук, С.В. Нечаєв, В.М. Кобзар, С.М. Бондаренко, О.Р. Белєвцев, Р.Я. Белєвцев, І.В. Попівняк, О.М. Братчук, С.О. Галій, Н.К. Ширинбеков, О.Л. Фалькович, В.П. Снісарь, О.В. Усенко та ін. Характерною рисою таких золоторудних проявів є золото-кварцовий малосульфідний склад руд, що послужило причиною віднесення їх до малосульфідної золото-кварцової формації (за класифікацією Н.В. Петровської, 1973) зі вмістом сульфідів від 0,5 до 5%. Більшістю дослідників приймається протерозойський вік золотого зруденіння ~2 млрд. років (Ю. Фомін, 1999; О. Белєвцев, 2002), 1,8-1,6 млрд. років (Г. Яценко та ін., 2009; С. Нечаєв, 2006).

Рудопрояви та родовища золота клинцівського типу приурочені до тектоно-метасоматичних зон, що обмежують зі сходу та заходу Новоукраїнський й Корсунь-Новомиргородський гранітоїдні масиви і локалізовані переважно в межах поширення гнейсів інгуло-інгулецької серії нижньопротерозойського віку. Згідно структурно-формаційному районуванню Інгульського мегаблока (Яценко, 2009) Юр'ївське родовище та Губовський рудопрояв знаходяться в складі рудних полів (Компаніївського та Клинцівського, відповідно) субмерідиональної Інгуло-Тясминської (Кіровоградської) структурно-металогеничної зони, яка контрольована зоною Кіровоградського глибинного розлому. Компаніївське та Клинцівське рудні поля, разом с Аджамським, утворюють Кіровоградський рудний вузол, в межах якого виявлено золото, уран і, в останній час, алмази (Яценко, 2009).

У розділі 2 «Сучасний стан мінералого-геохімічної вивченості Юр'ївського родовища та Губовського рудопрояву золота» надано геолого-структурна позиція цих золоторудних об'єктів та огляд опублікованої літератури щодо стану їхньої мінералого-геохімічної та генетичної вивченості.

Юр'ївське родовища золота. Родовище знаходиться в північно-східній частині Компаніївського (Юр'ївського) рудного поля, яке приурочене до товщі нижньопротерозойських гнейсів чечеліївської світи інгуло-інгулецької серії. Товща розташована між масивами автохтонних гранітоїдів кіровоградського комплексу віком 2,06-1,97 млрд. років (Геохронологія..., 2008) в межах Кіровоградської тектоно-метасоматичної зони (рис.1).

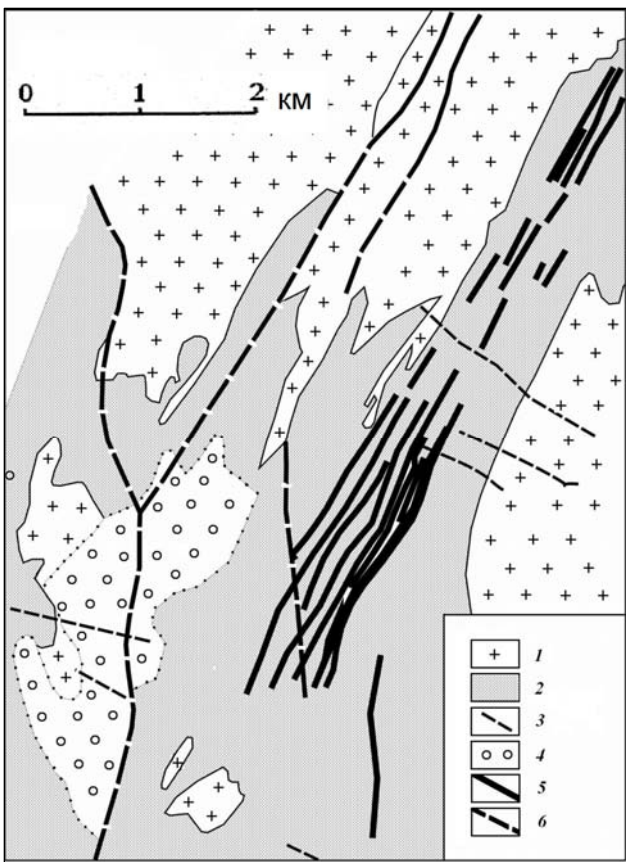


Рис. 1. Геолого-структурна схема Юр'ївського рудного поля (за даними КП «Кіровгеологія»): 1 – гранітоїди кіровоградського комплексу; 2 – гнейси чечеліївської світи; 3 – дайки діабазових порфіритів; 4 – ураноносні альбітити Юр'ївського родовища урану; 5 – зони золото-кварцової мінералізації Юр'ївського родовища золоту; 6 – тектонічні порушення.

Довжина Юр'ївського рудного поля становить 13 км при ширині близько 2 км. Гнейси складають західне крило Приінгульської синкліналі (падіння на схід 50-70°), ускладненої в межах рудного поля Кіровоградською зоною розломів та різноплановими розривними структурами, що її оперяють. Окрім золота у межах Компаніївського (Юр'ївського) рудного поля, у його південно-західній частині, промисловий інтерес становлять проявлення натрій-уранової формації метасоматити – альбітити (Я.М. Белєвцев та ін., 1995).

Золоторудне родовище обмежене границями великого останця гнейсів, що у вигляді вузької смуги довжиною близько 3, шириною від 1 до 2,5 км простягається в

північно-східному напрямку. За межі гнейсів, у прилеглі гранітоїдні масиви зруденіння не поширюється. Вміщуючі зруденіння породи регіонально метаморфізовані в умовах амфіболітової фації і представлені головним чином біотитовими, графіт-біотитовими (графіту до 5%), значно рідше кордиєрит-біотитовими, гранат-біотитовими, двопіроксен-амфіболовими гнейсами зі значною кількістю апліт-пегматоїдних тіл.

Золоте зруденіння приурочене до ділянок мілонітизації та катаклазу і являє собою серію лінійних лінзо-, жило- та штокверкоподібних тіл олігоклаз-кварцового складу (кремнієво-лужний метасоматоз) з рудною мінералізацією, які залягають субузгоджено вміщуючим біотитовим гнейсам. Протяжність рудних зон – від перших сотень метрів до 1-2 км при потужності від 5 до 17 метрів. У середині зон виділено рудні тіла, що мають протяжність від 50-100 метрів при потужності від 0,2 до 4 м. Рудні зони виділені за вмістом золота від 0,1 г/т, рудні тіла – від 0,8 г/т. Рудних тіл налічують сім-вісім, рудних зон – більше двадцяти. Зруденіння простежено свердловинами до глибини 980 м. Вміст золота в рудах нерівномірний – від десятих часток до 34,5 г/т, в окремих зразках до 77,1-153,8 г/т. Кількість рудних мінералів у рудних зонах не перевищує 3-5%. Головними рудними мінералами на Юр'ївському родовищі є піротин, пірит, халькопірит. Рідше зустрічаються арсенопірит, льолінгіт, сфалерит, галеніт; молібденіт, кобальтин, герсдорфіт, макинавит, пентландит, самородні золото та вісмут, вісмутин, телуриди й сульфотелуриди вісмуту, свинцю і срібла. Жильні мінерали – кварц, плагіоклаз (альбіт, олігоклаз), мікроклін, барійвмісний калішпат (адуляр(?)), турмалін. У біляжильному просторі зустрічаються карбонати: кальцит, анкерит, сидерит.

Губовський рудопрояв золота. Рудопрояв розташований на південному фланзі Клинівського рудного поля, в 5-ти кілометрах від Клинівського родовища. За своїми показниками (геолого-структурна позиція, тип і характер зруденіння, мінеральний склад, технологічні властивості руд та ін.) є подібним до Клинівського родовища, але має свої особливості.

Губівський прояв – це лінійно витягнута в меридіональному напрямі, кулісоподібна структура (рис.2). Довжина рудної зони становить близько 2 000 м, потужність мінлива – перші десятки метрів. Рудну зону виділяють за вмістом у породах золота більш 0,01 г/т. У межах рудної зони зафіксовано два паралельні, подекуди переривчасті рудні тіла потужністю до 1 м і більше. Зруденіння простежено до глибини 351,6 м. і не має видимих ознак виклинювання з глибиною. До південного флангу рудна зона розширюється, кількість рудних тіл збільшується, що відкриває нові перспективи. Вміщуючі зруденіння породи представлені біотитовими, біотит-амфіболовими та іншими плагіогнейсами, які перешаровані з підпорядкованими діопсид-плагіоклаз-кварцовими пара- і ортокристалосланцями. Наявні субзгідні тіла пегматоїдних гранітоїдів.

З рудопідготовчим високотемпературним Fe-Ca-Mg метасоматозом пов'язане утворення кумінгтоніт-біотитових метасоматитів («клинцьовітов»), біотитових і біотит-флогопітових слюдитов, турмалінових метасоматитів, скарноїдів і скарнов. Безпосередньо пов'язані з окварцюванням і рудогенезом, такі ж самі як на Юр'ївському родовищі, олігоклаз-кварцові метасоматити.

