

<https://doi.org/10.15407/mineraljournal.44.04.125>
УДК 553.411.071 + 553.462 (477.63)

В.В. Сукач, д-р геол. наук, зав. відділу
Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України
03142, м. Київ, Україна, пр-т Палладіна, 34
E-mail: svital@ukr.net; <http://orcid.org/0000-0002-4710-7230>

Л.О. Рязанцева, пров. геолог
ДП "Південукргеологія" Дніпровська геологічна експедиція
49005, м. Дніпро, Україна, вул. Чернишевського, 11
E-mail: lryazanceva.09@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-1829-8290>

С.М. Бондаренко, канд. геол. наук, старш. наук. співроб.
Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України
03142, м. Київ, Україна, пр-т Палладіна, 34
E-mail: sbond.igmr@gmail.com; <http://orcid.org/0000-0001-7948-3583>

М.С. Котенко, аспірант
Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України
03142, м. Київ, Україна, пр-т Палладіна, 34
E-mail: kmssoae@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-5004-2968>

МІНЕРАЛІЗАЦІЯ МОЛІБДЕНУ КОМПЛЕКСНОГО Au-Mo РОДОВИЩА БАЛКА ЗОЛОТА (СЕРЕДНЄ ПРИДНІПРОВ'Я, УКРАЇНСЬКИЙ ШИТ)

Золото-молібденове родовище Балка Золота знаходиться у центральній частині Солонянського рудного поля, яке виділяється в південній частині Сурської зеленокам'яної структури Середньопридніпровського мегаблоку Українського щита. Зруденіння молібдену приурочене до його східного флангу і відоме як Солонянський рудопрояв. Висвітлено такі питання: історія виявлення і вивчення рудопрояву, склад вмісного породного комплексу, структурне положення і умови локалізації мінералізації молібдену, морфологія рудоносних зон і рудних тіл, склад руд, продуктивні мінеральні асоціації, послідовність їх формування, морфологічні особливості молібденіту, загальні уявлення про генезис молібденової мінералізації. Видобування молібденової руди є можливим за умови комплексної розробки родовища Балка Золота, яка в свою чергу стане реальною після старту гірничодобувних робіт у межах Солонянського рудного поля на Сергіївському золото-молібденовому родовищі-аналогу. Рекомендовано виконати додаткові геологорозвідувальні роботи на східному фланзі родовища Балка Золота і комплексну геолого-економічну оцінку покладів золота й молібдену.

Ключові слова: золото-молібденове родовище Балка Золота, Солонянське рудне поле, метабазальти, метадацити, мезоархей, молібденові руди, молібденіт.

Вступ. Родовище Балка Золота [1, 15] за оціненими ресурсами благородного металу належить до десятка потенційно промислових золоторудних об'єктів України. Воно знахо-

диться (рис. 1) у Середньопридніпровському мегаблочі Українського щита (УЩ), у південній частині Сурської зеленокам'яної структури (ЗКС), де виділяється Солонянське

Цитування: Сукач В.В., Рязанцева Л.О., Бондаренко С.М., Котенко М.С. Мінералізація молібдену комплексного Au-Mo родовища Балка Золота (Середнє Придніпров'я, Український щит). *Мінерал. журн.* 2022. 44, № 4. С. 125—139. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.44.04.125>

рудне поле (СРП) [5]. Власне молібденова мінералізація, представлена Солонянським рудопроявом, просторово приурочена до східного флангу головного, золоторудного, блоку родовища. Натепер зруденіння золота і молібдену з огляду на просторове перекриття, спільність геолого-структурної позиції та вірогідний генетичний зв'язок ми розглядаємо як єдиний комплексний золото-молібденовий об'єкт — родовище Балка Золота [9]. Його аналогом є розташоване в межах СРП у 4,5 км південніше добре вивчене та оцінене Сергіївське Au-Mo родовище [10]. Порівняно з ним Балка Золота є значно складнішою за геологічною будовою та менше вивченою, особливо східна частина, де розвинена мінералізація молібдену. Серед головних питань,

які потребують довивчення: геолого-структурна позиція, закономірності локалізації зруденіння молібдену, його розподіл за площею і в розрізі, співвідношення із мінералізацією золота, мінеральний склад руд, якісна характеристика молібденіту.

Історія відкриття і вивчення. Стан вивченості родовища відповідає рівню пошукових робіт, які з різною інтенсивністю виконували в його межах з моменту виявлення золоторудної мінералізації. Кожний черговий етап досліджень суттєво підсилював перспективи цього об'єкта за рахунок нарощення ресурсів благородного металу.

Найпершу інформацію про потенційну рудоносність ділянки родовища було отримано у 1965 р., коли в ході буріння Сурського

