УДК 553.411.071+553.462(477.63)

doi <https://doi.org/10.31996/mru.2020.1.3-11>

В. В. СУКАЧ, д-р геол. наук, старший науковий співробітник (Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М. П. Семененка НАН України), <https://orcid.org/0000-0002-4710-7230>,

Л. О. РЯЗАНЦЕВА, провідний геолог (Казенне підприємство “Півден-укргеологія”),

В. О. СЬОМКА, д-р геол. наук, завідувач відділу (Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М. П. Семененка НАН України), <https://orcid.org/0000-0001-5202-4045>,

С. М. БОНДАРЕНКО, кандидат геол. наук, старший науковий співробітник (Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М. П. Семененка НАН України), <https://orcid.org/0000-0001-7948-3583>

V. SUKACH, Doctor of Geological Sciences, Senior Scientist (M. P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of NASU), Kyiv, <https://orcid.org/0000-0002-4710-7230>,

L. RIAZANTSEVA, Leading Geologist (State Enterprise “Pivdenukrgeology”), Dnipro,

V. SOMKA, Doctor of Geological Sciences, Head of Department (M. P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of NASU), Kyiv, <https://orcid.org/0000-0001-5202-4045>,

S. BONDARENKO, Candidate of Geological Sciences, Senior Scientist (M. P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of NASU), Kyiv, <https://orcid.org/0000-0001-7948-3583>

МОЛІБДЕНОВА МІНЕРАЛІЗАЦІЯ СЕРГІЇВСЬКОГО Au-Mo РОДОВИЩА (СЕРЕДНЄ ПРИДНІПРОВ'Я, УКРАЇНСЬКИЙ ЩИТ)

MOLYBDENUM MINERALIZATION OF SERHIIVKA Au-Mo DEPOSIT (MIDDLE DNIPRO, UKRAINIAN SHIELD)

Стаття присвячена мінералізації молібдену східного флангу Au-Mo Сергіївського родовища, розміщеного в Середньопридніпровському мегаблоці Українського щита (УЩ). У праці висвітлено такі питання: історія виявлення і вивчення зруденіння молібдену; будова і склад умисного породного комплексу; метаморфічні та метасоматичні перетворення порід; структурне положення й умови локалізації продуктивної мінералізації; склад руд і характеристика головних рудних мінералів; морфологія зруденіння і найпоширеніші погляди на його генезис. Уперше молібденову мінералізацію виявлено й виокремлено як Східносергіївський рудопрояв у 1974 р., набагато раніше за відкриття власне родовища золота в 1985 р. Зазвичай молібденове зруденіння Сергіївського родовища розглядають як самостійний, поряд із рудами золота, потенційно промисловий об'єкт. За ресурсами він є одним із найперспективніших на території Середнього Придніпров'я, УЩ і в Україні загалом. Для підвищення інвестиційної привабливості Сергіївського родовища пропонуємо комплексний підхід до його вивчення та оцінки з огляду на потенціал і молібденового, і золотого зруденіння, а також наявні концентрації ренію й осмію в молібденіті.

Ключові слова: Солонянське рудне поле, Сергіївське золото-молібденове родовище, молібденові руди, молібденіт, пірит, халькопірит, реній.

The article is devoted to molybdenum mineralization of the Eastern flank of Au-Mo Serhiivka deposit, located in the Middle Dnipro megablock of the Ukrainian Shield (USh). The generalized description of mineralization is performed on such important questions: discovery and exploration history, structure and composition of the host rocks, metamorphic and metasomatic alteration of rocks, structural position and localization conditions of molybdenum mineralization, ore composition, description of major ore minerals, morphology of mineralization and the most widespread views about its genesis. Molybdenum ores were discovered and named East-Serhiivka occurrence for the first time in 1974, before the discovery of gold mineralization, which occurred in 1985.

Serhiivka deposit consists of two Mesoarchean volcanic-plutonic associations (VPA) of different composition: the early mafic and the late felsic. The Eastern flank of the deposit, where the molybdenum mineralization is concentrated, is a structural knot similar to the lying letter “T”. It is formed by complex joint of the sub-latitudinal Serhiivka and sub-meridional Solone subvolcanic bodies and the East-Serhiivka massif of plagiogranitoids of the late VPA, which intrude basic rocks of early VPA. Molybdenum mineralization is localized in linearly elongated zones with a chaotic network of thin quartz, carbonate-quartz veinlets and poor (2–5 %) sulfide impregnation, including molybdenite. About 20 vein-impregnated ore zones have been recovered with up to 100–150 m thickness and 0,01 to 0,3 %, sometimes more than 1 % average molybdenum grade. The ores are subdivided into two major mineral types: 1) quartz-molybdenite; 2) quartz-sulfide-gold-molybdenite. The main components of ores molybdenite and native gold are associated with pyrite, chalcopyrite, magnetite, occasionally – pyrrhotite, arsenopyrite, scheelite, bismuth telluride, silver and others. Typical non-metallic minerals are quartz, carbonate, feldspar, chlorite, amphibole, biotite, sericite. It is supposed hydrothermal-metamorphogenic genesis of molybdenum (and gold) ores. Molybdenite and gold are rarely detected in the same intersections, which indicates separate genesis of these minerals. According to the accepted classification molybdenum mineralization is systemized as linear stockwork.

Molybdenum ores of Serhiivka deposit are mostly considered as independent, separate from gold mineralization, potentially workable mine. It is the most prospective one in the Middle Dnipro region, USh and Ukraine in general. We suggest a comprehensive approach to studying, resource and reserves evaluation of Serhiivka deposit, taking into account the potential of both molybdenum and gold mineralization, as well as concentrations of rhenium and osmium in molybdenite. Geological exploration on the base of this approach will increase investment prospects of Serhiivka gold-molybdenum deposit.

Keywords: Solone ore field, Serhiivka gold-molybdenum deposit, molybdenum ores, molybdenite, pyrite, chalcopyrite, rhenium.

Вступ. Сергіївське золото-молібденове родовище розміщене поблизу північної околиці с. Сергіївка Солонянського району Дніпропетровської області, південно-західніше за 5 км від смт. Солоне і за 35 км від м. Дніпро. У металогенічному плані родовище розміщується в межах Солонянського рудного поля (СРП) [7], яке виділяється в південній частині Сурської зеленокам'яної структури (ЗКС) Середньопридніпровського

мегаблока (СПМ) Українського щита (УЩ). СПМ – це архейський кратон, який зазвичай розглядають як граніт-зеленокам'яну область (ГЗО) (рис. 1).

Зруденіння приурочене до субширотного Сергіївського субвулканічного тіла метаморфізованих дацитів, ріодацитів віком 3,05–3,06 млрд років [13], яке прориває аполонівсько-сергіївську вулканічно-плутонічну асоціацію (ВПА) базальтів і габро-долеритів [8]. В екзоконтактах центральної частини субвулканічного тіла локалізується промислова мінераліза-

Рис. 1. Геологічна карта Середньопридніпровської граніт-зеленокам'яної області:

1 – Сергіївське Au-Мо родовище; 2 – Сурська ЗКС; 3 – ульська серія; 4 – конкська серія; криворізька серія: 5 – новокриворізька світа, 6 – саксаганська світа, 7 – глеюватська світа; ультраметаморфічні та інтрузивно-магматичні комплекси: 8 – дніпропетровський, 9 – славгородський, 10 – сурський; 11 – саксаганський, 12 – демуринський, токівський і мокромосковський, 13 – малотерсянський; 14a – розломи; 14b – геологічні границі; 15 – міжблокові (1) Криворізько-Кременчуцький та (2) Оріхівсько-Павлоградський глибинні розломи

ція золота, яка в східному напрямку поступово змінюється на молібденову (Східносергіївський рудопрояв). З огляду на факт просторового сполучення та приуроченості до єдиної геологічної структури зруденіння золота й молібдену розглядаємо в межах єдиного Сергіївського комплексного золото-молібденового родовища [9].