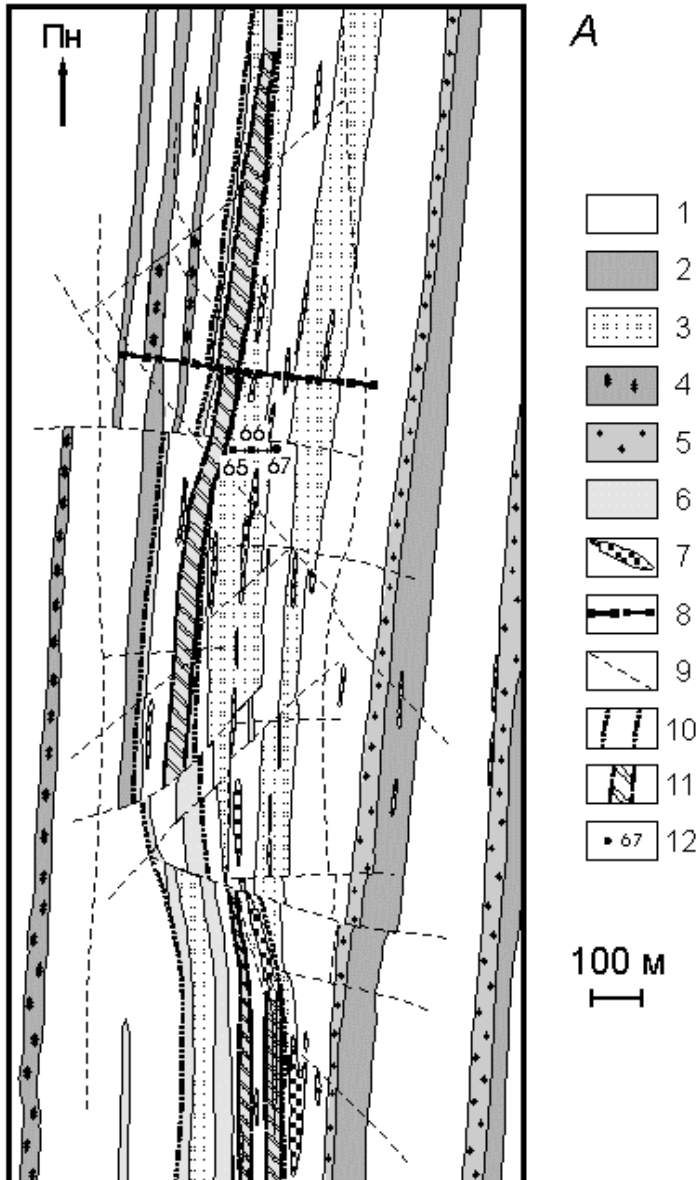


Рис.2 Геологічний план Губовського рудопроявлення з первинними ореолами золота (Яценко, 2009): 1 - біотитові гнейси, 2 - гранат-біотитові гнейси, 3 - біотитові з прошарками гранатсодержащих (граната до 5%) гнейси, 4 - графіт-біотитові і біотитові гнейси, 5 - кордієрит-біотитові гнейси, 6 - амфібол-біотитові гнейси, 7 - пегматоїдні і апліто-пегматоїдні граніти кіровоградського комплексу, 8 - дайки діабазів, 9 - тектонічні порушення за даними магніто, граві- і електророзвідки, 10 - тектоно-метасоматичні зона, 11 - рудна зона, виділена по змісту золота вище 0,01 г/т і вторинним змінам, супутнім золоторудному процесу, 12 - профіль свердловин, за якими будували розріз.

Головними рудними мінералами Губівського рудопрояву є піротин, арсенопірит, пірит і халькопірит. Найявний також льолінгіт, трапляються сфалерит, галеніт, молібденіт, уранініт, пентландит, брейтгауптит, телуриди вісмуту. Самородні мінерали представлені золотом, вісмутом, арсеном, стибієм (Яценко, 2009).

У розділі 3 «Результати вивчення мінералого-геохімічних особливостей золотого зруденіння Юр'ївського родовища та Губовського рудопрояву» представлено нові матеріали, отримані автором при вивченні речовинного складу руд, білярудних метасоматитів і вміщуючих зруденіння порід Юр'ївського родовища та геохімічних характеристик Губовського рудопрояву золота.

Юр'ївське родовища золота. Мінеральні парагенетичні асоціації руд і послідовність їх формування. На підставі аналізу опублікованих по Юр'ївському родовищу схем рудоутворення можна зробити висновок, що, незважаючи на істотні розходження між ними, всі вони виявляють у своїй основі загальну закономірну послідовність рудного процесу, характерну в цілому для гідротермальних золоторудних родовищ (Петровська, 1973). Ця послідовність виражається в зміні високотемпературних мінеральних асоціацій, у яких основними рудними мінералами є арсенопірит і пірит, низькотемпературними сульфідними асоціаціями з піротином, халькопіритом, галенітом і самородним золотом.

У даній роботі, автор, з урахуванням робіт попередників та нових власних отриманих матеріалів, представляє уточнену схему послідовності рудоутворення (таблиця 1). Дорудний етап відобразився в утворенні високотемпературних пегматоїдних кварц-полевошпатових утворень з біотитом та досить рідких - турмалин-кварцових. Власне рудний процес у цій схемі автором скорельовано із супутніми метасоматичними явищами. В обсязі рудного етапу виділено дві стадії процесу рудоутворення, речовинним відображенням яких є два мінеральних комплекси, що відрізняються один від одного за масштабом прояву, складом рудних та білярудних мінеральних парагенезисів, характером метасоматичних перетворень, морфогенетичними особливостями рудних і метасоматичних мінералів (у тому числі типоморфними особливостями золота).

Протягом *ранньої рудної стадії* сформувався комплекс мінералів (ранній комплекс) із золотом у тонкодисперсній формі. Мінерали даного комплексу в кількісному відношенні значно переважають (85-90% від загальної кількості рудних мінералів). Ранній мінеральний комплекс складається з мінералів двох парагенетичних асоціацій, близьких за складом: 1) *пірит-арсенопірит-піротинової із халькопіритом, сфалеритом, пентландитом, графітом та льолінгітом(?)*; 2) *пірит-арсенопіритовий з піротином*. Формування раннього мінерального комплексу відбувалося за температури 245-200°C.

Протягом *пізньої рудної (продуктивної) стадії* утворився комплекс мінералів (пізній комплекс), що включає золото у видимій самородній формі. Комплекс представлений однією мінеральною парагенетичною асоціацією – *піротин-халькопірит-галенітовою з видимим самородним золотом, телуридами та сульфотелуридами вісмуту, свинцю і срібла, вісмутином і самородним вісмутом*. Пізній мінеральний комплекс утворився за температури 200-160°C. Із даним комплексом пов'язані основні запаси золота, яке технологічно легше вилучати (вільне золото).

Рудні мінерали пірит-арсенопірит-піротинової асоціації сегрегуються здебільшого в межах біляжилних біотитових облямівок олігоклаз-кварцових і кварцових жил та прожилків, складаючи лінзоподібні, лінзо-смугоподібні моно- і полімінеральні (піротинові, пірит-піротинові, арсенопірит-пірит-піротинові) виділення, орієнтовані субузгоджено уздовж зальбандів. Характер виділення рудних мінералів свідчить про їхнє одночасне формування із кварцовими та олігоклаз-кварцовими прожилками. Кварц прожилків молочно-білий, непрозорий.

Наступна мінеральна парагенетична асоціація – кварц-пірит-арсенопіротова з піротином – пов'язана з утворенням димчастого, прозорого кварцу, що має зливний вигляд. Рудні мінерали даної асоціації разом із димчастим кварцом тяжіють до внутрішніх ділянок кварцових й олігоклаз-кварцових жил і прожилків, а також розвиваються по тонких тріщинках, що січуть біляжилну біотитову облямівку та рудні мінерали попередньої асоціації.

Схожий мінеральний склад даних двох асоціацій дозволяє припустити можливість їх виділення в межах однієї стадії, зважаючи тектонічне зрушення між ними внутрішньостадійним. Кількаразове внутрішньостадійне перегруповання рудної речовини є характерним для ранніх сульфідних асоціацій золоторудних родовищ (Петровська, 1973).