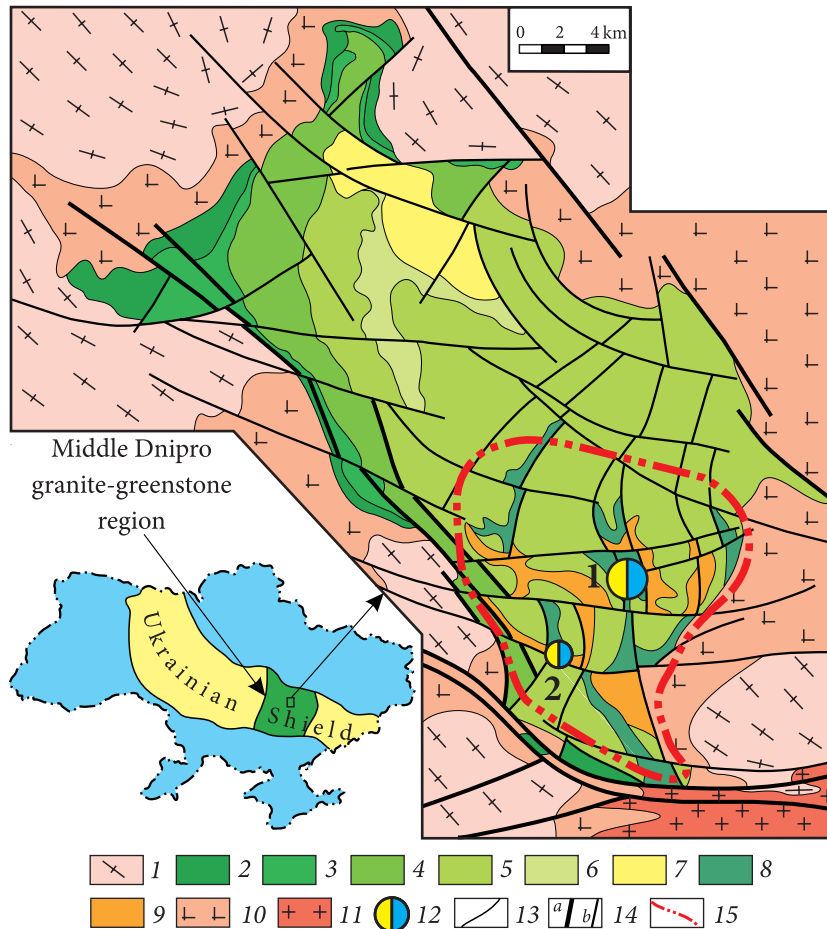


Рис. 1. Геологічне положення золото-молібденового родовища Балка Золота в межах Солонянського рудного поля: 1 — мігматити; 2 — амфіболіти; 3 — метакоматіти; 4 — metabasalts, metasediments, metakomatiites, BIF; 5 — metabasalts; 6 — metakomatiites, metabasalts; 7 — basaltic metatuffs, metatuffites; 8 — metagabbrodolerites, 9 — metadacites, metariodacites, metatonalites-porphyrines and porphyry-like metatonalites; 10 — plagiogranites; 11 — граніти; 12 — золото-молібденові родовища (1 — Балка Золота і 2 — Сергіївське); 13 — геологічні границі; 14 — розломи; 15 — межа Солонянського рудного поля

Fig. 1. Geological setting of Balka Zolota gold-molybdenum deposit within Solone ore field: 1 — migmatites; 2 — amphibolites; 3 — metakomatiites; 4 — metabasalts, metasediments, metakomatiites, BIF; 5 — metabasalts; 6 — metakomatiites, metabasalts; 7 — basaltic metatuffs, metatuffites; 8 — metagabbrodolerites, 9 — metadacites, metariodacites, metatonalites-porphyrines and porphyry-like metatonalites; 10 — plagiogranites; 11 — granites; 12 — gold-molybdenum deposits (1 — Balka Zolota and 2 — Serhiivka); 13 — geological boundaries; 14 — faults; 15 — boundary of the Solone ore field

Рис. 2. Геологічна карта золотомолібденового родовища Балка Золота: 1 — metabasalts; 2 — metadolerites, metagabbrodolerites, metagabbro; 3 — metadacites, metariodacites; 4 — metatonalites-porphyrines and porphyry-like metatonalites; 5 — дайка камптонітів. Рудні тіла і зони мінералізації молібдену позначені синім кольором, золота — червоним. Цифри в колах — номери розломів: 1 — Південносолонянський, 2 — Солонянський, 3 — Золотобалкинський, 4 — Центральнотолотобалкинський. Sol — Солонянське та ESol — Східносолонянське субвулканічні тіла метадацитів, метаріодацитів; W — Західний і E — Східний штоки метатоналіт-порфірів і порфіроподібних метатоналітів. Інші умовні позначення див. на рис. 1

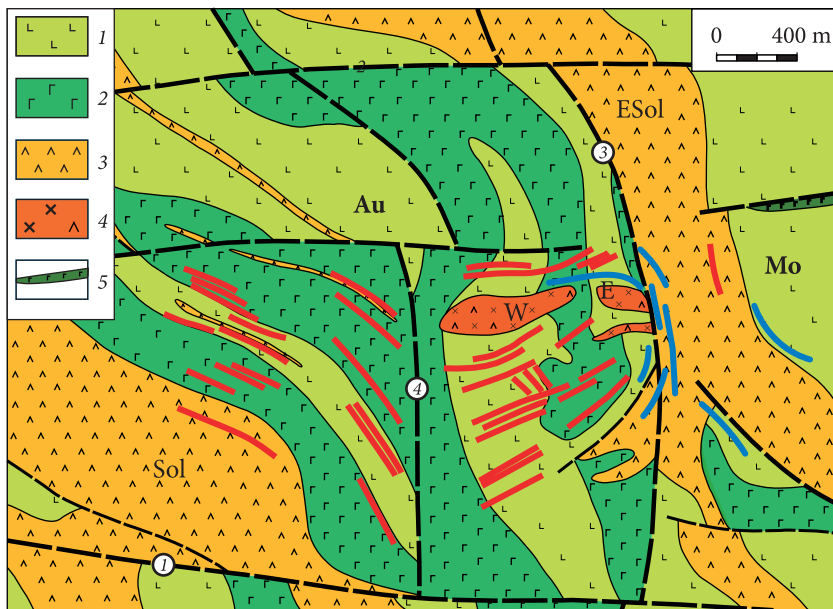


Fig. 2. Geological map of Balka Zolota gold-molybdenum deposit: 1 — metabasalts; 2 — metadolerites, metagabbrodolerites, metagabbro; 3 — metadacites, metariodacites; 4 — metatonalites-porphyrines and porphyry-like metatonalites; 5 — camptonite dike. Molybdenum ore bodies and mineralization zones are marked with blue bold lines, gold — with red. Numbers in circles are fault numbers: 1 — Southern Solone, 2 — Solone, 3 — Zolota Balka, 4 — Central Zolota Balka. Subvolcanic bodies of metadacites, metariodacites: Sol — Solone and ESol — East Solone; stocks of metatonalites-porphyrines and porphyry-like metatonalites: W — Western and E — Eastern. See also legend in Fig. 1

структурного профілю під науковим керівництвом М.П. Семененка, був виявлений рудопрояр золота № 4. Відповідно до тогочасних уявлень, рудопрояр у вигляді золотоносної зони субмеридіонально простягався на 3,5 км. Його південний фланг охоплював теперішній контур родовища. Однак мінералізація золота тут була виявлена приблизно на 10 років пізніше. У 1973—1976 рр. рудний інтервал розкрила свердловина 10455 під час пошуків золота (І.К. Абрамов та ін., 1976). Ділянку св. 10455 тоді об'єднали з південним флангом рудопрояву № 4 і вперше назвали "рудопрояр Балка Золота". Однак ще раніше, в ході глибинного геологічного картування (ГГК-50) Сурських магнітних аномалій (І.О. Гаєв та ін., 1973) було виявлено Солонянський рудопрояр молібдену. З огляду на комплексність родовища, цю подію також можна розглядати як дату відкриття родовища.