Мінералізацію золота доволі повно схарактеризовано в чималій кількості наукових публікацій і рукописів: монографіях, статтях, препринтах, тезах доповідей, дисертаційних роботах. Натомість зруденіння молібдену вивчене й висвітлене в літературі набагато гірше. Стислі його описи містяться в окремих статтях і монографіях, які зазвичай присвячені головній супутній корисній копалині – золоту, або ж в узагальнювальних металогенічних працях, присвячених питанням молібденоносності певного району, УЩ або України загалом [4, 10, 15 та ін.].

Історія вивченості родовища. Найраніші згадки про Сергіївське родовище пов'язані саме з відкриттям Східносергіївського рудопрояву молібдену в 1974 р. Мінералізацію молібдену вперше задокументував І. О. Гаєв зі співвиконавцями глибинного геологічного картування масштабу 1:50 000 (ГГК-50) району Сурських магнітних аномалій, тепер Сурської ЗКС. Унаслідок цих робіт автори класифікували рудопрояв як високоперспективний і першочерговий для проведення геологорозвідувальних робіт (ГРР). У 1980 р. О. А. Гончар за даними металогенічних картоскладальних робіт підтвердив високі перспективи цього об'єкта й потребу організації в його межах детальних пошуків. Однак рекомендації з дальшого вивчення мінералізації молібдену почали втілюватися тільки після того, як О. Б. Бобров відкрив Північносергіївський рудопрояв золота під час чергового етапу ГГК-50 Сурської структури в 1983–1985 рр. Результати, які він отримав, суттєво активізували ГРР. Зокрема, упродовж 1989–2004 рр. у межах Сергіївського родовища виконали пошуково-оцінювальні роботи й бурову розвідку на золото (Л. В. Ісаков, В. А. Волкодав, М. Ю. Дишук, 2000), а на його східному фланзі – пошуки молібдену (Л. О. Рязанцева, 2004); у межах СРП проведено великомасштабне геоло-

гічне довивчення (ГДП-50) разом із загальними пошуками корінних родовищ і похованих палеогенових алювіальних розсипів золота (В. В. Сукач, М. Т. Цима, Н. М. Гаєва, 1999 р.). ГРР супроводжували науковими дослідженнями переважно мінералого-геохімічного напрямку, які виконували В. С. Монахов, В. О. Сьомка, С. М. Бондаренко, В. М. Іванов, Г. В. Артеменко, Н. Ф. Дудник, Ю. В. Ляхов, М. М. Павлунь та ін.

Мета роботи: схарактеризувати геолого-структурну позицію та особливості локалізації молібденових руд східного флангу Сергіївського комплексного Au-Мо родовища (так званого Східносергіївського рудопрояву) за оригінальними матеріалами авторів цієї статті – відповідальних виконавців наукових проєктів і ГРР різних стадій, проведених у межах родовища; дослідити мінералого-геохімічні особливості зруденіння.

Геологічна будова і структура. Сергіївське родовище розміщується в південній частині Сурської ЗКС, у межах якої ареал розвитку зруденіння золота виділяється як СРП.

Сурська ЗКС (рис. 2) розміщена в центральній частині Середньопридніпровської ГЗО. Структура має видовжену в північно-західному напрямку коритоподібну форму та розміри 28×16 км, а в розрізі – асиметричну синклінорну будову. Південно-західний борт є пологішим і падає на північний схід під кутами 50–75°, тоді як північно-східний характеризується субвертикальним падінням. На фоні брахіподібної складчастості всередині структури виділяються більш деформовані її прибортові зони. Зокрема, у північній частині структура ускладнена Грушівською, Карнаухівською та Пашенівською

Рис. 2. Схематична геологічна карта Сурської ЗКС:

1 – Сергіївське Au-Мо родовище; 2 – межі Солонянського рудного поля; 3 – плагіомігматити дніпропетровського комплексу; сурська світа: 4 – перша підсвіта (метаморфізовані базальти), 5 – друга підсвіта (коматіти, базальти), 6 – третя і четверта підсвіти об'єднані (базальти, туфи, туфити, осадові породи, залістисті кварцити, коматіти); 7 – аполлонівська товща (базальти, долерити); 8 – алферівська товща (піроксенітові коматіти); 9 – пашенівська товща; 10 – габродолерити, габро; 11 – ріодацити, дацити, тоналіт-порфіри; 12 – плагіограніти сурського комплексу; 13 – граніти мокромосковського комплексу; 14 – геологічні границі; 15 – розломи: регіональні глибинні (а) і локальні (б). Цифри у квадратах: 1 – Карнаухівська, 2 – Пашенівська, 3 – Грушівська синклінали; 4 – Петрівсько-Миколаївська і 5 – Широківська моноклінали

синкліналями, на півдні – Широківською, а на південному заході – Петрівсько-Миколаївською монокліналями зі стрімким падінням. За даними сейсмічних досліджень і щільнісного моделювання днище синклінорію фіксується на глибині приблизно 5 км. З південного заходу й північного сходу він обмежений відповідно Західносурським і Дніпродзержинським, а з півдня – Девладівським глибинними розломами. Сурська ЗКС складена мезоархейськими стратифікованими осадововулканогенними породами конкської серії, зонально метаморфізованих від зеленосланцевої до епідот-амфіболітової (у крайових частинах) фацій. Конкську серію підстилають плагіомігматити дніпропетровського комплексу з останцями суперкрудальних порід аульської серії амфіболітової фації. У складі конкської серії виділяються (знизу вгору): сурська світа, аполлонівська товща, алферівська світа та пашенівська товща. Інтрузивні й субвулканічні аналоги вулканітів названих стратифікованих підрозділів представлені (від раніших до пізніших): верхівцевським базит-ультрабазитовим комплексом, сергіївською асоціацією габроїдів, миколаївською асоціацією базит-ультрабазитів. Із завершальним етапом формування структури пов'язане вкорінення приблизно 3,0 млрд років тому плагіогранітоїдів сурського комплексу. Формування гранітоїдних масивів мокромосковського комплексу 2,7 млрд років тому просторово відірване від зеленокам'яної структури. Становлення цього комплексу пов'язують з етапом консолідації Середньопридніпровської ГЗО. Наймолодшими, неметаморфізованими породами Сурської ЗКС є дайки габроноритів і камптонітів, імовірно протерозойського віку.

Солонянське рудне поле виділяється в південній частині Сурської ЗКС (рис. 3). Окрім золото-молібденових родовищ Сергіївське і Балка Золота [9], СРП об'єднує понад 10 перспективних рудопроаявів золота, серед яких Аполлонівський, Андріївський, Новий, Тетянин, Дорожній та ін. Рудне поле утворене двома різновіковими й контрастними за складом ВПА: рання ВПА основного складу (аполлонівсько-сергіївська) – потоки базальтів аполлонівської товщі та дайкоподібні інтрузиви й сили сергіївських габро-долеритів; пізня ВПА кислого складу (сурський комплекс) – січні стосовно базитів ранньої ВПА порфірові ріодацити, дацити, тоналіт-порфіри й порфіроподібні тоналіти, які складають субвулканічні тіла (Сергіївське, Солонянське, Східносолонянське) і дайки, зрідка штоки (Західний, Східний) і невеликі масиви (Східносергіївський). Утворення пізньої ВПА стосовно зрудення золота й молібдену розглядаємо як рудоконтролювальні та рудогенерувальні.