Таблиця 1. Схема послідовності рудоутворення на Юр'ївському родовищі

Етап	Стадія	Асоціація	Мінерали	Метасоматоз
Дорудний	Пегматоїдна	Кварц-польовошпатова	кварц-I, польовий шпат, біотит	–
	Турмалін-кварцова	Турмалін-кварцова	кварц-II, турмалін	–
Рудний	Рання рудна	Пірит-арсенопірит-піротинова з халькопіритом, сфалеритом, графітом, льолінгітом(?)	кварц-III, пірит -I, піротин-I, арсенопірит-I, халькопірит-I, сфалерит-I, карбонат-I (анкерит, сидерит), графіт, льолінгіт(?)	Формування олігоклаз - кварцових жил із біотитовою облямівкою. Утворення біляжилних анкериту та сидериту
		Кварц-пірит-арсенопіротова з піротином	кварц-IV, пірит-II, арсенопірит-II, піротин-II,	Утворення димчастого зливного прозорого кварцу
	Пізня рудна (продуктивна)	Піротин - халькопірит-галенітова з самородним золотом, телуридами та сульфотелуридами вісмуту, свинцю та срібла, вісмутином та самородним вісмутом	піротин- III, халькопірит- II, сфалерит- II, галеніт- I, карбонат-II (кальцит), телуриди та сульфотелуриди вісмуту, свинцю та срібла, вісмутин, вісмут, золото	Барійвмісний калішпат (адуляр?) – мусковіт – – кальцит (гумбеїтизація)
Після рудний	Післярудна	Кальцит-кварцова з піритом і марказитом	Карбонат-III (кальцит), кварц-V пірит-III, марказит	–

Пізній мінеральний комплекс (*піротин - халькопірит - галенітова асоціація з видимим самородним золотом, телуридами та сульфотелуридами вісмуту, свинцю і срібла, вісмутином і самородним вісмутом*) просторово тяжіє до тих же олігоклаз-кварцових і кварцових прожилків та їхнім зальбандам, що включають ранній мінеральний комплекс, однак, по відношенню до нього є накладеним (розвивається по «власних» мікротріщинах). Основні типоморфні властивості даної асоціації такі: 1) рудні мінерали (самородні золото та вісмут, вісмутин, телуриди й сульфотелуриди та ін.) утворюють спільні тонкі мікрозрошення та мікроскупчення надзвичайно дрібних (ультрадрібних) виділень (перші мікрони, рідко до 10-20 мікронів); найбільш характерний розмір зерен на кілька порядків менше розміру рудних виділень раннього мінерального комплексу; 2) рудні мінерали розвиваються винятково у ділянках найтоншого катаклазу, виповнюючи мікротріщини; 3) утворення рудних мінералів супроводжується розвитком тонких, мікроскопічно проявлених виділень білярудних метасоматичних мінералів – барійвмісного калішпату, серициту, кальциту.

Післярудний етап представлений однією кальцит-кварцовою асоціацією, яка відбилася в утворенні тонких кальцит-кварцових прожилків з рідкісними піритом та марказитом.

Білярудний метасоматоз. Метасоматичний процес розділено автором на дві стадії, які є синхронними й парагенними рудним стадіям (таблиця 1). Впродовж *ранньої метасоматичної стадії* відбулося формування олігоклаз-кварцових прожилків (з молочно-білим кварцом) із наступним внутрішньостадійним відкладенням димчастого прозорого кварцу. Сегрегація жильних мінералів (кварцу, олігоклазу) у прожилки олігоклаз-кварцового складу супроводжувалася білязальбандовою і внутрішньожильною кристалізацією сульфідів ранніх генерацій (пірит-1,2, арсенопірит-1,2, піротин-1,2), які містять золото в тонкодисперсній («невидимій») формі. Олігоклаз-кварцові прожилки часто супроводжуються біляжильними біотитовими облямівками. На метасоматичне походження олігоклаз-кварцових прожилків та біляжильних біотитових облямівок указує близькість хімічного складу олігоклазу, що складає прожилки й вміщуючі гнейси, а також біотиту облямівок і вміщуючих гнейсів.

Для *пізньої метасоматичної стадії* є характерним розвиток тонкої, мікроскопічно проявленої калішпатизації олігоклазу й серицитизації біотиту навколо виділень видимого самородного золота (рис. 3) У цих же ділянках спостерігаються зерна кальциту мікронних розмірів

Калієвий польовий шпат (КПШ) – головний типоморфний метасоматичний білярудний (синрудний) мінерал. Він розвивається по олігоклазу, тобто метасоматичний процес відбувався із привнесом калію. Калієвий польовий шпат, що заміщує олігоклаз, збагачений барієм (Ba - до 1,8 мас. %), що вказує на барій-калієву специфіку золотоутворюючих розчинів. Крім типоморфної домішки барію, у КПШ відзначається також присутність SO_3 (до 1,8 мас. %), SeO_2 (до 0,5 мас %) і Tl_2O (до 0,5 мас. %).

Таким чином, за складом парагенезису новостворених метасоматичних мінералів, що супроводжують відкладення золота (барійвмісний калієвий польовий шпат, серицит, кальцит), тип білярудних метасоматичних змін відповідає низькотемпературному калієвому метасоматозу – гумбеїтизації. Найважливішими його особливостями є вкрай тонкий (мікроскопічний) характер прояву й присутність барійвмісного калішпату в складі білярудного парагенезису метасоматичних мінералів.

Барієносність метасоматичного калієвого польового шпату, що супроводжує утворення золота (аж до барійстого ортоклазу - гіалофану), відзначається останнім часом на багатьох золоторудних родовищах різного віку й генезису (Вольфсон, 2004; Руссу та ін., 2011).

Золотосупроводжуючий процес гумбеїтизації може характеризуватися не тільки підвищеним вмістом барію, але й селену (Вольфсон, 2004). Це ж явище відзначається й на Юр'ївському родовищі: селен присутній у якості домішки в білярудному метасоматичному калішпаті й парагенному золоту телуридів вісмуту - Se-вмісному хедлеїті (Se до 4%).

Типоморфні особливості самородного золота. Золото на родовищі присутнє у вигляді двох морфогенетичних типів: «невидимого» (тонкодисперсного), що входить до складу сульфідів ранніх асоціацій, і видимого (ультрадрібного), пов'язаного з пізньою рудною (продуктивною) асоціацією. Видиме самородне золото найчастіше

розвивається за мікротріщинками у внутрішніх й зальбандових частинах олігоклаз-кварцових прожилків, що локалізуються серед біотитових і графіт-біотитових плагіогнейсів (рис.4). Біляжилна метасоматична біотитова облямівка також часто насичена включеннями золота й парагенних йому рудних мінералів.

Розмір виділень видимого золота в основному варіює від 2 до 15-20 мікронів, вкрай рідко зустрічаються зерна до 0,6-1,0 мм. Виділення золота мікронних розмірів можуть утворювати скупчення, у яких налічуються десятки зерен. Самородне золото, як правило, тріщинне (за класифікацією Н.В. Петровської (1973)), рідко зустрічаються інтерстиціальні виділення.

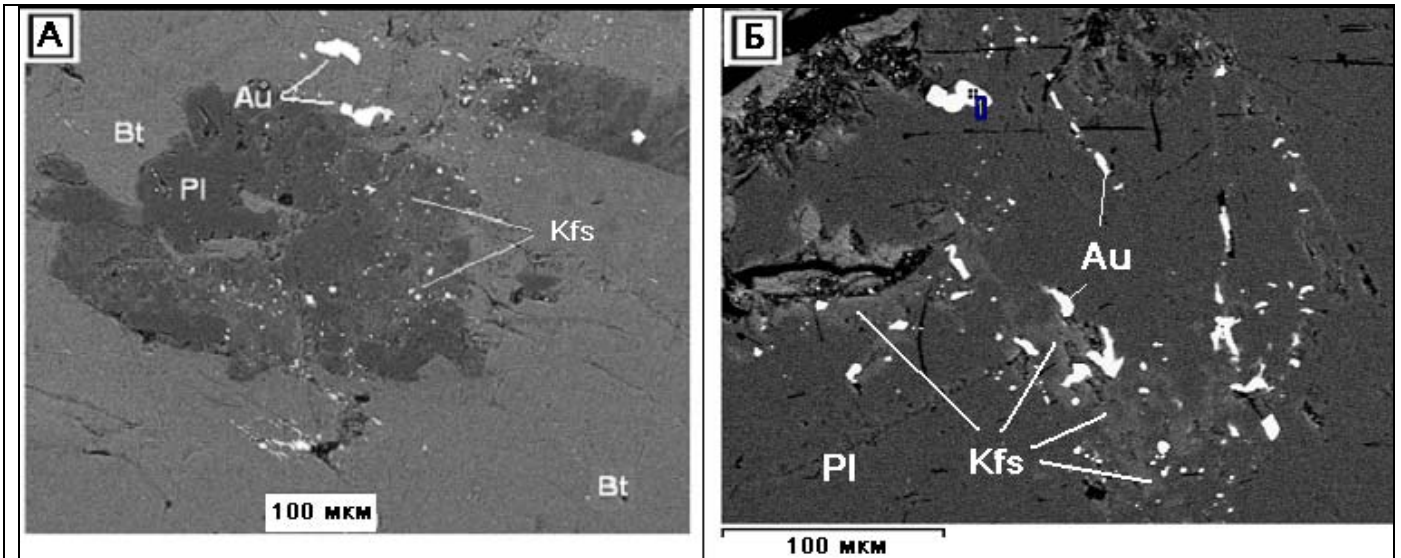


Рис.3. Тонка калішпатизація олігоклазу навколо виділень видимого самородного золота.