1978 року на 1,9 км західніше Балки Золотої виявлено рудопрояр золота Південний (І.К. Абрамов та ін., 1978). За результатами пошуків золота у 1982—1988 рр., які виконав

М.Т. Цима, було з'ясовано, що золоте зруденіння контролюється субширотними дайковими тілами кислого складу. Це дало змогу розглядати рудопрояр Південний як західне продовження мінералізованих зон рудопрояву Балка Золота. Відповідно до таких уявлень, субширотну структуру Балки Золотої та субмеридіонально орієнтовану золотоносну зону рудопрояву № 4 стали розглядати як структурно самостійні об'єкти. А протягом 1990—1995 рр. під час пошукових робіт у межах рудопроявів Південний (Західний блок — А на рис. 2) і Балка Золота (Східний блок — Б) було з'ясовано спільні риси структури цих об'єктів і локалізації золотого зруденіння, що дало підставу до їхнього об'єднання під загальною назвою — родовище Балка Золота.

Нині найповніша інформація про Солонянський рудопрояр молібдену як складову частину комплексного родовища Балка Золота міститься у звітах про геологічне довивчення південної частини Сурської ЗКС (ГДП-50) (В.В. Сукач, 1999) та пошуків мо-

лібдену (Л.О. Рязанцева, 2004). Головний обсяг бурових робіт виконано під час ГДП-50, тоді як аналіз, узагальнення та переінтерпретацію разом з детальним документуванням і переопробуванням збереженого керна 23 свердловин реалізовано під час пошуків молібдену.

Мета роботи — з'ясувати геолого-структурну позицію, закономірності локалізації, мінеральний склад молібденових руд східного флангу родовища Балка Золота, відомого як Солонянський рудопрояв молібдену. Акцентувати увагу на комплексному характері родовища Балка Золота і необхідності його цілісного вивчення й оцінювання з урахуванням потенціалу молібденового зруденіння поряд із основним, золотим.

Геологія і структура родовища. Геолого-структурні параметри головного, золоторудного блоку родовища Балка Золота розглянуто нами в попередніх публікаціях [1, 5, 15 та ін.]. Ця стаття висвітлює закономірності поширення і локалізації мінералізації молібдену, яка приурочена до східного флангу родовища. Проте важливо стисло розкрити геологічну будову усєї ділянки родовища як єдиної рудоносної структури.

Родовище Балка Золота (рис. 1, 2) розміщується в центральній частині СРП і, як його складова частина, побудовано двома мезоархейськими вулканоплутонічними асоціаціями (ВПА) [5, 8]. Рання аполонівсько-сергіївська ВПА представлена потоками метабазальтів та інтрузіями метагабродолеритів. Пізня солонянсько-сурська ВПА — це субвулканічні плагіогранітоїди, які у складі невеликих тіл і дайок проривають магматичні утворення ранньої ВПА. По відношенню до зруденіння пізня ВПА виконує рудоконтролювальну та рудогенерувальну роль. Водночас рудовмісними є переважно породи ранньої ВПА: розсланцьовані, метасоматично змінені і помірно сульфідизовані метабазальти і метагабродолерити. На поверхні кристалічних порід поширена кора вивітрювання потужністю не менше 40 м, яку повсюдно перекриває товща осадових відкладів палеогенового, неогенового і четвертинного періодів потужністю 30—50 м.

Стратифіковані утворення ранньої ВПА представлені аполонівською товщею [5, 8]. В

її складі у межах родовища переважають метабазальти мигдалекам'яні, афірові, порфірові піроксенові і плагіоклазові, гіалобазальти, вітробазальти та інші петрографічні різновиди; рідше відмічають метадолерити, метапікробазальти. Вони формують лавові потоки в складі потужних покривів. У незначній кількості серед них наявні лінзи, прошарки і горизонти метаморфізованих літо- і кристалокластичних туфів, туфітів, донних і поверхневих лавобрекчій, які можуть слугувати локальними маркувальними горизонтами. Саме завдяки їм в процесі ГДП-50 було з'ясовано, що базальтоїди аполонівської товщі в центральній частині Сурської ЗКС залягають полого, під кутом 20—25° [7]. Субвулканічні та плутонічні аналоги вулканітів належать до сергіївського комплексу і представлені метадолеритами та метагабродолеритами, рідше — метагабро. Вони залягають у вигляді тіл складної видовженої форми, переважно субмеридіонального, рідше північно-західного простягання з крутим, до субвертикального, падінням. У більшості з них відмічена внутрішня неоднорідність: у приконтактних частинах розвинені дрібнозернисті метадолерити, які у внутрішніх частинах поступово змінюють середньо- та крупнозернисті метагабродолерити і метагабро. Подекуди в приконтактних частинах тіл метагаброїдів наявні лінзоподібні тіла ультраосновних порід, перетворені у хлорит-тальк-карбонатні сланці. Такі тіла за потужності від перших до 10 м прослідковуються на десятки або й до 100 м і залягають круто під кутом 80—85°.