Рання ВПА становить понад 70 % площі СРП і представлена переважно базальтами. Потоки базальтів потужністю від перших десятків до 120 м зазвичай є слабкодеформованими. У центральній частині СРП (і Сурської ЗКС загалом) вони формують пологі монокліналі та брахіподібні складки. Їхні інтрузивні аналоги, долерити і габро-долерити, утворюють видовжені в субмеридіональному напрямку смугоподібні інтрузиви, які комбінуються із силоподібними тілами. Субвулканічні тіла і дайки пізньої ВПА перетинають базити ранньої ВПА, часто під прямим кутом. Розвиток ранньої ВПА визначає субмеридіональна система розломів (Аполлонівський, Центральносергіївський, Східносергіївський, Золотобалкинський та ін.), а вкорінення субвулканітів пізньої ВПА – переважно субширотна (Солонянський, Південносолонянський, Північносергіївський та ін.), а також окремі розриви субмеридіональної системи, наприклад Східносергіївський, Аполлонівський.

Рис. 3. Геологічна карта Солонянського рудного поля (південної частини Сурської ЗКС):

1 – аульська серія (амфіболіти, кристалосланці); 2 – дніпропетровський комплекс (плагіомігматити); сурська світа нерозчленована; 3 – сланці амфіболів; 4 – залізисті кварцити; 5 – тальк-карбонатні породи; 6 – перша підсвіта (амфіболіти); 7 – друга підсвіта (коматіти); третя підсвіта: 8 – туфолави і туфи основного й середнього складу, туфопісковики, туфоалевроліти, пісковики, алевроліти, ріоліти; 9 – пласти смугастих залізистих кварцитів; аполлонівська товща: 10 – базальти; 11 – долерити; 12 – сергіївська асоціація габро-долеритів, габро; 13 – дацити, ріодацити (а) та їхні дайки поза масштабом (б); 14 – тоналіт-порфіри, порфіроподібні тоналіти; 15 – сурський комплекс (плагіограніти); 16а – мокромосковський комплекс (двопольовошпатові граніти); 16б – позамасштабні дайки меланогабро; 17 – геологічні (а) та літологічні (б) границі; 18 – розломи регіональні (а), головні (б), другорядні (с). Цифри в кружках – Au-Mo родовища: I – Сергіївське, II – Балка Золота; рудопроаяви золота: III – Аполлонівський, IV – Східноаполлонівський, V – Південнопетрівський, VI – Сонячний, VII – Новий, VIII – Розрахунковий, IX – Центральний, X – Дорожній, XI – Тетянин. Червоною переривчастою лінією показано контур Солонянського рудного поля

Сергіївське родовище розміщене в південній частині СРП (рис. 4) і як його складова частина побудоване базальтами, габро-долеритами, долеритами (рання ВПА), які прориваються ріодацитами, дацитами, тоналіт-порфірами і порфіроподібними тоналітами (пізня ВПА). Геологічну будову й особливості зрудення його центральної, золотопродуктивної частини висвітлено в багатьох працях [1, 2, 4, 7, 8 та ін.]. У цій статті головної уваги надано опису східного флангу родовища – Східносергіївського рудопроаяву молібдену. Його границями умовно визначено: на заході – профіль бурових свердловин № 23; на сході – зону субмеридіонального Східносергіївського розлому; на півночі й півдні – межі розвитку мінералізованих екзоконтактових зон Сергіївського субвулканічного тіла в основних породах пізньої ВПА. У зазначених границях розміри рудопроаяву становлять 1,2×1,0 км.

Рудопроаяв приурочений до вузла перетину субмеридіональної та субширотної тектонічних систем, які представлені відповідно Східносергіївським і Північносергіївським розломами. За результатами пошуково-оцінювального буріння рудопроаяв можна поділити на західну і східну структурно-

Рис. 4. Геологічна карта Сергіївського родовища

Ареали розвитку мінералізації: 1 – молібдену (синій контур), 2 – золота (червоний контур); рання (аполлонівсько-сергіївська) ВПА: 3 – базальти, 4 – габро-долерити, габро; пізня ВПА: 5 – дацити, ріодацити, 6 – тоналіт-порфіри, порфіроподібні тоналіти; 7 – розломи (а) і геологічні границі (б); 8 – профілі буріння, свердловини та їхні номери. Цифри в кружках – головні розломи: 1 – Північносергіївський, 2 – Центральносергіївський, 3 – Східносергіївський. Геологічні тіла пізньої ВПА: Сергіївське (Ser) і Солонянське (Sol) субвулканічні тіла дацитів, ріодацитів; Східносергіївський (ESer) масив тоналіт-порфірів, порфіроподібних тоналітів

геологічні частини. Західна частина (між профілями № 23 і 26) має просту будову, хіба що наявне помітне роздування до 340 м Сергіївського субвулканічного тіла. Східна частина набагато складніша за будовою (профілі № 26 і 27). Сергіївська субінтрузія ніби перетискається зі зниженням потужності до 200 м, а далі в східному напрямку віялоподібно розщеплюється з утворенням окремих відгалужень, одні з яких підвертаються до півночі і сполучаються з аналогічним за складом Солонянським субвулканічним тілом, інші – відхиляються на південь і зчленовуються зі Східносергіївським інтрузивом тоналіт-порфірів і порфіроподібних тоналітів. Описане зчленування тіл кислого складу, подібне до лежачої літери “Т”, загальною і визначає геологічну структуру Східносергіївського рудопрояву молібдену.

Контакти Сергіївського субвулканічного тіла січні інтрузивні, чіткі, супроводжуються переривчастими, завдовжки від десятків до перших сотень метрів, смугами еруптивних брекчій потужністю до 5 м, подекуди – до 12 м. Зазвичай матриця брекчій представлена тектонізованими й метасоматично зміненими основними породами, а уламки, завбільшки від перших міліметрів до 3–10 см, з кустастими або заокругленими краями, представлені тоналіт-порфірами, ріодацитами, фельзитами та іншими різновидами кислих порід, а також кварцом. Набагато рідше трапляється брекчія, у якій уламки базитів занурені в цементувальний агрегат кислого складу. Привертає до себе увагу те, що брекчія перебуває в цементованому “залікованому” стані як свідчення її формування синхронно з укоріненням Сергіївського субвулканічного тіла.

Золото-молібденове зруденіння локалізується в зонах контакту кислих субвулканітів пізньої ВПА, які проривають породи ранньої аполлонівсько-сергіївської ВПА. Рудовмісними є розсланцьовані й метасоматично змінені дацити, ріодацити, тоналіт-порфіри, а також базити і їхні ксеноліти у перелічених кислих породах.

Метасоматити Сергіївського родовища поділяють на три групи [5]: 1) лужно-польовошпатові та амфібол-карбонат-кварцові метасоматити, які описав В. С. Монахов, ми

об’єднали в одну групу під спільною назвою монаховіти [6]; 2) метасоматити лиственіт-березитового типу; 3) середньонизькотемпературні пропіліти. У межах рудних зон метасоматити різних груп зазвичай просторово суміщаються.