Електронні знімки. Аншлиф. Сврд. 3052, глиб. 213,3 м.:

А – біляжилна біотитова облямівка (сіре) із зернами олігоклазу (темно-сіре) розсікається найтоншими розгалуженими тріщинками з рясною тонкою вкрапленістю золота. Навколо зерен золота в олігоклазі розвивається барійвмісний калішпат (світлі ореоли); Б – калішпатизація олігоклазу навколо тонкої вкрапленості золота в олігоклаз-кварцовому прожилку. Позначення мінералів: Au - золото, Bt - біотит, Kfs - барійвмісний КПШ, Pl - плагіоклаз (олігоклаз).

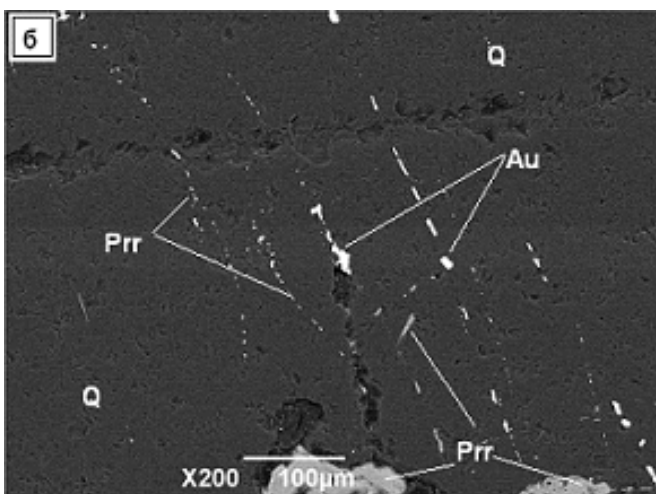


Рис.4. Мікротріщинні виділення золота в кварці олігоклаз-кварцового прожилку. Аншлиф.

Електронний знімок. Аншлиф. Сврд. 3052, глиб. 213,3 м.

Позначення мінералів: Q – кварц, Prr – піротин, Au – золото.

Автором вивчено хімічний склад золота за результатами мікрозондового й електронно-мікроскопічних аналізів (таблиця 2). Головною домішкою є Ag (від 1,6 до 26,7%); інші домішки (Bi, Te, Sb, Zn, Pb, Cu, As, Ni, Co, S, Fe) у сумі не перевищують 3%. Установлено дискретно-безперервний характер пробності самородного золота (рис.5). Виділено три статистично достовірних інтервали його пробності: 1) висока (910-980); 2) середня (820-890), 3) низька (700-770).

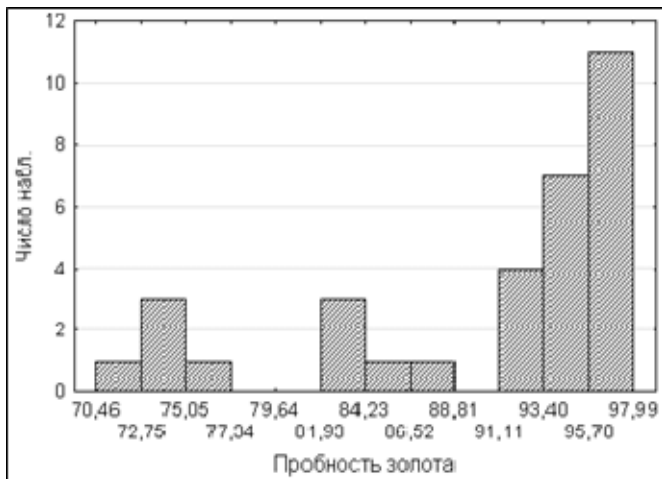


Рис.5. Дискретно-безперервний характер пробності золота Юр'ївського родовища.

Високопробне золото, у порівнянні із середньо- і низькопробним, зустрічається значно частіше. Саме високопробне золото утворює скупчення з великою кількістю індивідуалізованих зерен.

Крім мономінеральних виділень, високопробне золото утворює зростки з рудними мінералами - телуридами та сульфотелуридами вісмуту, свинцю та срібла, Se-вмісним телуридом вісмуту, самородним вісмутом, вісмутином, пізними піротином і халькопіритом. Високопробне золото не утворює спільних виділень із галенітом. Золото середньої й низької пробності утворює як зростки, так і спільні скупчення окремих зерен із самородним вісмутом, телуридами вісмуту й галенітом, однак не утворює спільних виділень із вісмутином.

Характер взаємовідносин видимого самородного золота різної пробності один з одним й іншими рудними мінералами свідчить про його належність до єдиної мінеральної парагенетичної асоціації - піротин-халькопірит-галенітової з видимим самородним золотом, телуридами й сульфотелуридами вісмуту, свинцю та срібла, вісмутином і самородним вісмутом.

Виходячи із взаємовідносин видимого золота й парагенних йому рудних мінералів, можна припустити поступове виділення золота різної пробності в межах єдиного ступеню мінералоутворення (у розумінні Н.В. Петровської (1965, 1967).

Телуридна мінералізація на Юр'ївському родовищі золота. На Юр'ївському золоторудному родовищі телуридна мінералізація вперше виявлена автором [2, 3, 10]. Характер взаємовідносин телуридної мінералізації із самородним золотом свідчить про їх парагенність. Телуриди й сульфотелуриди вісмуту, свинцю і срібла тісно асоціюють із золотом, утворюючи спільні скупчення й зрощення (рис.6). Для виділень телуридів, сульфотелуридів є характерними виключно дрібні розміри – 0,01-0,05 мм.

Телуриди і сульфотелуриди у відбитому світлі мають світлий, блакитно-сірий колір, на фоні сусідніх зерен золота – колір яскраво-блакитний. Мінерали чітко анізотропні. Форма їх зерен різна – округла, неправильна, довгаста (аж до списоподібної, просічкovidної). Іноді телуриди і сульфотелуриди виявляють складну внутрішню будову, подібну розпаду твердого розчину.

Таблиця 2. Хімічний склад самородного золота в рудах Юр'ївського золоторудного родовища (у мас.%)

№ан	Au	Ag	Bi	Te	Sb	Zn	Pb	Cu	As	Ni	Co	S	Fe
1	96,27	2,70	0,00	-	-	-	-	0,60	-	-	-	-	-
2	96,85	2,60	0,00	-	-	-	-	0,49	-	-	-	-	-
3	96,31	2,80	0,00	-	-	-	-	0,69	-	-	-	-	-
4	82,97	15,32	0,00	0,43	-	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	1,28	-
5	83,78	15,26	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,77	-
6	92,09	6,30	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-
7	88,66	7,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,02	0,13
8	84,51	11,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,04	0,00	0,00	2,48	0,25
9	74,15	24,83	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00
10	75,80	24,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	83,12	13,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,42	0,58
12	73,94	25,00	0,54	0,03	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
13	91,94	7,10	0,32	0,11	0,02	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
14	93,21	6,80	0,30	0,02	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15
15	73,77	26,70	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	70,46	26,20	1,03	0,11	0,00	0,00	0,12	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	91,67	8,10	0,00	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-
18	96,31	2,80	0,00	-	-	-	-	0,19	-	-	-	-	-
19	94,34	2,62	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	3,04	-
20	94,60	2,06	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	-	-	2,31	-
21	97,47	1,64	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	3,11	-
22	97,99	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	96,46	1,87	0,00	0,00	0,00	0,00	1,66	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-
24	95,00	2,65	0,00	0,00	0,00	0,00	1,34	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-
25	97,77	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-
26	94,31	3,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	2,03
27	94,53	2,31	0,00	0,00	0,00	0,00	2,33	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,83
28	95,20	1,86	0,00	0,00	0,00	0,00	2,94	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-
29	94,53	3,58	0,00	0,74	0,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	-	-
30	96,45	2,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	96,00	2,90	0,004	0,17	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,08	0,38
32	96,64	2,90	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02

Примітка до таблиці: Аналізи: 1-3 – св.3574, гл.108,7м.; 4,5 – св.3609, гл. 95,6 м; 6-17 – св.3624, гл.338,7м.; 18-32 – св.3052, гл.213,3м. (-) - вміст не визначається. Аналізи виконано в Технічному центрі НАН України на мікроналізаторі JSCXA-733, аналітик Соболев В.І.; в ПГМР НАН України на мікроналізаторі JSCXA-5, аналітик Бондаренко І.М., в ДУ «ІГНС НАН України» на електронному мікроскопі JEOL JSM-6490LV, аналітик В.М. Сливинський.