Породи пізньої ВПА розглядають у складі першої фази мезоархейського [14] сурського плагіогранітоїдного комплексу. Серед них переважають субвулканічні порфірові метадаци, в підлеглий кількості наявні метаріодаци, метатоналіт-порфіри, порфіроподібні метатоналіти, фельзитоподібні породи. Морфологія і розмір тіл субвулканітів кислого складу різноманітні: від малопотужних (1 м і менше) лінзоподібних, переривчастих дайок і невеликих овальних штокоподібних тіл площею 0,1 км² до порівняно великих (перші квадратні кілометри) видовжених і неправильної форми субвулканічних тіл. Найбільшими серед них є Солонянське (на

південному заході) і Східносолонянське (на сході) субвулканічні тіла, складені порфіровими метадацитами. В області накладення північно-східного та західного екзоконтактів відповідно Солонянського і Східносолонянського субвулканічних тіл пізньої ВПА сконцентроване золоте зруденіння, тоді як мінералізація молібдену тяжіє до західної екзоконтактової зони Східносолонянського субінтрузиву. Важливу структурну та, імовірно, генетичну роль у розвитку мінералізації молібдену відіграють розташовані в цій зоні невеликі Західний і Східний штоки метатоналіт-порфірів. Цікаво, що вони мають видовжену форму, яка підкреслює субширотний структурний план, ортогональний до субмеридіонально витягнутого Східносолонянського субвулканічного тіла. До того ж, із останнім через розривне порушення сполучений Східний шток. Рудоносність (наявність мінералізації золота) Західного штоку вже підтверджено, але Східний порівняно слабо вивчений за поодинокими картувальними свердловинами. Водночас, завдяки його розташуванню у вузлі перетину потенційно рудоносних ортогональних структур, є висока ймовірність виявлення пов'язаної з ним як молібденової, так і золотої мінералізації.

Відносно диз'юнктивних порушень Солонянський рудопрояв знаходиться в зоні перетину двох ортогональних систем. Більш рання субмеридіональна система представлена Золотобалкинським і Центральнозолотобалкинським розломами, а елементами субширотної системи пізнішого закладення, які фактично обмежують поширення золотомолібденового зруденіння з півночі та півдня, є відповідно Солонянський і Південносолонянський розломи. Перелічені розривні порушення контролюють укорінення плутонічних і субвулканічних утворень обох ВПА: уздовж субмеридіональних Центральнозолотобалкинського і Золотобалкинського розломів відбулось становлення габро-долеритових смугоподібних інтрузивів, а вздовж другого укорінилось Східносолонянське субвулканічне тіло. Становлення Солонянського субінтрузиву кислого складу певним чином підпорядковувалось зоні Південносолонянського розлому.

Зона Центральнозолотобалкинського розлому поділяє родовище на два структурно-металогенічні блоки: західний і східний. У західному блоці розвинена мінералізація золота, в східному — золота і молібдену. Східний блок має переважно субширотний структурний план геологічних структур із утворенням складних зон у місцях його сполучення з порушеннями субмеридіонального напрямку. У південній частині східного блоку серії дайок кислого складу розвернуті в північно-східному напрямку, згідно з контактами південно-західного відгалуження Східносолонянського тіла.

На схід від Східносолонянського субвулканічного тіла переважний розвиток мають структури субширотного напрямку. Лише двома короткими профілями (дев'ять неглибоких пошуково-картувальних свердловин) розкриті тіла метатоналіт-порфірів, порфірових метадацитів субширотного простягання і потужністю від 25 до 250 м. Необхідно визнати, що вивченість цієї ділянки на крайньому сході родовища є надто низькою, що заважає деталізувати геологічну будову та достовірно з'ясувати її потенційну рудоносність, як молібдену, так і золота.

Поширення і склад молібденоносних зон. Більшість молібденоносних зон, подібно до золотоносних [1], орієнтовані субпаралельно контактам субвулканічних тіл, штоків і дайок пізньої ВПА і локалізовані в їхніх екзотактах ендоконтактових частинах. Відповідно, вони представлені приблизно в однаковому обсязі розсланцьованими, катаклазованими і метасоматично перетвореними породами ранньої (метабазити) та пізньої (плагіогранітоїди) ВПА. Метасоматичні зміни порід — це окварцювання, альбітизація, серицитизація, епідотизація, карбонатизація, помірна сульфідизація; виділяються березити, ліственіти, пропіліти, а також рудоносні лужно-польовошпатові та амфібол-карбонат-кварцові метасоматити — монаховіти [4, 11].

Східний блок родовища, в межах якого виконано підрахунок ресурсів молібдену, поділяється на дві частини: західну і східну. Західна ділянка обмежена із заходу габроїдним інтрузивом сергіївського комплексу, зі сходу — Золотобалкинським розломом. З півночі на південь розмах молібденового

зруденіння визначають екзоконтактові зони Західного і Східного штоків. Загалом ділянка має прямокутну, близьку до квадратної форму 1050—1100 м з незначним меридіональним видовженням. *Східна ділянка* у вигляді субмеридіональної смуги завширшки 500 м обмежена західним і східним контактами Східносолонянського субвулканічного тіла і простягається на 1300 м з півночі на південь за наявності молібденіту в керні свердловин. Ділянка характеризується складною тектонічною будовою, розвитком серій дайок кислих порід субширотного і північно-східного простягання, потужними зонами розсланцювання, сприятливими для розвитку субзгідних зон, насамперед, молібденової, а також пізнішої золоторудної мінералізації.

Загалом мінералізація молібденіту простежена із заходу на схід поодинокими свердловинами на 3,6 км, до східного контакту Сурської ЗКС з плагіогранітами Сурсько-Литовського масиву. Саме в східному напрямку можна очікувати приріст ресурсів молібденових руд за умови виконання пошукових робіт.

Мінералізовані зони звичайно насичені різноорієнтованими прожилками потужністю 0,1—5,0 см, зрідка жилами 10—30 см, які перетинаються, формуючи лінійно-штокверковий морфологічний тип зруденіння. Подекуди кількість прожилкової маси сягає 20—30 % обсягу породи. Найчастіше прожилки мають кварцовий і карбонат-кварцовий, рідше — карбонат-епідот-кварцовий, польовошпат-кварцовий склад, а бідна (1—5 %) сульфідна мінералізація представлена макроскопічно діагностованими піритом, халькопіритом, молібденітом.