Монаховіти утворилися під впливом післямагматичних слабко кислих або нейтральних середньотемпературних гідротермальних розчинів, пов’язаних із впровадженням субвулканічних тіл пізньої ВПА. Лужно-польовошпатові монаховіти представлені кварц-плагіоклазовими різновидами, серед яких кварц-альбітовий є найпоширенішим. Кварц-плагіоклазові метасоматити пов’язані переважно з дайками дацитів і ріодацитів, які супроводжують більші субвулканічні тіла. Кварц-альбітовий різновид розвинений по вмісних породах як кислого, так і основного складу, унаслідок чого вони набувають масивної текстурі й суттєво альбітового (60–85 %) складу. Часто агрегати альбіту катаклазовані й “заліковані” карбонатом складу анкерит – залістий доломіт або кальцит.

Амфібол (тремоліт)-карбонат-кварцові монаховіти характерні для порід основного складу, кварц-карбонатних жил, а також поодиноких лінз ультрабазитів. Вони представлені січними жилородоподібними тілами потужністю від перших сантиметрів до перших метрів.

Метасоматичні зміни лиственіт-березитового типу найвиразніше проявлені поблизу кварцових жил і прожилків. У внутрішніх зонах метасоматичних колонок кислих порід переважає серицит, у базитах – пірит, карбонат, серицит, а в ультрабазитах – карбонат, кварц і з’являється тальк. Типові березити не задокументовані, проте процеси заміщення кислих порід пізньої ВПА серицитом, карбонатом і піритом повсюдні.

Повноцінно проявлені ореоли пропілітизації фіксуються рідко через те, що порушені дайками і субвулканічними тілами пізньої ВПА та просторово сполучаються з метасоматитами інших типів. У внутрішніх частинах виявлених ореолів зазвичай спостерігаються ядра епідот-кварцового складу з піритом.

Морфологія рудних зон і тіл залежить від структурних умов локалізації зруденіння. У західній частині рудопрояву розвинений лінійно-штокверковий тип мінералізації, який підпорядковується субширотному структурному плану, створюваному Північносергіївським розломом і Сергіївським субвулканічним тілом кислого складу. На східному фланзі з перетином різноорієнтованих геологічних і тектонічних структур створилися сприятливі умови для штокверкового подекуди брекчійового типів мінералізації. Для розвитку різноспрямованої мережі тріщин, потрібної для формування рудного штокверку, більш сприятливими є крихкі магматичні породи кислого складу пізньої ВПА, ніж більш пластичні базити ранньої ВПА. Загалом зруденіння Східносергіївського рудопрояву належить до комбінованого лінійно-штокверкового типу.

Лінійно-штокверкові зони мають складну морфологію зі звивистими контурами, “затоками” й відгалуженнями та представлені хаотичною мережею малопотужних кварцових, карбонат-кварцових прожилків з бідною (2–5 %) укріпленістю сульфідів, зокрема й молібдену. Загалом виділено 20 прожилково-вкраплених рудних зон потужністю до 100–150 м.

Такий морфологічний тип зруденіння може як узгоджуватися з геологічними границями й контактами, так і перетинати їх. Зазвичай рудні зони й рудні тіла не мають чітких геологічних меж і визначаються внаслідок випробування. Бортовий уміст молібдену для рудних зон становить 0,01 %, а для рудних тіл, які виділяються в їхніх межах, – 0,05 %. Щодо мінералізації золота, то вона зосереджена як у конту-

рах молібденовиродних зон (тіл), так і за їхніми межами, де виокремлюється в самостійні рудні тіла.

У межах рудопрояву виявлено такі лінійно-штоковеркові молібденумісні рудні зони:

1) північна рудна зона – у північному, висному боці Сергіївського субвулканічного кислого тіла;

2) центральна рудна зона – власне Сергіївське субвулканічне тіло;

3) південна рудна зона – у південному, лежачому боці субвулканічного тіла;

4) східна штоковеркова зона – в апікальній зоні Східносергіївського інтрузиву.

Мінеральний склад руд. За даними геолого-пошукових робіт виділено два основні мінеральні різновиди руд Східносергіївського рудопрояву: 1) кварц-молібденітовий; 2) кварц-сульфідно-золото-молібденітовий. Головними корисними мінералами-компонентами руд є молібденіт (рис. 5), а також золото. Продуктивну мінералізацію супроводжують пірит, халькопірит, магнетит, рідше виявляються піротин, арсенопірит, шееліт, сфалерит, мінерали вісмуту, срібла, телуру. Такі мінерали, як арсенопірит, телуриди вісмуту й срібла, самородний вісмут розглядають як пошукову ознаку золотого зруденіння. Золото поширене на всій площі рудопрояву, проте його розподіл вельми нерівномірний. Варто зазначити, що за наявності благородного металу його вміст зазвичай сягає промислових концентрацій. Головними нерудними мінералами є кварц, карбонат, польовий шпат, хлорит. У меншій кількості наявні амфібол, біотит, серицит, епідот, а також акцесорні ільменіт, апатит, сфен, циркон, монацит, турмалін, рутил, силіманіт тощо.

Рис. 5. Молібденові руди Сергіївського родовища

Мінералізація в базальтах: а – карбонат-кварцовий прожилок з молібденітом, сверд. 3213, гл. 317,5 м, вміст Мо – 0,051 %; б – розвиток піриту, карбонату, молібденіту в зальбанді кварцової жили, сверд. 3213, гл. 266,8 м, вміст Мо – 0,031 %; в – кварцовий прожилок з молібденітом і піритом, сверд. 3213, гл. 264,0 м, вміст Мо – 0,025 %. Мінералізація в кислих породах: д – молібденіт у зальбандах, подекуди всередині карбонат-кварцового прожилка в порфіровому дациті, сверд. 3218, гл. 243,2 м, вміст Мо – 0,05 %; е – молібденіт-кварцовий прожилок у фельзиті, сверд. 3219, гл. 278,5 м, вміст Мо – 0,105 %; ф – дрібна вкрапленість молібденіту, розсіяна всередині кварцового прожилка у фельзиті, сверд. 3219, гл. 275,7 м

Показово, що склад руд суттєво залежить від складу вмісних порід лише стосовно породотвірних (нерудних) мінералів. Набір головних рудних компонентів (молібденіт, пірит, халькопірит) є простим і доволі витриманим, певних варіацій може зазнавати лише їхній вміст.

Молібденіт у рудоносних лінійно-штоковеркових зонах приурочений до кварцових прожилків (рис. 5), потужність яких варіює від 1 до 5 см. Він має вигляд сажоподібних примазок, нальоту вздовж площин сколювання або виповнює волосоподібні мікротріщини. Під мікроскопом молібденіт зазвичай має вигляд недосконалих кристалів – лусок та їхніх скупчень, подекуди трапляються таблички й пластинки, рідко – тригональні призми, гексагональні пластинки і розетки. Для зерен мінералу характерні полісинтетичні двійники тиску, фігури зминання, блокове й хвилясте згасання. За розміром виділень молібденіт розподіляється в руді в такий спосіб: 0,005–0,01 мм ~ 30 %; 0,01–0,1 мм ~ 40 %; >0,1–1,0 мм ~ 25 %; >1 мм ~ 5 %. Загалом форма й розміри виділень мінералу залежать від складу вміщувальних утворень. Зокрема, у прожилках суттєво кварцового і кварц-польовошпатового складу переважають кристали більших розмірів з гарними й досконалими кристалографічними обрисами. Серед хлоритових і серицитових жильних скупчень утворюються тонколускуваті лінзоподібні агрегати молібденіту завдовжки 2–5 мм, орієнтовані згідно зі структурним напрямком породотвірних мінералів. У прожилках карбонатного і кварц-карбонатного складу він переважно має вигляд пилюватої вкрапленості. Основний обсяг лусок мінералу і їхніх агрегатів виповнює мікротріщини в зальбандах, рідше – у внутрішніх частинах прожилків, іноді – уздовж границь окремих зерен. Найчастіше молібденіт розміщується відокремлено від інших рудних мінералів, проте його зростання з піритом і халькопіритом є також доволі поширеним.