На підставі перерахунку хімічних складів телуридів встановлюються впорядковані фази (група тетрадиміту) із приблизно стехіометричними складами, в яких катіони вісмуту можуть заміщатися свинцем, сріблом і сурмою, а аніони телуру – селеном і сіркою:

а) Bi_2Te (хедлейїт). Загальна приблизна стехіометрична формула мінералів підгрупи хедлейїта $(\text{Bi}_{3,47-4,23}(\text{Te}_{1,37-1,84} \text{Se}_{0,55-0,5} \text{S}_{0,43-0,0}))_{2,16-1,46}$. Співвідношення $\text{Bi} : (\text{Te} + \text{Se} + \text{S}) = 2:1$ вказує на його зв'язок з мінералами хедлейїтової підгрупи. При формульних вмістах вісмуту від 3,47 до 4,23 хедлейїт показує широкий діапазон вмісту телуру, селену і сірки: $\text{Te} - 1,37-1,84$, $\text{Se} - 0,55-0,5$, $\text{S} - 0,0-0,43$. Таким чином, формально ці мінерали мають найменування селено-сульфо-хедлейїтами (тип структури A_2X).

б) BiTe (цумоїт). Загальна приблизна стехіометрична формула мінералів підгрупи цумоїту – $(\text{Bi}_{2,28-3,11}\text{Pb}_{0,68-0,07})_{2,96-3,21}(\text{Te}_{1,75-2,82}\text{S}_{1,29-0,0})_{3,04-2,79}$. Співвідношення $(\text{Bi} + \text{Pb}) : (\text{Te} + \text{Se} + \text{S}) = 1:1$ вказує на його зв'язок з мінералами цумоїтової підгрупи (тип структури AX). Звертає на себе увагу високий вміст свинцю, який ізоморфно заміщує вісмут (до 0,68) і сірки, яка ізоморфно заміщує телур (до 1,29). Високий вміст сірки в деяких цумоїтах Юр'ївського родовища дозволяє формально називати їх сульфоцумоїтами.

в) Bi_3Te_2 (неназвана фаза). Загальна приблизна формула мінералів неназваної фази $(\text{Bi}_{2,27-3,21}\text{Pb}_{0,03-0,71}\text{Ag}_{0,1-0,18}\text{Sb}_{0-0,18})_{2,83-3,21}(\text{Te}_{1,36-2,14}\text{S}_{0,2-0,54})_{2,17-1,79}$. Виходячи з співвідношення $(\text{Bi} + \text{Pb} + \text{Ag} + \text{Sb}) : (\text{Te} + \text{Se} + \text{S}) \approx 3:2$, формулу можна представити у вигляді Bi_3Te_2 (тип структури A_3X_2).

Телуриди й сульфотелуриди вісмуту, свинцю і срібла входять до складу продуктивної піротин - халькопірит - галенітової, з видимим самородним золотом, вісмутином і самородним вісмутом, мінеральної парагенетичної асоціації. Парагенні взаємовідносини телуридів та сульфотелуридів із золотом указують на них як на пряму пошукову ознаку золотого зруденіння.

Губовський рудопрояв золота. Геохімічні особливості поведінки основних рудогенних елементів. Для з'ясування геохімічних особливостей зруденіння використано матеріали спектрального, пробірного, спектроскопометричного аналізів 324 проб з 25 свердловин, що перетинають головне рудне тіло Губовського прояву золота по 14 профілям на 4 горизонтах до глибини 250 м.

Золото Губовського рудопрояву, на відміну від Юр'ївського родовища, є видимим і в складі раннього мінерального комплексу. Тут воно низькопробне і утворює ультрадрібні включення в арсенопіриті й льолінгіті. В складі пізнього мінерального комплексу золото зазвичай високопробне і вільне, тобто воно знаходиться не в матриці мінералів, а утворює самостійні зростки з самородним вісмутом, мальдонитом, вкрай дрібними нікелевмісними антімонідами. Рідко, в зростках з хедлейїтом, вільне золото низькопробне. (Яценко, 2009).

Методами багатомірної статистики (рангова кореляція й кластерний аналіз) вивчено геохімічні особливості поведінки основних рудогенних елементів (Au, As, Bi, Ag, Ni, Co, Cu, Pb, Zn). Для різних інтервалів рудного тіла виявлено три типи значимих кореляційних зв'язків золота: 1) з миш'яком ($r^* = 0,61$); 2) з вісмутом ($r = 0,46$);

* r – коефіцієнт парної кореляції

3) одночасно з миш'яком і вісмутом ($r=0,37$ й $r = 0,5$, відповідно). Вочевидь, ці три типи зв'язків золота характеризують ділянки рудного тіла, де відбувалось відкладення відповідних мінеральних комплексів: раннього, пізнього, а також ділянкам телескопування (просторового суміщення) раннього і пізнього мінеральних комплексів.

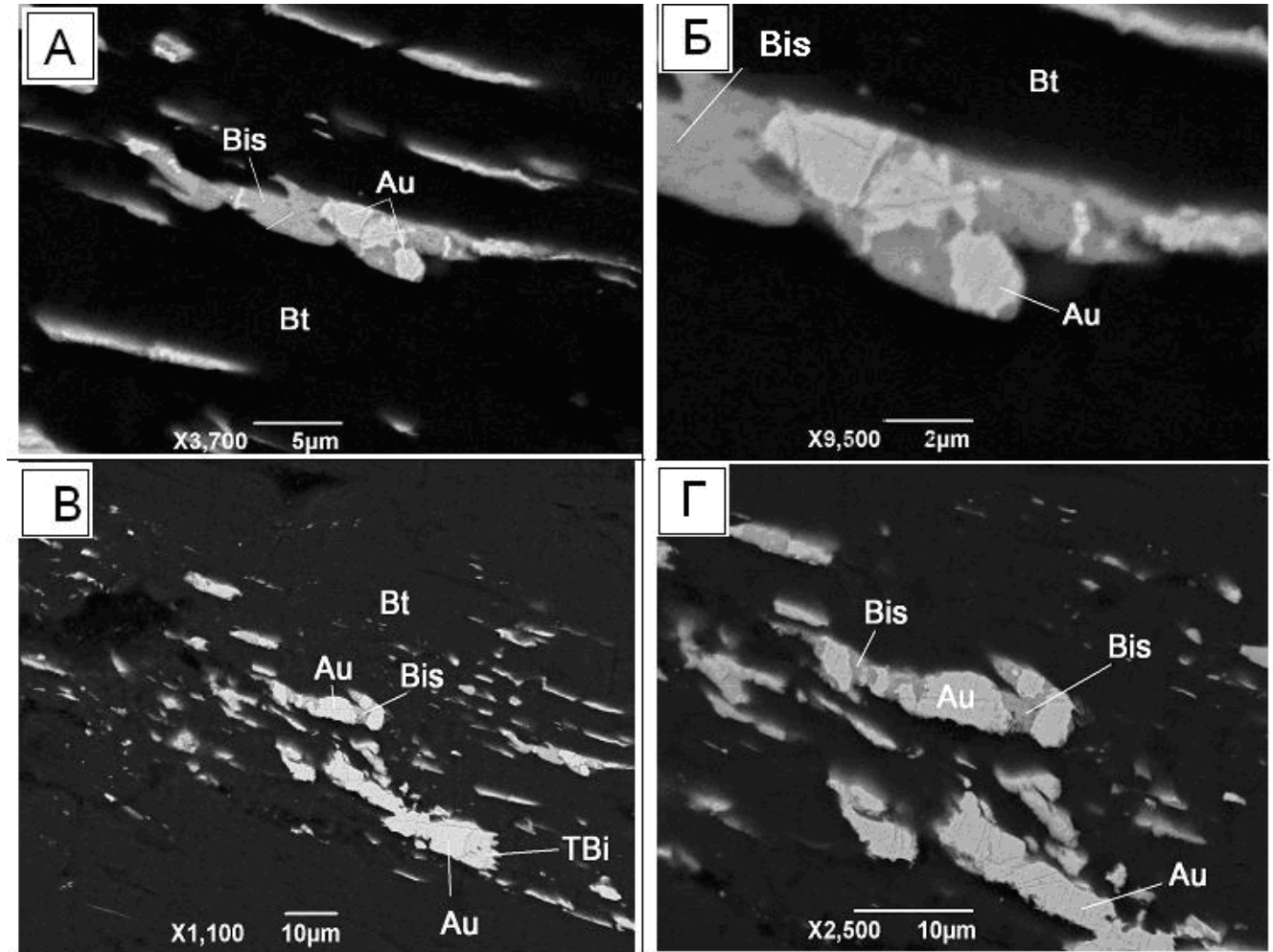


Рис.6. Самородне золото в асоціації з вісмутином і телуридом вісмуту.

Мінерали розвиваються по мікротріщинкам катаклазу в біляжилній біотитовій облямівці олігоклаз-кварцового прожилку. Напрямі мікротріщинок субузгоджений до розташування пластинок біотиту. Електронні знімки. Аншліф. Сврд.3052, глиб. 213,3 м.

А – зрощування самородного золота з вісмутином; Б – збільшений фрагмент рисунку А. Видно тонкий характер зрощування золота й вісмутину; В – зрощування золота з вісмутином і селенвмісним телуридом вісмуту; Г – збільшений фрагмент рисунку В. Позначення мінералів: Bis – вісмутин, Tb – телурид вісмуту, інші - див. рис. 2 - 3.