Морфологія мінералізованих прожилків і жил різноманітна: від прямолінійних із чіткими контактами, утворених вздовж тріщин сколу, до гілчастих, складної неправильної форми, що наслідують тріщини відриву, переважно будинованих, порушених поздовжніми та поперечними зміщеннями. У зонах інтенсивних пластичних і крихких порушень форма прожилків звивиста, "змійкоподібна", у місцях вигинів утворюються гнізда неправильної форми розміром до 5—7 см, інколи до 10—15 см; деякі прожилки можуть зливатися, поєднуючись і утворюючи брекчієподібну текстуру.

У керні свердловин можна виділити щонайменше дві генерації молібденвмісних прожилків, розвинених як у metabазальтах аполонівської товщі, так і в кислих субвулканічних породах сурського комплексу. Рання генерація — це прожилки потужністю від перших міліметрів до 2—3 см кварцового, карбонат-кварцового складу, іноді з епідотом і польовим шпатом. Переважно вони орієнтовані під гострими кутами до осі керна. Кварц у прожилках темно-сірий, напівпрозорий, іноді з фіолетовим відтінком, дрібнозернистий. Рудні прожилки ранньої генерації, як правило, інтенсивно деформовані. Саме в місцях перегину, утворення куліс, будиначу і перетискання сформувались сприятливі для рудовідкладення молібденіту пастки.

Пізня генерація утворює так звані "сухі", суттєво молібденітові ниткоподібні (від часток міліметра до 1—2 мм) прожилки. Вони формують власну систему, орієнтовану більш полого до осі керна ніж система ранньої генерації. Часто спостерігається розколювання керна вздовж площин таких прожилків, тоді молібденіт виразно виділяється світло-сірим металевим блиском уздовж всієї площини сколу. В асоціації з рудним мінералом іноді в незначній кількості відмічені хлорит, біотит, серицит, кварц, карбонат.

Характеристика рудних тіл. Рудні тіла виділяються в центральних частинах рудоносних зон за появою видимої мінералізації молібденіту і вмісту в кернових пробах $Mo > 0,01$ %. У межах Західної ділянки, в південному екзоконтакті Західного штоку виявлені рудні тіла з вмістом молібдену 0,05 % і вище: св. 0712 розкрила рудне тіло зі стовбуровою потужністю 3,5 м і вмістом молібдену 0,091 %; св. 0715 — вміст молібдену 0,18 % на 0,4 м; св. 0710 перетнула рудне тіло потужністю 1,0 м зі вмістом 0,052 % Mo . Підвищені концентрації молібдену відмічено і в південному ендоконтакті Західного штоку. Свердловиною 0520 виявлений молібденіт у змінених метатоналіт-порфірах. Потужний (29,8 м) рудний перетин із вмістом молібдену 0,01—0,34 % розкритий цією свердловиною в інтервалі глибини 55,0—84,2 м. У північному екзоконтакті Західного штоку низкою свердловин (0515, 0501, 0504 та ін.) перетнуто рудні по-

клади потужністю від 0,9 м до 3,0 м зі вмістом молібдену 0,028—0,038 %.

У межах Східної ділянки, в західній ендоконтактовій зоні Східносолонянського субвулканічного тіла, св. 0775 і 0776 розкрили катаклазовані, розсланцьовані і метасоматично змінені порфірові метадацити і метатоналіт-порфіри з прожилками кварцу потужністю до 1—1,5 см, інколи — 5—30 см. Вмісні метадацити зазнали інтенсивних тектоно-метасоматичних змін, унаслідок яких перетворені на тонкосмугасті кварц-хлорит-пірит-альбіт-серицитові сланці. Пірит разом із молібденітом утворює скупчення у вигляді шлірів-смуг потужністю до 2—3 мм та приурочений до зальбандів кварцових прожилків і жил. Вміст молібдену у цих зруденілих інтервалах змінюється від 0,01 до 0,094 % за потужності рудних перетинів від 0,4 до 29,7 м. В ендоконтакті південно-західного відгалуження Східносолонянського тіла св. 0507 виявлене рудне тіло потужністю 3,2 м з вмістом молібдену 0,054 %.

Загальні ресурси молібдену (перспективні P_2 + прогнозні P_3) на глибину 220 м за борто-

вого і середнього вмісту металу в руді 0,01 і 0,022 % відповідно, та середньої потужності рудних тіл 2,2 м оцінюються у 42,8 тис. тонн.

Співвідношення мінералізації молібдену і золота. У межах східного блоку родовища, де розвинена мінералізація молібдену, в керні бурових свердловин виявлені також інтервали з вмістом золота від десятих часток до 5,0—12,5 г/т. Звичайно вони ув'язуються у самостійні стрічко- та лінзоподібні рудні тіла, значно рідше — перекриваються із молібденоворудними інтервалами (таблиця). Загалом у розрізах свердловин можна виділити три типи просторових співвідношень мінералізації цих металів: *перший* — мінералізація золота відносно молібденової розміщується гіпсометрично вище. Зокрема, золото у св. 0715 в кількості 0,4—12,5 г/т наявне в інт. 305,5—341,0 м і його вміст зменшується з глибиною. Молібденове зруденіння фіксується нижче, в інт. 352,8—356,9 м, де вміст молібдену складає 0,012—0,032 %. Співвідношення першого типу спостерігаються найчастіше.

Другий тип — золоторудні тіла фіксуються глибше молібденових. Наприклад, у керні

Розподіл золота і молібдену на східному фланзі родовища Балка Золота в розрізі свердловин 0715 і 0758
Distribution of gold and molybdenum on the eastern flank of the Balka Zolota deposit in the section of bore holes 0715 and 0758

Номер свердловини	Інтервал, м		Потужність, м	Вміст молібдену, %	Вміст золота, г/т
	від	до			
0715	274,5	274,9	0,4	0,018	—
	274,9	276,5	1,6	0,01	0,2
	305,5	306,2	0,7	0,002	12,5
	315,2	315,9	0,7	0,001	2,9
	326,3	329,3	3,0	0,005	0,6
	339,0	339,4	0,4	0,002	0,8
	340,2	341,0	0,8	0,0007	0,4
	352,8	353,8	1,0	0,012	—
	353,8	354,8	1,0	0,024	—
	354,8	355,8	1,0	0,019	—
	355,8	356,9	1,1	0,032	Сліди
0758	259,0	259,5	0,5	0,02	<0,1
	259,5	260,8	1,3	—	0,4
	262,0	262,4	0,4	0,025	<0,1
	262,4	263,0	0,6	0,029	<0,1
	264,3	365,5	1,2	0,023	<0,1
	283,0	284,0	1,0	—	1,3
	284,0	285,0	1,0	—	4,9
	285,0	286,0	1,0	—	0,4