У кислих субвулканітах молібденіт розвивається в зальбандах кварцових прожилків, де представлений мономінеральним агрегатом мікролусок, розмір яких не перевищує 450–600 мкм. Іноді прихованокристалічні агрегати мінералу виповнюють мікротріщини з переходом в гніздоподібні скупчення лусок завдовжки до 350 мкм. У зонах брекчіюваних порід мінерал часто облямовує окремі зерна альбіту.

У базальтах молібденіт представлений лінзами та гніздами лускуватої будови (рис. 6), які приурочені до кварцових і карбонат-кварцових прожилків (сверд. 3219, гл. 341,0 м). Лінзи орієнтовані згідно з простяганням прожилків; окремі луски в одних випадках підпорядковуються видовженню лінз, в інших – розміщуються хаотично. Розмір окремих лусок не перевищує 700–800 мкм. Молібденіт за наявності інших сульфідів утворює зростки з халькопіритом, тоді як з піритом він зазвичай просторово розмежовується. Трапляються випадки заміщення халькопіриту молібденітом вздовж тріщин або виповнення в ньому мікротріщин. У базальтах зі сверд. 3213 (гл. 184,3 м.) молібденіт локалізований здебільшого в зальбандах кварцового прожилка вздовж тріщин відриву і мікропорожнинами. Він представлений переважно лускато-волоконистим або масивного вигляду агрегатом і окремими лусочками (рис. 7) завдовжки 0,5 – 0,7 мм.

В асоціації з молібденітом зазвичай наявні пірит і халькопірит (рис. 8), рідко – золото, піротин, телуриди, шееліт та інші рудні мінерали. Цікавим у цьому сенсі є розріз за сверд. 3218, описаний у звіті про пошуки молібдену в межах південної частини Сурської структури (Л. О. Рязанцева та ін., 2004). Зокрема, в інтервалі 184,5–185,4 м, представленою змінени-

Рис. 6. Молибденіт у масивних тонколукуватих агрегатах лінзо-подібної та неправильної форми, сверд. 3219, гл. 275,7 м

Електронні зображення на рис. 6–8 отримано в ІГМР НАН України під електронним мікроскопом JEOL JSM-6700F, виконавець – канд. геол.-мінерал. наук О. А. Вишневецький

Рис. 7. Ідіоморфні видовжені таблиці та луски молибденіту, сверд. 3213, гл. 261,0 м

ми порфіровими дацитами, де вміст молибдену сягає 0,065 %, виявлено самородне золото (з концентрацією 8 г/т за даними пробірного аналізу), а також мінерали вісмуту (вміст – 0,15 % Bi), вольфраму (0,01 %) і срібла (до 7 г/т). На глибині 185,1 м спостерігається видиме золото і його зростки з молибденітом, а також зростки молибденіту з телуридами. Самородне золото пробністю 790–916 представлене зернами розміром до

Рис. 8. Молибденіт в асоціації з піритом і халькопіритом у зразках керна сверд. 3219 (гл. 275,7 м) і 3213 (261,0 м)

50 мкм у жильній матриці, між окремими лусочками молибденіту, де наростає на них або формується у вигляді вкраплень в агрегаті лусок. Найбільш виразною є мінеральна асоціація, де мікроросток золота з телуридом розміщується серед молибденіту. Зафіксовано також мікроросток золота з телуридом вісмуту в молибденіті. Це дає підставу припустити наявність золото-телуридно-молибденітової парагенетичної асоціації.

За результатами рентгено-структурних досліджень молибденіту діагностовано два його політипи [11, 12]. Найпоширенішим є двошаровий політип (2Н), який кристалізується в гексагональній сингонії і характеризується переважно лінзоподібними й неправильної форми агрегатами тонколукуватого молибденіту (рис. 6). Другий політип – тришаровий (3R) ромбоєдричної сингонії, який найчастіше представлений ідіоморфними видовженими таблицями й лусками або їхніми агрегатами (рис. 7). За методикою Ф. Е. Віксона та Д. К. Сміта (1970) отримано дані про співвідношення поліморфних модифікацій молибденіту, зокрема, виявлено чітку тенденцію збільшення частки 3R модифікації (до 35 %) з ростом умісту ренію в молибденіті.

Реній геохімічно близький до молибдену, має майже ідентичні розміри іонних радіусів та однакові поляризаційні властивості. Він є доволі характерним для руд молибдену й зосереджується зазвичай як ізоморфна домішка в ньому. Уміст ренію в керні сверд. 3216, 3217 становить від 93,8 до 229,5 г/т. Елементний аналіз монофракцій молибденіту визначено в Інституті ядерних досліджень НАН України [11] методом інструментального нейтронно-активаційного аналізу з використанням нейтронів науково-дослідного реактора ВВР-М. Окрім того, як корисну домішку в молибденових рудах діагностовано елемент платинової групи осмію. За даними вимірювань мас-спектрометром VG-9000 з жеврійним розрядом уміст осмію в молибденітових концентратах змінюється від 0,8 г/т до 277,77 г/т і в середньому становить 51,66 г/т.

Інтенсивний розвиток сульфідів (насамперед піриту) не є сприятливою ознакою для підвищеного вмісту молибдену. Більшою мірою наявність сульфідів свідчить про ймовірні рудні концентрації золота. Водночас підвищена концентрація золота не завжди збігається з інтенсивною піритовою мінералізацією.

Золото перебуває в парагенетичній асоціації з кварцом, карбонатом і сульфідами (піритом, халькопіритом, арсенопіритом), дуже рідко – молібденітом. Виділення золота мають зазвичай неправильну й грудкоподібну форму з гострими або заокругленими краями, рідше – шкаралупоподібну, пластинчасту, таблитчасту, паличкоподібну та розмір від 0,01–0,05 мм до 0,55 мм. Іноді дрібні зерна утворюють слабо зцементовані агрегати, які розпадаються на ще дрібніші золотинки (сверд. 3203, гл. 163,0 м). Загалом його форма й розміри залежать від складу вмисних порід. У зонах інтенсивного скварцювання, карбонатизації, у кварцових і кварц-карбонатних прожилках зерна мають більш ізометричну (грудкувату, товстотаблитчасту) форму, на відміну від золота, пов'язаного із залізистими сульфідами, де переважають лускаті й плескаті зерна. Золото в сульфідах є нез'язаним; зазвичай воно зосереджується в малопотужних кварцових прожилках, які перетинають скопчення сульфідів, подекуди ніби цементує зерна піриту.

За наявної комплексності родовища потрібно зазначити факт просторового розмежування рудних інтервалів золота й молібдену. Підвищений уміст обох металів в одних і тих же перетинах трапляється рідко, що вказує на роз'єднаність процесів золото- й молібденовідкладення. Імовірно, що головна стадія мінералізації молібдену разом з піритом, халькопіритом, піротином передувала благородному металу, а пізніша золото-телуридно-молібденова є малопродуктивною на молібден.