Автором виділені інтервали рудного тіла з найбільш багатим зруденінням за методикою М.К. Силічева (1987), яка для оцінки інтенсивності зруденіння враховує параметр Σ - суму парних коефіцієнтів кореляції матриці рудогенних елементів (Au, As, Bi, Ag, Ni, Co, Cu, Pb, Zn). Параметр Σ має максимальні значення в найбільш продуктивних ділянках і мінімальні - у ділянках із найменшою інтенсивністю зруденіння. Встановлено, що в головному рудному тілі Губовського рудопрояву найбільші значення параметра Σ характерні для інтервалів телескопування (просторового суміщення) раннього і пізнього мінеральних комплексів ($\Sigma = 20,78$) і,

незначно менше, інтервалів концентрації раннього мінерального комплексу ($\Sigma=20,33$). Помітно меншим значенням ($\Sigma = 16,81$) характеризуються інтервали з відкладенням пізнього мінерального комплексу. Для тих інтервалів рудного тіла, де золото не має значимих кореляційних зв'язків ні з яким рудогенним елементом, фіксується мінімальне значення параметру інтенсивності зруденіння ($\Sigma= 12,94$). Таким чином, встановлено, що найбільш продуктивними на золото є ділянки телескопування раннього і пізнього мінеральних комплексів, причому переважно за рахунок першого. Тобто максимальне відкладення золота на Губовському рудопрояві, на відміну від Юр'ївського родовища, відбулося в составе раннього мінерального комплексу і продуктивною є рання стадія.

Вертикальна геохімічна зональність. На Губовському рудопрояві автором уперше для руд клинцівського типу за методикою О.С. Ключова (ІМГРЕ) виявлено прямий характер геохімічної зональності головного рудного тіла: елементи раннього мінерального комплексу (As, Ni, Co) концентруються на нижніх рівнях рудного тіла, а елементи пізнього мінерального комплексу (Bi, Ag, Cu, Pb, Zn) – на високих. Наявність ділянок як роздільного, так і спільного відкладення різночасних мінеральних комплексів свідчить про те, що рудне тіло практично не еродоване й існує перспектива для його розробки на глибину.

У розділі 4 «Генетичні особливості й прогностико-пошукові критерії золотого зруденіння» наведено узагальнення існуючих концепцій генезису золотого зруденіння в тектоно-метасоматичних зонах гнейсових комплексів докембрію, обґрунтовано гідротермально-метасоматичний спосіб рудовідкладення на Юр'ївському родовищі і Губовському рудопрояві, аргументовані нові мінералого-геохімічні критерії пошуків продуктивних ділянок золотого зруденіння.

Проблема генезису золотого зруденіння клинцовського типу до останнього часу остаточно не вирішена – існує багато варіантів концепцій власне гідротермального, гідротермально-метасоматичного, метаморфогенно-гідротермального, метаморфогенного генезису (Яценко, 1998; Фомін, 1999; Ярощук, Заборовська, 1994, Бобров та ін., 2004; Нечаєв, 2005, та ін.). Автор на підставі власних нових мінералого-геохімічних даних, з урахуванням досліджень попередників і фундаментальних робіт з метасоматозу (Коржинський, 1955; Омеляненко, 1978, та ін.), приходять до висновку щодо гідротермально-метасоматичного способу рудовідкладення на Юр'ївському родовищі і Губовському рудопрояві. На це вказує: 1) прожилково-тріщинний (у тому числі мікротріщинний) характер прояву рудної мінералізації; 2) стадійність процесу рудоутворення; 3) наявність біляжильних (білярудних) метасоматичних перетворень; 4) пневматоліто-гідротермальний характер і РТ-параметри рудонесучих флюїдів (за даними вивчення газиво-рідких включень (Попивняк, 1995); 5) геохімічна та мінералогічна зональність рудних тіл.

Стосовно джерела гідротермальних розчинів і рудної речовини також існують різні точки зору, як то: 1) джерелом речовини, як рудної (золота та інших металів), так і мінералізаторів (сірки та вуглецю), а також водомістких флюїдів, в основному є гнейсові товщі чечеліївської світи (Кобзар, 1992; Фомін, 1999); 2) рудоносні флюїди генетично зв'язані із коровим гранітоїдним магматизмом (Снісарь, 1993; О.Р. Белевцев, 2002;); 3) рудна речовина привноситься флюїдами мантійного походження (Г.М. Яценко, 1998, 2009). Допускається можливість притока в ході такої

складної геологічної історії рудоутворення і метеорних вод, включаючи розчини глибокої циркуляції (Ю. О. Фомін, 2016).

Результати проведених досліджень дозволяють запропонувати нові прогнозно-пошукові мінералого-геохімічні критерії золотого зруденіння в тектоно-метасоматичних зонах («клинцівський» тип): 1) наявність телуридної мінералізації як найважливішої ознаки золоторудного процесу; 2) розвиток метасоматичного білярудного барійвмісного калішпату; 3) присутність в білярудному просторі залізо-магnezіальних карбонатів (анкериту, сидериту); 4) присутність комплексу хімічних елементів, що супроводжують золото – барію, селену, сурми, талію (крім раніше відомих миш'яку, вісмуту, телуру); 5) наявність геохімічної та мінералогічної зональності рудних тіл.

ВИСНОВКИ

Дисертація є завершеною науково-дослідницькою роботою, в якій виявлено мінералого-геохімічні та генетичні особливості золотого зруденіння Юр'ївського родовища і Губовського рудопрояву на основі вивчення геохімічних характеристик та речовинного складу руд, білярудних метасоматитів та вміщуючих породних комплексів. Проведені дослідження дозволили сформулювати такі висновки, які визначають наукове і практичне значення роботи:

1. Рудний етап Юр'ївському родовищі відбувався у дві стадії: 1) ранню рудну; 2) пізню рудну (продуктивну). Протягом ранньої рудної стадії сформувався комплекс мінералів із золотом у тонкодисперсній формі. Комплекс складається з мінералів двох парагенетичних асоціацій, близьких за складом: 1) пірит-арсенопірит-піротинової із халькопіритом, сфалеритом, пентландитом, графітом та льолінгітом(?); 2) пірит-арсенопіритової з піротином. Протягом пізньої рудної (продуктивної) стадії утворився комплекс мінералів, що включає золото у видимій самородній формі. Комплекс представлений однією мінеральною парагенетичною асоціацією – піротин-халькопірит-галенітовою з видимим самородним золотом, телуридами та сульфотелуридами вісмуту, свинцю і срібла, вісмутином і самородним вісмутом. Температурний інтервал рудного процесу 245-160°.

2. Метасоматичний процес на Юр'ївському родовищі золота відбувався у дві стадії, які є синхронними й парагенетичними рудним стадіям. На ранній метасоматичній стадії відбулося формування олігоклаз-кварцових прожилків (з молочно-білим кварцом) із наступним внутрішньостадійним відкладенням димчастого прозорого зливного кварцу. Сегрегація жильних мінералів (кварцу, олігоклазу) у прожилки олігоклаз-кварцового складу супроводжувалася білязальбандовою і внутрішньожильною кристалізацією сульфідів ранніх генерацій (піриту, арсенопіриту, раннього піротину). Для пізньої метасоматичної стадії є характерним розвиток тонкої, мікроскопічно проявленої калішпатизації олігоклазу й серицитизації біотиту навколо виділень видимого самородного золота, який розвівається у найтоньших тріщинках катаклазу. Калієвий польовий шпат, що заміщує олігоклаз, збагачений барієм, що вказує на барій-калієву специфіку золотоутворюючих розчинів.

3. Золоте зруденіння Губовського рудопрояву (головне рудне тіло) має прямий характер геохімічної зональності головного рудного тіла: типоморфні елементи

раннього мінерального комплексу (As, Ni, Co,) концентруються на нижніх рівнях рудного тіла, а типоморфні елементи пізнього мінерального комплексу (Bi, Cu, Pb, Zn) – на високих. Більше відкладення золота, на відміну від Юр'ївського родовища, сталося в складі раннього мінерального комплексу. Максимальна інтенсивність зруденіння характерна для ділянок просторового суміщення (телескопування) різностадійних мінеральних асоціацій. Наявність ділянок як роздільного, так і спільного відкладення різночасних мінеральних комплексів свідчить про те, що рудне тіло практично не еродоване й існує перспектива його розробки на глибину.

4. Виявлені мінералого - геохімічні та генетичні особливості золотого зруденіння Юр'ївського родовища та Губовського прояву (стадійність, мінералогічна та геохімічні зональність, характер білярудного метасоматозу, типоморфні особливості складу рудних і жильних мінералів, прожилково-тріщинний (у тому числі мікротріщинний) характер прояву рудної мінералізації, та ін.) вказують на гідротермально-метасоматичний спосіб його формування.

ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у фахових виданнях

1. Ярощук М.А. Золотосодержащая минерализация Майского рудопроявления Побужского района Украинского щита / М.А. Ярощук, Т.В. Дудар, **Л.П. Заборовская** // Геол. журнал. – 1994. – №3. – С. 50–55. *Особистий внесок – участь у польових роботах і первинному відборі кам'яного матеріалу, опис та аналіз шліфів і анішліфів, виконання мікрофотографій, обговорення й формулювання висновків.*

2. **Заборовская Л.П.** Теллуридная минерализация на Юрьевском месторождении золота (Украинский щит) / **Л.П. Заборовская**, Ю.А. Фомин, В.С. Монахов, С.Ф. Горбунова // Доповіді НАН України. – 2002. – №2. – С.123 – 126. *Особистий внесок – мінераграфічні, петрографічні, мікрозондові дослідження, з наступними аналізом та інтерпретацією, обговорення й формулювання висновків.*

3. Фомин Ю.А. Рудные минералы Восточно-Юрьевского месторождения золота (Украинский щит) / Ю.А. Фомин, Ю.П. Шестаков, **Л.П. Заборовская**, Е.Е. Лазаренко, С.Н. Бондаренко, И.Н. Бондаренко // Минералогический журнал. – 2003. – Т.25. – №4. – С.101–108. *Особистий внесок – мінераграфічні, петрографічні, мікрозондові дослідження, з наступними аналізом та інтерпретацією, обговорення й формулювання висновків).*

4. Фомин Ю.А. Рудные минералы Юрьевского месторождения золота / Ю.А. Фомин, **Л.П. Заборовская**, Е.Е. Лазаренко // Доповіді НАН України. – 2004. – №2. – С.142–146. . *Особистий внесок – мінераграфічні, петрографічні, мікрозондові дослідження, з наступними аналізом та інтерпретацією, обговорення й формулювання висновків).*

5. **Заборовская Л.П.** Минералого-геохимические особенности Губовского рудопроявления золота Украинского щита / **Л.П. Заборовская**, Ю.А. Фомин, В.С. Заборовский, В.В. Покалюк, О.Н. Братчук // Сб. науч.тр. Ин-та геохимии окружающей среды НАН Украины. – Вып. 22. – Киев, 2013. – С.161–170. *Особистий внесок – участь у польових роботах, первинний відбір та опис кам'яного матеріалу, постановка завдання, вибірка аналітичного матеріалу для геохімічних досліджень і його наступна статистична обробка й інтерпретація, написання тексту і формулювання висновків).*

6. Фомин Ю.А. Геолого-генетическое сопоставление руд золота и урана Юрьевского месторождения Кировоградского мегаблока (Украинский щит) / Ю.А. Фомин, **Л.П. Заборовская**, З.Н. Кравчук // Сб. науч.тр. Ин-та геохимии окружающей среды НАН Украины. – Вып. 25. – Киев, 2016. – С.107–124. (**база РИНЦ Science Index**).). *Особистий внесок – участь в обговоренні результатів, формулюванні висновків і написанні тексту.*

7. Заборовская Л.П., Фомин Ю.А., Покалюк В.В. Минералого-геохимические особенности золотого оруденения Юрьевского месторождения (Украинский щит, Ингульский мегаблок) / **Л.П. Заборовская**, Ю.А. Фомин, В.В. Покалюк // Сб. науч.тр. Ин-та геохимии окружающей среды НАН Украины. – Вып. 26. – Киев, 2016. – С.140–154. *Особистий внесок – постановка завдання, опис та аналіз шліфів і анішліфів, виконання електронно-мікроскопічних досліджень, обговорення і формулювання висновків, написання тексту).*

Тези доповідей

8. **Заборовська Л.П.** Розподіл золота в мінеральних асоціаціях Юр'ївського родовища / **Л.П. Заборовська**, Ю.О. Фомін // Матеріали наукової конференції «Актуальні проблеми геології України». – Київ, 1998. – Київський держуніверситет. – С.15.

9. Фомін Ю.О. Навколорудні змінення на Юр'ївському родовищі золота / Ю.О. Фомін, **Л.П. Заборовська** // Матеріали наукової конференції «Актуальні проблеми геології України». – Київ, 1999. – Київський держуніверситет. – С.31.

10. **L. Zaborovskaya**. Telluride mineralization in gold deposits of the Ukrainian Shield / **L. Zaborovskaya**, S. Bondarenko, V. Monakhov, U. Fomin and A. Grinchenko. // General Meeting of the International Mineralogical Accotiation “Mineralogy for the New Millenium”, 1–6 September 2002, Edinburg, Scotland, 2002, p. 274-275.

11. S. Bondarenko. Mineralogic-geochemical features and evolution of telluride mineralization of Precambrian gold deposits of Ukranian Shield / S. Bondarenko, A. Grinchenko, V. Zagnitko, V. Semka, **L. Zaborovskaya**, V. Sukach. // 32-nd International Geological Congress, Florence, 2004, p.280

12. **Заборовская Л.П.** Вертикальная геохимическая зональность Губовского золоторудного рудопроявления (Кировоградский блок, Украинский щит) / **Л.П. Заборовская**, О.Н. Братчук, В.С. Заборовский, О.И. Сорокотяга, Ю.А. Фомин // Матеріали Х Міжнародної наукової конференції «Моніторинг геологічних процесів та екологічного стану середовища», 17-20 жовтня 2012. – Київ, 2012. – С.247-248.

13. **Заборовская Л.П.** Типоморфные особенности самородного золота Юрьевского золоторудного месторождения (Украинский щит) / **Л.П. Заборовская**, Ю.А. Фомин, М.А. Ярощук // Матеріали Х наукових читаннь імені академіка Є.К. Лазаренка, 9-11 вересня 2016. – Львів, 2016.–С.36-37.

14. **Заборовская Л.П.** Околорудный барий-калиевый метасоматоз на Юрьевском золоторудном месторождении (Украинский щит) / **Л.П. Заборовская**, Ю.А. Фомин, В.В. Покалюк, О.И. Сорокотяга // Матеріали міжнародної наукової конференції «Метасоматизм та рудоутворення» 5-7 жовтня 2016. – Київ, 2016. – С.23-24.

АНОТАЦІЯ

Заборовська Л.П. Мінералого-геохімічні та генетичні особливості Юр'ївського родовища і Губовського рудопрояву золота (Український щит). – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.11 – геологія металевих і неметалевих корисних копалин. – Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України», Київ, 2017.

На Юр'ївському родовищі золота проведено детальне мінералого-геохімічне вивчення речовинного складу руд, білярудних метасоматитів та вміщуючих породних комплексів Юр'ївського золоторудного родовища (Український щит) на основі петрографічних, мінераграфічних, електронно-мікроскопічних та мікрозондових методів досліджень. Уточнено схему стадійності рудоутворення з виділенням у складі рудного етапу двох рудно-метасоматичних стадій, що відрізняються за масштабом прояву, складом парагенетичних мінеральних асоціацій, характером метасоматичних перетворень, морфогенетичними особливостями рудних і метасоматичних мінералів, типоморфними властивостями золота: ранньої рудної з тонкодисперсним («невідимим») золотом і пізньої рудної (продуктивної) з видимим самородним золотом. Визначено склад послідовних мінеральних парагенетичних асоціацій (МПА) рудного процесу. Вперше виявлені теллуриди і сульфотеллуриди вісмуту, свинцю і срібла - цумоїт, Pb, S- цумоїт ($\text{Bi}_{2,28} \text{Pb}_{0,68}$) $2,96$ ($\text{Te}_{1,75} \text{S}_{1,29}$) $3,04$, хедлейїт, Se-хедлейїт ($\text{Bi}_{3,99-4,06}$ ($\text{Te}_{1,44-1,46} \text{Se}_{0,5-0,55}$) $2,01-1,94$) і фаза, яка не має назви, Bi_3Te_2 ($\text{Bi}_{2,86-2,88} \text{Ag}_{0,1-0,18}$) $2,89-3,04$ $\text{Te}_{2,01-1,96}$). Серед цих фаз переважають сполуки з вісмутом. Найбільш поширеною фазою є фаза Bi_3Te_2 . Визначено парагенний характер золотої і телурідної мінералізації. Вивчено типоморфні особливості золота, інших парагенних рудних та жильних мінералів. Встановлено безперервно-дискретний характер виділення золота впродовж продуктивної стадії (в рудах присутнє низько-, середньо- і високопробне золото, з переважанням високопробного). Позначено зв'язок найбільших концентрацій золота із заключною стадією процесу рудоутворення, яка супроводжується низькотемпературним барій-калієвим метасоматозом – гумбеїтізацією.

На Губовському рудопрояві золота проведено геохімічні дослідження з визначенням кореляційних зв'язків золота та інших рудогенних елементів, виявленням найбільш продуктивних інтервалів і характеру вертикальної геохімічної зональності головного рудного тіла.

Визначено нові мінералого-геохімічні критерії пошуків золотого зруденіння в тектоно-метасоматичних зонах гнейсових комплексів Українського щита («клинцівський» тип).

Ключові слова: золото, зруденіння, електронно-мікроскопічні дослідження, мікрозондовий аналіз, метасоматоз, гумбеїти, докембрій, Український щит, Інгульський мегаблок.