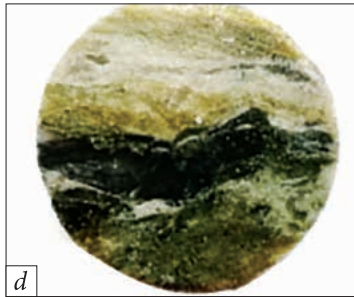
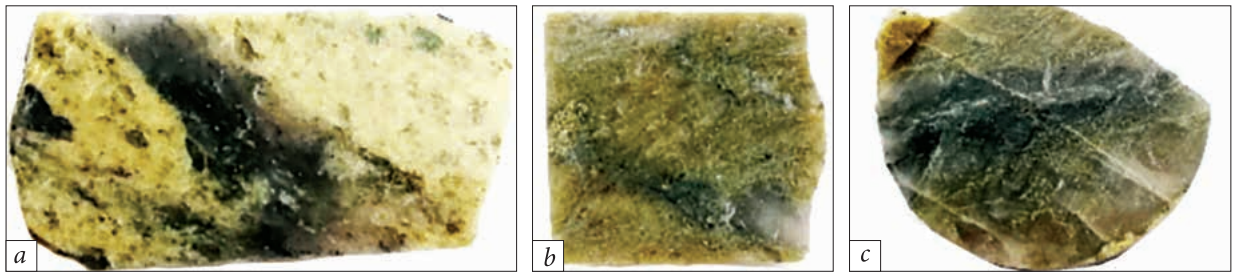


Рис. 3. Зразки молібденової руди родовища Балка Золота в кислих субвулканітах у повздожніх (*a, b*) та січних (*c, d*) зрізах керна зі свердловин 0775 і 0776: *a* — кварцовий прожилок з молібденітом у метадациті; *b* — кварцова лінза з молібденітом і піритом у метаріодациті; *c, d* — кварцові прожилки з піритом, халькопіритом, хлоритом, мусковітом у метаріодациті. Діаметр керна — 76 мм

Fig. 3. Molybdenum ore samples from Balka Zolota deposit in acidic subvolcanic rocks in longitudinal (*a, b*) and transverse (*c, d*) sections of core from bore holes 0775 and 0776: *a* — quartz veinlet with molybdenite in metadacite; *b* — quartz lens with molybdenite and pyrite in metaryodacite; *c, d* — quartz veinlets with pyrite, chalcopyrite, chlorite, muscovite in metariodacite. The diameter of the core is 76 mm



Рис. 4. Зразки молібденової руди родовища Балка Золота в метабазальтах у чвертинах розрізаного вздовж керна діаметром 76 мм зі св. 0522. Верхній зразок відібраний з гл. 124,0 м — звивисті кварцові прожилки з сульфідами (молібденіт, пірит); нижній зразок із рудної зони 118,5—122,0 м — кварц-карбонатні прожилки з сульфідами

Fig. 4. Molybdenum ore samples from Balka Zolota deposit in metabasalts in quarter parts of 76 mm core, cut lengthwise, from bore hole 0522. The upper sample is taken from depth of 124.0 m — wavy quartz veinlets with sulfides (molybdenum, pyrite); the lower sample is taken from the ore zone of 118.5–122.0 m — quartz-carbonate veinlets with sulfides

св. 0705 молібденове зруденіння відмічено в інт. 113,9—115,3 м та 237,2—238,0 м, а золоте (5 г/т) — в інт. 290,1—291,1 м. Співвідношення другого типу за поширеністю поступається першому.

Третій тип — рудні концентрації золота і молібдену локалізовані в одних і тих самих інтервалах. Таке співвідношення задокументовано в поодиноких випадках. Так, у св. 0522 в інт. 120,9—123,1 м в породах основного складу вміст молібдену складає 0,024 %, а вміст золота варіює від 1,7 до 7,0 г/т (середнє значення 4,35 г/т). До цього типу

можна віднести також співвідношення, виявлені у розрізі св. 0710: рудні концентрації золота фіксуються всередині молібденовурудної зони, яка охоплює інтервал від 161,6 до 304,6 м. Особливістю цього випадку є те, що золоторудне тіло зі вмістом від 0,4 до 2,4 г/т Au припадає на інтервал 271,0—275,0 м, де концентрація молібдену знижується до некондиційного рівня.

Характеристика молібденіту. Дослідження молібденоносної мінералізації виконано за допомогою оптичних і електронно-мікроскопічних методів у зразках і аншлафах порід