Пірит – найпоширеніший сульфідний мінерал. Він нерівномірно розсіяний у рудах у кількості від 1–3 до 5 %. В окремих інтервалах його концентрація підвищена до 10,7–18,4 кг/т. У таких випадках – це густа вкрапленість, суцільні мікропрожилки завширшки декілька міліметрів або гніздоподібні виділення неправильної форми розміром до 10–15 мм. Зазвичай ділянки піритової мінералізації мають смугасту будову, із субпаралельним орієнтуванням виділень піриту в уміщувальній породі або жильній (кварцовій) масі (рис. 8). Виділяється декілька генерацій піриту, і здебільшого його утворення передувало продуктивній мінералізації молібденіту, а надто накопиченню золота.

Халькопірит переважно виявляється у зруденілих базитах у кількості до 1,09 кг/т з відповідним умістом міді до 0,159–0,50 %. Зерна халькопіриту мають неправильну форму, зрідка – тетраедричну; часто розміщуються в зростках з іншими сульфідами, переважно піритом. Халькопірит утворює дрібну вкрапленість у жильній матриці й піриті в жилах, також міститься в зростках з піротином, а подекуди виповнює волосоподібні тріщинки в піриті. Зазвичай більш ідіоморфні зерна піриту ніби занурені в халькопіритову матрицю; іноді халькопірит виповнює інтерстиції між зернами піриту.

Піротин поширений спорадично. Він утворює виділення неправильної й видовжено-неправильної, рідше близької до ізометричної форми, приурочені до порожнин і тріщин у жильному матеріалі й піритовій вкрапленості в базальтах. Інколи піротин наростає на грані кристалів піриту, кородуючи їх, або виповнює в ньому тріщинки, ще рідше утворює мікровкраплення. Подекуди трапляються дрібні самостійні виділення піротину округлої та овальної форми, а також тріщинки завдовжки перші міліметри у вмисних породах, які майже повністю виповнені піротином.

За взаємовідношеннями сульфідів в аншілфах з'ясована така загальна послідовність їхньої кристалізації: пірит → піротин → халькопірит → молібденіт.

Шеселіт (вольфрамат кальцію) виявлений у крайових частинах родовища, переважно в кислих метавулканітах, у

концентраціях, які відповідають умісту вольфраму від 0,005 до 0,05 %. У керні сверд. 3210 в інтервалі 327,2–328,4 м у тоналіт-порфірах діагностовані зерна шеселіту неправильної форми розміром 0,4×0,35×0,30 мм. У сверд. 3205 в інтервалах 183,4–184,5, 201,2–202,4 і 230,5–232,0 м уміст вольфраму становить 0,01–0,03 %.

Підвищений уміст **срібла** (до 10 г/т) зумовлений наявністю самородного срібла, телуридів срібла в рудах. У керні сверд. 3210 в інтервалі 146,0–147,5 м у метабазальтах у зерні піриту виявлено дрібний самородок срібла завбільшки 0,15×0,01 мм.

Генезис молібденових руд. У Середньопридніпровській ГЗО виявлено найбільшу кількість молібденових проявів, порівнюючи з іншими мегаблоками УЩ [10]. Їх можна класифікувати на дві геолого-генетичні групи. Перша група – найпоширеніші прояви, які просторово й генетично пов'язані з мезоархейськими двопольовошпатовими гранітоїдами мокромосковського й токівського комплексів [15]. Зруденіння таких об'єктів належать до монометалевого молібденового типу. Друга група – це рудопояви, локалізовані в мезоархейських ЗКС і пов'язані з постмагматичними гідротермальними процесами в осадово-вулканогенних зеленокам'яних товщах під впливом становлення субвулканічних і плутонічних тіл та масивів плагіогранітоїдів сурського комплексу. Ці рудопояви представлені мінералізацією мідно-молібденового або молібденового типу.

Найпродуктивнішим, з реальними промисловими перспективами є другий – молібденовий тип, до якого зараховуємо Східносергіївський рудопояв. Найбільш прийнятною для нього є метаморфогенно-гідротермальна генетична модель, яка припускає рудогенерувальну роль утворень пізньої ВПА за участі речовини метаморфічних процесів. Зазначимо, що на початкових етапах вивчення родовища В. С. Монахов [5] схилявся до думки, що формування рудоносних лужно-польовошпатових з рожевим альбітом метасоматитів (монаховітів) пов'язане не з плагіогранітоїдами сурського комплексу (пізня ВПА), а з двопольовошпатовими гранітами мокромосковського комплексу. Однак у межах Сергіївського родовища типові мокромосковські граніти, пегматити чи апліти достовірно не виявлені. Ми не відкидаємо такого погляду, лише хочемо зазначити, що мокромосковські гранітоїди мають суттєве поширення за межами Сурської ЗКС, де утворюють невеликі штокоподібні тіла серед так званого гранітоїдного облямування – плагіогранітоїдів дніпропетровського й сурського комплексів. Крім того, власне Мокромосковський масив розміщений за 30 км південно-східніше від Сергіївського родовища.

Більшість дослідників та автори цієї статті вважають, що продуктивна мінералізація як молібдену, так і золота Сергіївського родовища пов'язана з однойменним субвулканічним тілом порід плагіогранітоїдного складу. Водночас особливості геологічної будови східного флангу родовища вказують на те, що зруденіння молібдену може мати не лише просторові, а й генетичні зв'язки зі становленням Східносергіївського масиву тоналіт-порфірів і порфіроподібних тоналітів. Адже саме на північний захід від нього і далі вздовж Сергіївського субвулканічного тіла сформувалася характерна для родовища рудно-металогенічна зональність: $Mo \rightarrow Au+Mo \rightarrow Au$. Така зональність цілком узгоджується з рідкіснометалевим, раннім сульфідним і пізнім сульфідним мінеральними комплексами, які виділив Ю. В. Ляхов та ін. [3], що відображають загальну стадійність золото-моліб-

денового рудоутворення. Основний етап золотонакопичення втілювався в умовах циркуляції водно-солевих розчинів з концентрацією NaCl – 30–35 % у діапазоні температур 240–320 °C і тиску в системі мінералоутворення 100–136 МПа. За даними гомогенізації вкраплень молібденіт утворився в температурному інтервалі 200–450 °C.

Відомо, що штокверкові молібденоносні зони зазвичай розвиваються над гранітоїдними куполами та мають потужність до 300–400 м. Таким параметрам загалом відповідає і лінійно-штокверкове зруденіння Східносергіївського рудопроаяву, якщо припустити послідовне становлення спочатку Сергіївського субвулканічного тіла, а згодом Східносергіївського масиву. За такого геологічного розвитку найпотужніше та найбагатше зруденіння в апікальній і надкупольній частинах масиву, напевно, було еродованим і розміщувався дещо південніше самого рудопроаяву. У процесі пошукових робіт (Л. О. Рязанцева та ін., 2004) відпрацьовано також структурну модель, згідно з якою теперішні контури розвитку мінералізації молібдену відповідають ще не розкритій буровими свердловинами рудогенерувальній апофізі Східносергіївського масиву, склепіння якої розміщується на глибині понад 300 м. Однак на сьогодні немає свідчень, які могли б підтвердити цей погляд. Ідеться про мінералого-геохімічну зональність, закономірні варіації інтенсивності зруденіння з глибиною тощо.

Певне генерувальне значення може мати також субмеридіональне продовження Солонянського субвулканічного тіла, адже за 4,5 км північніше до нього приурочене золото-молібденове зруденіння родовища Балка Золота.