АННОТАЦИЯ

Заборовская Л.П. Минералого-геохимические и генетические особенности Юрьевского месторождения и Губовского рудопроявления золота (Украинский щит). – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата геологических наук по специальности 04.00.11 – геология металлических и неметаллических полезных ископаемых. – Государственное учреждение «Институт геохимии окружающей среды НАН Украины», Киев, 2017.

Диссертация посвящена изучению генетических особенностей и закономерностей концентрирования рудного вещества золотого оруденения Юрьевского месторождения и Губовского рудопроявления Украинского щита на основе изучения вещественного состава руд, околорудных метасоматитов и вмещающих породных комплексов методами петрографических, минераграфических, электронно-микроскопических, микрозондовых исследований.

На Юрьевском месторождении золота уточнена схема стадийности рудообразования с выделением в составе рудного этапа двух рудно-метасоматических стадий, отличающихся масштабом проявления, составом парагенетических минеральных ассоциаций, характером метасоматических преобразований, морфогенетическими особенностями рудных и метасоматических минералов, типоморфными свойствами золота: ранней рудной с тонкодисперсным («невидимым») золотом и поздней рудной (продуктивной) с видимым самородным золотом. Определён состав последовательных минеральных парагенетических ассоциаций (МПА). Ранняя стадия включает последовательное близковременное отложение двух МПА: 1) пирит-арсенопирит-пирротиновой с халькопиритом, сфалеритом, графитом, лёллингитом(?); 2) кварц-пирит-арсенопиритовой. В течение поздней стадии отложилась одна минеральная парагенетическая ассоциация – пирротин-халькопирит-галенитовая с видимым самородным золотом, теллуридами и сульфотеллуридами висмута, свинца и серебра, висмутином и самородным висмутом. Установлено, что околорудный метасоматический процесс на Юрьевском золоторудном месторождении развивался в две стадии, синхронные и парагенные рудным стадиям. На ранней метасоматической стадии образовались олигоклаз-кварцевые прожилки (с молочно-белым кварцем) с последующим внутримагматическим отложением дымчатого прозрачного кварца. Прожилки часто окаймляются тонкой биотитовой оторочкой. Сегрегация жильных минералов (кварца, олигоклаза) в прожилки олигоклаз-кварцевого состава сопровождалась околозальбандовой и внутрижильной кристаллизацией сульфидов ранних генераций (пирита, арсенопирита, раннего пирротина). Золото развивается по тончайшим трещинкам катаклаза в олигоклаз - кварцевых прожилках и биотитовых оторочках, в ближайшем околожильном пространстве вмещающих биотитовых гнейсов. Выявлено, что выделение золота сопровождалось развитием тонкой, микроскопически проявленной калишпатизации олигоклаза, серицитизацией биотита и образованием мельчайших зёрен кальцита. Калиевый полевошпат, замещающий олигоклаз, обогащён барием (BaO - до 1,8 вес.%). В калишпате также обнаружено присутствие SO₃ (до 1,8 вес.%), SeO₂ (до 0,5 вес.%) и Tl₂O (до 0,5 вес.%). Определено, что тип околорудных

метасоматических изменений, сопровождающих отложение золота (барийсодержащий КПШ, серицит, кальцит), соответствует низкотемпературному калиевому метасоматозу - гумбеитизации.

Изучены типоморфные особенности золота, других рудных и жильных минералов. Установлен непрерывно-дискретный характер выделения самородного золота во время продуктивной стадии (в рудах присутствует низко-, средне- и высокопробное золото, с преобладанием высокопробного). Впервые на Юрьевском золоторудном месторождении выявлены теллуриды и сульфотеллуриды висмута, свинца и серебра - цумоит, Pb и S- содержащий цумоит ($\text{Bi}_{2,28} \text{Pb}_{0,68}$)_{2,96} ($\text{Te}_{1,75} \text{S}_{1,29}$)_{3,04}, хедлейит, Se-содержащий хедлейит ($\text{Bi}_{3,99-4,06} (\text{Te}_{1,44-1,46} \text{Se}_{0,5-0,55})_{2,01-1,94}$) и не имеющая названия фаза Bi_3Te_2 , в том числе ($\text{Bi}_{2,86-2,88} \text{Ag}_{0,1-0,18}$)_{2,89-3,04} $\text{Te}_{2,01-1,96}$). Среди данных фаз преобладают соединения с висмутом. Наиболее распространенной фазой является фаза Bi_3Te_2 . Определен парагенный характер золотой и теллуридной минерализации.

На Губовском рудопроявлении золота проведены геохимические исследования с определением корреляционных связей золота и других рудогенных элементов, выявлением продуктивных интервалов и характера вертикальной геохимической зональности главного рудного тела. На основании рассчитанного по методике Силичева М.К.(1987) параметра интенсивности оруденения выявлено, что преобладающее отложение золота произошло в составе ранних пирит-арсенопиритовых, с лёллингом, минеральных ассоциаций. Золото здесь низкопробное, наблюдается в виде мелких (микронных) выделений в арсенопирите и лёллингите. Максимальная интенсивность оруденения характерна для участков пространственного совмещения (телескопирования) разностадийных минеральных ассоциаций. Наличие участков как отдельного, так и совместного отложения одновременных минеральных комплексов свидетельствует о том, что рудное тело практически не эродировано и существует перспектива его разработки на глубину.

Установлены новые минералого-геохимические критерии и признаки продуктивных участков золотого оруденения в тектоно-метасоматичных зонах гнейсовых комплексов докембрия: 1) наличие теллуридной минерализация; 2) развитие метасоматического околорудного барийсодержащего калишпата; 3) присутствие в околожильном пространстве железо-магнезиальных карбонатов (анкерита, сидерита) 4) присутствие химических элементов, сопровождающих золото - бария, селена, сурьмы, таллия (помимо ранее известных мышьяка, висмута, теллура); 5) наличие геохимической и минералогической зональности рудных тел.

Ключевые слова: золото, оруденение, электронно-микроскопические исследования, микрозондовый анализ, метасоматоз, гумбеиты, докембрий, Украинский щит, Ингульский мегаблок.

ANNOTATION

Zaborovska L.P. Mineralogical and geochemical and genetic features of the Yurievskoe gold deposit and the Gubovskoe gold ore occurrence (Ukrainian shield). – The manuscript.

The thesis for the degree of candidate of geological sciences on a speciality 04.00.11 - geology of metallic and non-metallic minerals. - State Institution "Institute of Environmental Geochemistry of NAS of Ukraine", Kiev, 2017.

A detailed mineralogical and geochemical study of the material composition of ores, near-ore metasomatic rocks and host rock complexes of the Yurievskoe gold deposit and the Gubovskoe gold manifestation (Ukrainian shield), based on petrographic, mineragafic, electron microscopy, microprobe research methods, is conducted.

In the Yurievskoe gold deposit the ore process divided in two ore-metasomatic stages, which differ from each other a scale, composition of paragenetic mineral associations, the nature of metasomatic transformations, morphogenetic features of ore and metasomatic minerals, as well as typomorphic properties of gold. Two mineral complex correspond to two stages: early mineral complex with finely divided gold («invisible gold») and later (productive) mineral complex with visible native gold. The composition of successive mineral parageneses of the ore process is defined. For the first time, tellurides and sulphotelurides of bismuth, lead and silver – tsumoite, Pb, S-containing tsumoite ($\text{Bi}_{2.28} \text{Pb}_{0.68} \text{Te}_{2.96} (\text{Te}_{1.75} \text{S}_{1.29})_{3.04}$), hedleyite, Se-containing hedleyite ($\text{Bi}_{3.99-4.06} (\text{Te}_{1.44-1.46} \text{Se}_{0.5-0.55})_{2.01-1.94}$) and the unnamed phase Bi_3Te_2 , including phase ($(\text{Bi}_{2.86-2.88} \text{Ag}_{0.1-0.18})_{2.89-3.04} \text{Te}_{2.01-1.96}$), were found at the Yurievskoe gold deposit. Among these phases, compounds with bismuth significantly prevail. The most common phase is the unnamed Bi_3Te_2 . The paragenic character of gold and telluride mineralization is determined. «Through" continuous-discrete character of gold formation is determined. There are three modifications of native gold – low-, medium- and high-grade, with the dominance of high-grade. The connection of the greatest concentrations of gold with the final stage of the ore process is denoted. Near-ore process is low-temperature barium-potassium metasomatism (gumbeitization).

For the main ore body in the Gubovskoe gold ore occurrence the geochemical studies with the definition of correlations gold and the other indicating chemical elements are conducted. The most productive intervals and the nature of vertical geochemical zonation are identified.

New mineralogical and geochemical criteria for gold searches of «klintsovsky mineralization kind» are identified.

Key words: gold, mineralization, electron-microscopic study, microprobe analysis, metasomatism, gumbeity, Precambrian, Ukrainian Shield, Ingul megablock.

ДЛЯ НОТАТОК