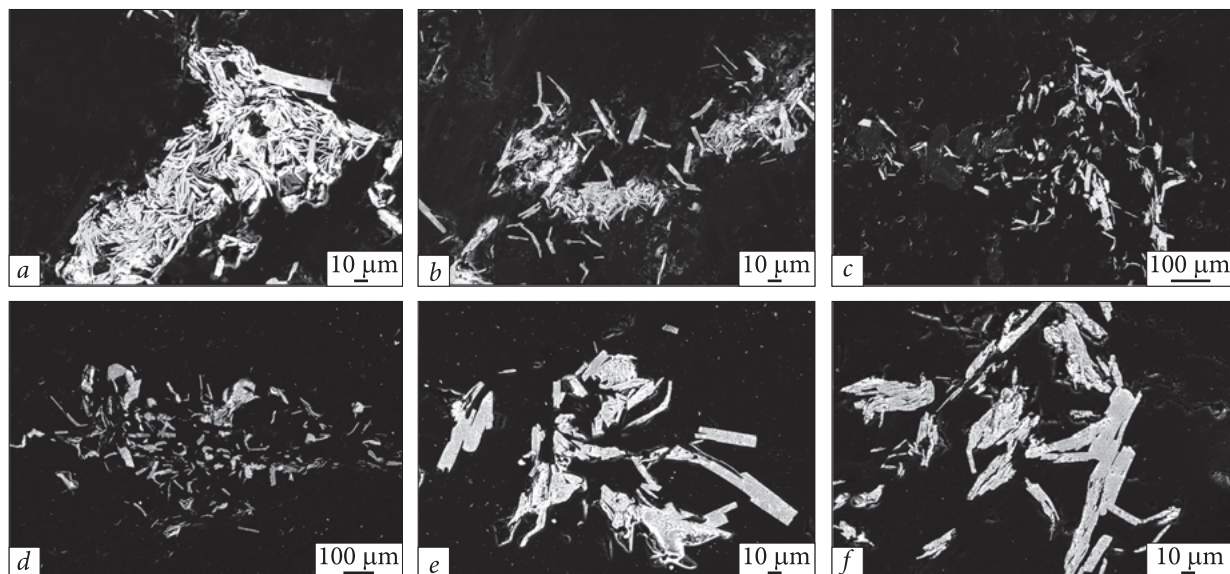


Рис. 5. Електронно-мікроскопічні зображення гніздоподібних скупчень дрібнолускуватого молібденіту родовища Балка Золота. Опис у тексті

Fig. 5. Electron microscopic images of nest-like fine scaly clusters of molybdenite from the Balka Zolota deposit. Description in the text

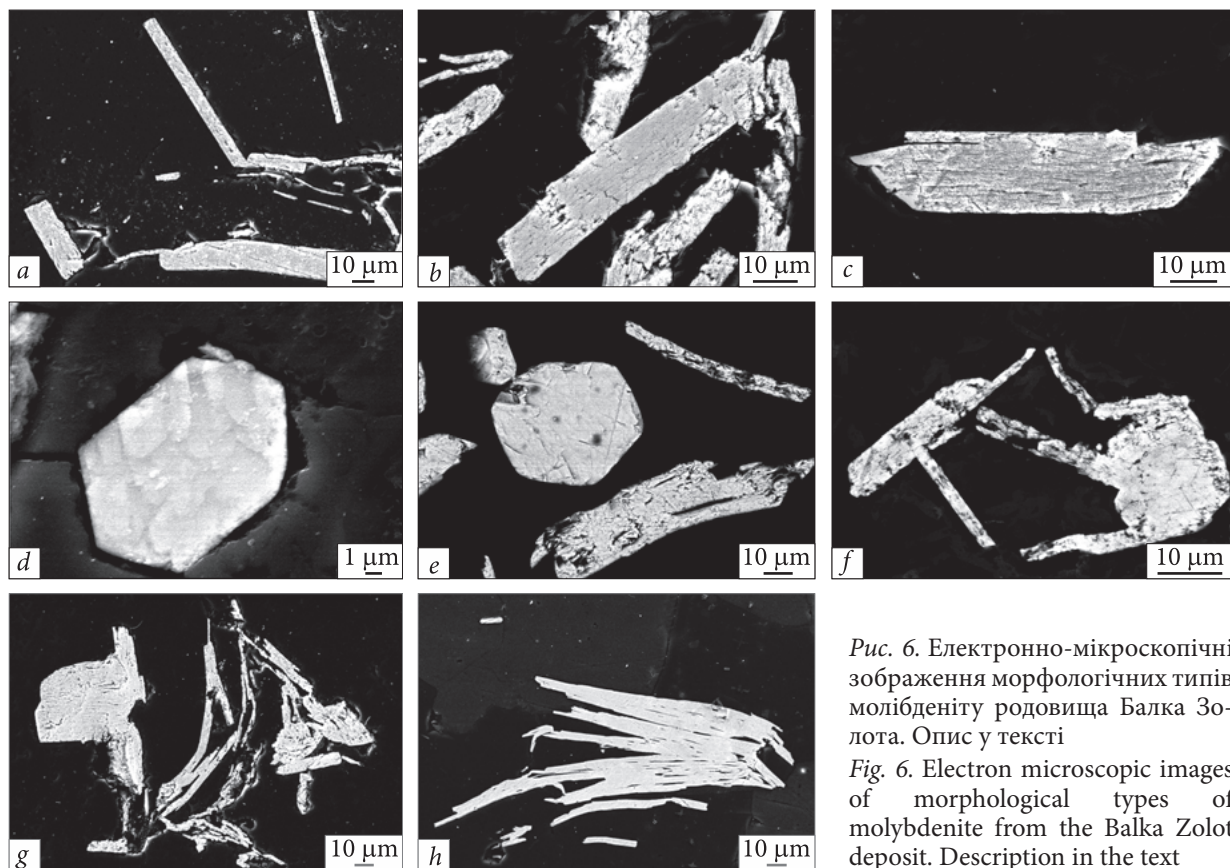


Рис. 6. Електронно-мікроскопічні зображення морфологічних типів молібденіту родовища Балка Золота. Опис у тексті

Fig. 6. Electron microscopic images of morphological types of molybdenite from the Balka Zolota deposit. Description in the text

із рудних зон і тіл у кислих (св. 0775, інт. 254,5—263,8 м і 0776, інт. 271,5—278,0 м, гл. 295,4 і 305,0 м) та основних (св. 0522, інт. 118,5—122,0 м, гл. 124,0 м) породах (рис. 3, 4).