У процесах рудовідкладення важливу роль відігравали Північносергіївський і Східносергіївський розломи, особливо ділянка перетину цих диз'юнктивних структур. Щодо субмеридіонального Східносергіївського розлому, то є велика ймовірність, що він був важливою рудопідвідною зоною для продуктивних молібденоворудних об'єктів СРП загалом. Адже до розміщеного за 2 км східніше Золотобалкинського розлому цієї системи тяжіють згадані вище молібденові руди родовища Балка Золота [9]. Формування штокверкових зон, перевідкладення і перерозподілення рудної речовини ймовірно відбувалися під впливом системи діагональних порушень північно-західного й південно-східного простягання.

Вік молібденових руд визначався двома методами: 1) за методикою хімічного поділу Re та Os і мас-спектрального визначення вмісту ізотопів у зразку зі сверд. 3222, глибина 219,5 м [14]; 2) прямим ядерно-фізичним методом із прецизійним вимірюванням спектра в зразку зі сверд. 3219, глибина 343,1 м. Обома методами отримано близькі значення віку, які становлять не менше ніж 3,1 млрд років.

Висновки. 1. Рудопроаяви молібдену, відомі в межах Солонянського рудного поля на півдні Сурської ЗКС, просторово асоціюють з рудними покладами золота, і ми їх розглядаємо як одні з найперспективніших не тільки на території Середнього Придніпров'я, але й на площі УЩ та в Україні загалом. Найкраще вивченим є зруденіння молібдену на східному фланзі Сергіївського комплексного Au-Mo родовища – Східносергіївський рудопроаяв.

2. Геологічна структура рудопроаяву – це вузол зчленування, що подібний до лежачої літери “Т”, субширотного Сергіївського й субмеридіонального Солонянського субвулканічних тіл і Східносергіївського масиву плагіогранітоїдів пізньої ВПА, які січуть базити ранньої ВПА.

3. Зруденіння молібдену – це лінійно-втягнені зони з хаотичною мережею малопотужних кварцових, карбонат-

кварцових прожилків і бідною (2–5 %) сульфідною мінералізацією, зокрема й молібденіту. Згідно з морфологією воно належить до комбінованого лінійно-штокверкового типу. Загалом виділено 20 лінійно-штокверкових рудних зон потужністю до 100–150 м за середнього вмісту молібдену від 0,01 до 0,3 %, інколи понад 1 %.

4. Виділяють два основні мінеральні різновиди молібденових руд: 1) кварц-молібденітовий; 2) кварц-сульфідно-золото-молібденітовий. Головним корисним компонентом є молібденіт. В асоціації з ним трапляється пірит, халькопірит, магнетит, зрідка – піротин, ще рідше – золото, арсенопірит, шееліт, телуриди вісмуту, срібла та ін. Типовими нерудними мінералами є кварц, карбонат, польовий шпат, хлорит, амфібол, біотит, серицит. Підвищений уміст молібдену й золота в одних і тих же перетинах спостерігають рідко, що вказує на роз'єднаність процесів золото- і молібденовідкладення.

5. Руди належать до власне молібденового мінерального типу, утворилися на завершальному етапі формування осадово-вулканогенного породного комплексу Сурської ЗКС, просторово й генетично приурочені до інтрузій помірно кислих плагіогранітоїдів і локалізовані в їхніх енто- та екзоконтактах. Припускають гідротермально-метаморфогенний генезис зруденіння молібдену. За геолого-промисловою класифікацією продуктивна мінералізація належить до штокверкового (лінійно-штокверкового) типу.

6. Промислові перспективи Сергіївського родовища, очевидно, є реалістичнішими за умови його комплексного освоєння, а не окремого видобутку золота й молібдену. Нині для підвищення інвестиційної привабливості родовища рекомендовано виконати комплексну оцінку ресурсів золота, молібдену, а також ренію й осмію в молібденіті.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бобров О. Б. Новий тип золотого зруденіння в зеленокам'яних поясах Українського щита (за даними глибинного геологічного картування)//Вісник Львів. ун-ту. Сер. геол. – 1992. – № 11. – С. 82–88.
2. Дишук М. Ю., Коваль О. М., Лебідь М. І., Маликов Е. П. Геологічна будова Сергіївського родовища золота/Мінеральні ресурси України. – 1995. – № 3–4. – С. 4–7.
3. Ляхов Ю. А., Сиворонов А. О., Бобров О. Б., Павлух М. М. Флюїдний режим метаморфогенно-гідротермального зруденіння золота Сурської зеленокам'яної структури. (Український щит)//Мінералогічний зб. – 1994. – № 47. – Вип. 1. – С. 24–32.
4. Металічні і неметалічні корисні копалини України. Том 1. Металічні корисні копалини/Під ред. акад. М. П. Щербака і проф. О. Б. Боброва. – Київ – Львів: Вид-во “Центр Європи”, 2005. – 785 с.
5. Монахов В. С. Метасоматическая зональность Сурской синклинали. – К.: Наукова думка, 1986. – 190 с.
6. Синицин В. О., Сукач В. В. Формация монаховитів (середньотемпературних золотоносних субвулканічних кварц-карбонатних метасоматитів) в архейських зеленокам'яних товщах//Теоретичні питання і практика досліджень метасоматичних порід і руд: тези доповідей наук. конференції. – Київ: ІГМР НАН України, 2012. – С. 71–73.
7. Сукач В. В. Геологічна будова та золотоносність Солонянського рудного поля (Сурська структура, Середнє Придніпров'я)//Автореф. дис. канд. геол. наук: 04.00.01. – НАН України: Ін-т геол. наук. – К., 2002. – 17 с.
8. Сукач В. В., Некряч А. І., Бобров О. Б., Малих М. М., Монахов В. С. Речовинний склад та стратиграфічне положення золотовміщуючої аполлонівсько-сергіївської вулканоплутонічної асоціації (Середнє Придніпров'я, Український щит)//Геологія і магматизм докембрію Українського щита. – К., 2000. – С. 112–115.
9. Сукач В. В., Рязанцева Л. О. Комплексні золото-молібденові родовища та рудопроаяви в зеленокам'яних поясах Середнього Придніпров'я Українського щита/Мінеральні ресурси України. – 2018. – № 2. – С. 3–9.
10. Сьомка В. О. Генетичні типи молібдено- і вольфрамоносних метасоматитів Українського щита. – Київ: Наукова думка, 2019. – 256 с.

11. Сьомка В. О. Елементи-домішки в молібденітах із докембрійських комплексів Українського щита//Геохімія та рудоутворення. – 2009. – № 27. – С. 98–101.

12. Сьомка В. О., Квасниця І. В., Бондаренко С. М., Сьомка Г. В. Морфологічні, структурні та хімічні особливості молібденітів Українського щита//Мінерал. журн. – 2013. – 35, № 4. – С. 19–31.

13. Щербак Н. П., Артеменко Г. В., Лесная И. М., Пономаренко А. Н. Геохронологія раннього докембрія Українського щита. Архей. – К.: Наукова думка, 2005. – 241 с.

14. Stein H. J., Sunblad K., Markey R. J. et al. 187 Re – 187 Os ages for molybdenites from the Maiske and Sergeevske Au deposits//Geophys. Journal. – 1998. – No 4. – P. 114–117.

15. Syomka V. A. Genetic types of molybdenum mineralization in the Ukrainian Shield Precambrian//The abstracts of International Symposium “Metallogeny of Precambrian Shields” – Kyiv, Ukraine, September, 13–26, 2002. – 95 p.

REFERENCES

1. Bobrov O. B. New type of gold mineralization in greenstone belts of Ukrainian Shield (according to the deep geological mapping)//Visnyk Lviv un-tu. Ser. heol. – 1992. – № 11. – P. 82–88. (In Ukrainian).

2. Dyshchuk M. Yu., Koval O. M., Lebid M. I., Maliarov E. P. Geological structure of Serhiivske gold deposit//Mineralni resursy Ukrainy. – 1995. – № 3–4. – P. 4–7. (In Ukrainian).

3. Liakhov Yu. V., Sivoronov A. O., Bobrov O. B., Pavlun M. M. Fluidal regime of metamorphic-hydrothermal gold mineralization of Surska greenstone structure (Ukrainian shield)//Mineral. zb. – 1994. – № 47. – Iss. 1. – P. 24–32. (In Ukrainian).

4. Mineral deposits of Ukraine. Vol. 1. Metalliferous mineral deposits. Editors in chief M. P. Shcherbak, O. B. Bobrov. – Kyiv–Lviv: “Tsentr Yevropy” – 2006 – 785 p. (In Ukrainian).

5. Monahov V. S. Metasomatic zonation of Sura syncline. – Kiev: Naukova dumka, 1986. – 192 p. (In Russian).

6. Synytsyn V. O., Sukach V. V. Formation of monakhovites (medium-temperature gold-bearing sub-volcanic quartz-carbonate metasomatites) in Archean greenstone belts//Teoretychni pytannia i praktyka doslidzhen metasomatychnykh porid i rud: tezy dopovidei nauk. konferentsii. – Kyiv: IHMR NAN Ukrainy, 2012. – P. 71–73. (In Ukrainian).

7. Sukach V. V. Geological structure and gold-bearing of the Solone ore field (Middle Dnipro region, Sura structure)//Aftoref. dys. kand. heol. nauk. – Kyiv, 2002. – 17 p. (In Ukrainian).

8. Sukach V. V., Nekriach A. I., Bobrov O. B., Malykh B. I., Monakhov V. S. Rock composition and stratigraphy of gold-bearing Apollonivka-Sergiiivka volcanic-plutonic association (Middle Dnipro, Ukrainian Shield)//Heolohiia i mahmatyizm dokemriiu Ukrainskoho shchyta. – Kyiv, 2000. – P. 112–115. (In Ukrainian).

9. Sukach V. V., Riazantseva L. O. Complex gold-molybdenum deposits and occurrences in greenstone belts of the Middle Dnipro region of the Ukrainian shield//Mineralni resursy Ukrainy. – 2018. – № 2. – P. 3–9. (In Ukrainian).

10. Somka V. O. Genetic types of molybdenum- and tungsten-bearing metasomatites of the Ukrainian Shield. – Kyiv: Naukova dumka, 2019. – 256 p. (In Ukrainian).

11. Somka V. O. Impurity elements in molybdenites from Precambrian complexes of Ukrainian Shield//Heokhimiiia ta rudoutvorennia. – 2009. – № 27. – P. 98–101. (In Ukrainian).

12. Somka V. O., Kvasnytsia I. V., Bondarenko S. M., Somka H. V. Morphological, structural and chemical properties of molybdenites of the Ukrainian Shield//Mineraloh. zhurnal. – 2013. – 35, № 4. – P. 19–31. (In Ukrainian).

13. Shcherbak M. P., Artemenko G. V., Lesnaja I. M., Ponomarenko O. M. Geochronology of Early Precambrian of Ukrainian shield. Archean. – Kiev: Naukova dumka, 2005. – 241 p. (In Russian).

14. Stein H. J., Sunblad K., Markey R. J. et al. 187 Re – 187 Os ages for molybdenites from the Maiske and Sergeevske Au deposits//Geophys. Journal. – 1998. – No 4. – P. 114–117.

15. Syomka V. A. Genetic types of molybdenum mineralization in the Ukrainian Shield Precambrian//The abstracts of International Symposium “Metallogeny of Precambrian Shields” – Kyiv, Ukraine, September, 13–26, 2002. – 95 p.

Рукопис отримано 22.01.2020.

ДО ВІДОМА АВТОРІВ

МІНЕРАЛЬНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ

З метою подальшого підвищення наукового рейтингу журналу та його дописувачів варто звернути увагу на таке:

1. Кожна публікація не англійською мовою супроводжується анотацією англійською мовою обсягом не менш як 1800 знаків (з ключовими словами). Якщо видання не є повністю українськомовним, кожна публікація не українською мовою супроводжується анотацією українською мовою обсягом не менш як 1800 знаків (з ключовими словами).

2. Вимоги до анотацій англійською мовою: інформативність (без загальних слів); змістовність (відображення основного змісту статті та результатів досліджень); застосування термінології, характерної для іноземних спеціальних текстів; єдність термінології в межах анотації; без повторення відомостей, що містяться в заголовку статті.

3. Прізвища авторів статей надаються в одній з прийнятих міжнародних систем транслітерації (з української — відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України № 55 від 27.01.2010 “Про впорядкування транслітерації українського алфавіту латиницею”, з російської — відповідно до “Системи транслітерації Библиотеки конгресса США”). Зазначення прізвища в різних системах транслітерації призводить до створення в базі даних різних профілів (ідентифікаторів) одного автора.

4. Для повного й коректного створення профілю автора дуже важливо наводити місце його роботи. Дані про публікації автора використовуються для отримання повної інформації щодо наукової діяльності організації і загалом країни. Застосування в статті офіційної, без скорочень, назви організації англійською мовою запобігатиме втраті статей у системі аналізу організацій та авторів. Бажаючи вказувати в назві організації її відомство за належністю.

5. В аналітичній системі SCOPUS потрібні пристатейні списки використаної літератури латиницею. Можливості SCOPUS дають змогу проводити такі дослідження: за посиланнями оцінювати значення визнання робіт конкретних авторів, науковий рівень журналів, організацій і країн загалом, визначати актуальність наукових напрямів і проблем. Стаття з представленим списком літератури демонструє професійний кругозір та якісний рівень досліджень її авторів.

6. Правильний опис джерел, на які посилаються автори, є запорукою того, що цитовану публікацію буде враховано в процесі оцінювання наукової діяльності її авторів, а отже й організації, регіону, країни. За цитуванням журналу визначається його науковий рівень, авторитетність тощо. Тому найважливішими складниками в бібліографічних посиланнях є прізвища авторів і назви журналів. В опис статті треба вносити всіх авторів, не скорочуючи їхньої кількості. Для уникнення неточностей в ідентифікації авторства й визначення персональних метрик (показників) бібліометрії авторам наукових публікацій потрібно використовувати персональні коди ORCID.

7. Для українсько- та російськомовних статей з журналів, збірників, матеріалів конференцій структура бібліографічного опису така: автори (транслітерація), переклад назви статті англійською мовою, назва джерела (транслітерація), вихідні дані, у дужках — мова оригіналу, ідентифікатор DOI.

8. Список використаної літератури (References) для SCOPUS та інших закордонних баз даних наводиться повністю окремим блоком, повторюючи список літератури до українсько- та російськомовної частини незалежно від того, містяться в ньому чи ні іноземні джерела. Якщо в списку є покликання на іноземні публікації, їх повністю повторюють у списку, який створюють у латинському алфавіті.

Рукопис статті до редакції автори подають зі своїми підписами.