Дослідження було акцентовано на вивченні умов знаходження і морфології головного рудного мінералу східного флангу родовища Балка Золота — молібденіту. Він розвивається

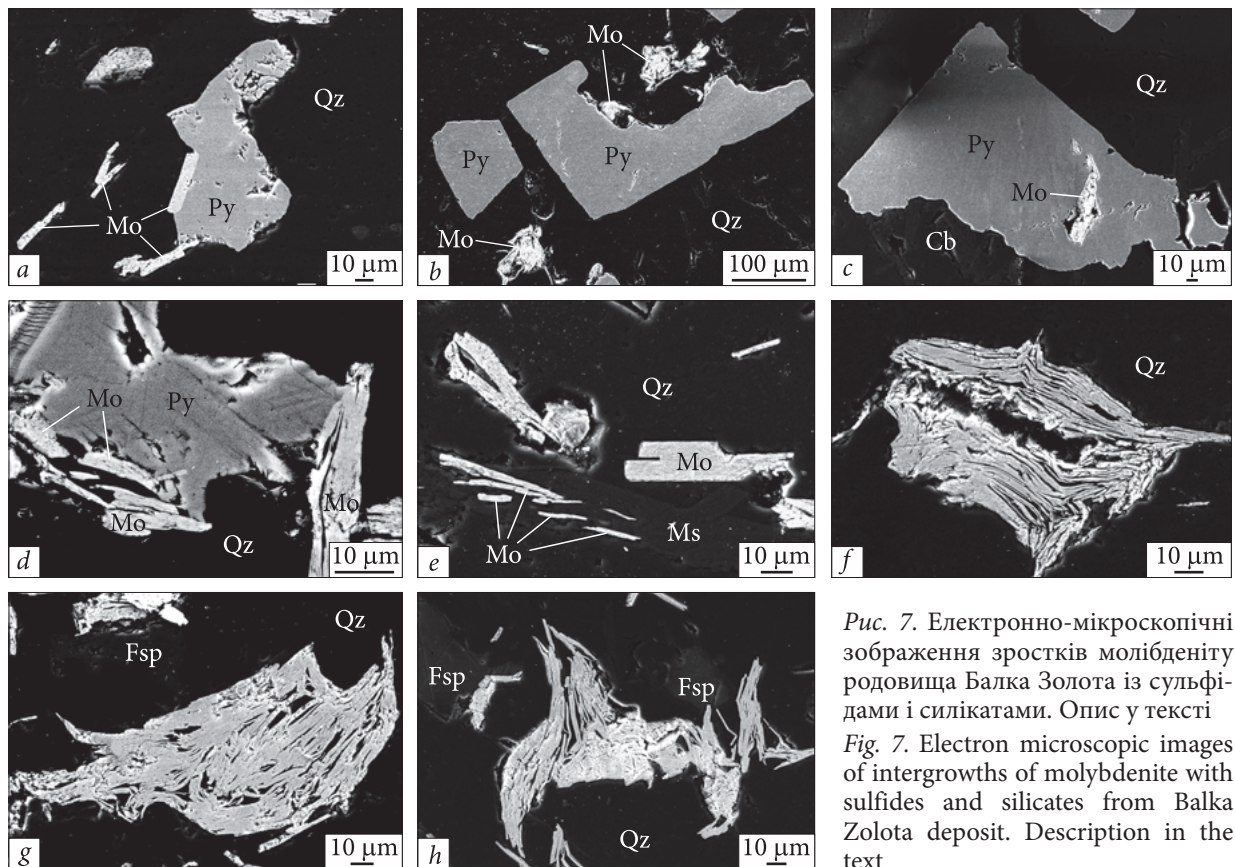


Рис. 7. Електронно-мікроскопічні зображення зростків молибденіту родовища Балка Золота із сульфідами і силікатами. Опис у тексті
 Fig. 7. Electron microscopic images of intergrowths of molybdenite with sulfides and silicates from Balka Zolota deposit. Description in the text

здебільшого у зальбандах, рідше — всередині прожилків переважно кварцового складу у вигляді тонколускуватих скупчень, вкраплень, карманів лінзоподібної або неправильної форми розміром від 0,5 мм до 1—2 мм (рис. 5), подекуди до 1 см. Складені ці агрегати переважно голчастими лусками, видовженими таблицями та пластинами і розташовані незалежно один від одного або підпорядковано певному напрямку, утворюючи ланцюжки і смужки. Голчасті луски звичайно утворюють майже суцільні густо переплетені, сплутано-волокнисті скупчення, по периферії яких розміщуються окремі пластинчасті і таблитчасті форми (рис. 5, *a, b*). Агрегати, де переважають пластинки і таблички, характеризуються розрідженим, інколи добре розмежованим розташуванням мінеральних індивідів (рис. 5, *c—f*).

За морфологією серед виділень молибденіту переважають, як зазначено вище, голчасті, видовжені пластинчасті, таблитчасті, луско- і снопоподібні форми (рис. 6, *a, b, f—h*); натомість гексагонально-таблитчасті і призматичні кристали у зрізах полірованих ан-

шліфів виявлені досить рідко (рис. 6, *c—e*). Переважно розмір лусок становить 10—100 μm за подовженням, іноді індивіди сягають 0,5—1 мм та 1—20 μm завширшки. Доволі часто спостерігаються зростки різних за формою і розмірами виділень (рис. 6, *a, b, e, f*). Поширені також випадки перегину, деколи з переламуванням, розщеплення таблитчастих або "злипання" пластинчастих зерен (рис. 6, *g, h*). За допомогою рудного мікроскопа виявлено, що молибденіт має неоднорідне забарвлення у сірих, світло-сірих, білих до блакитного тонах. Для мінералу характерне двовідбиття та сильна оптична анізотропія. У більшості агрегатів молибденіту спостережено полісинтетичні двійники, фігури зім'яття, блокове і хвилясте згасання. Варто відмітити, що наявність тонколускуватої розсіяної вкрапленості молибденіту надає кварцовим прожилкам характерних голубуватого та фіолетового відтінків.

Серед інших рудних мінералів у асоціації з молибденітом часто діагностується пірит (рис. 7, *a—d*), подеколи халькопірит. Окрім них зрідка у прожилках і навколопрожилко-

вій породній масі відмічено телуриди золота й шееліт. Характер зростань із сульфідами свідчить, що молібденіт парагенний до халькопїриту і пізніший за пірит.

Інколи зафіксовано також зростки молібденіту з кварцом, карбонатом і силікатними мінералами: біотитом, серицитом, мусковітом, хлоритом, польовим шпатом (рис. 7, e—h). Досліджені зростки мають незакономірний характер, хоча деякі із них цілком можуть бути ідентифіковані як епітаксійні (рис. 7, f, h).

Геолого-генетичні особливості. Згідно з класифікацією ендеогенних родовищ молібдену, за В.Т. Покаловим [1], мінералізація Балки Золотої, як і раніше розглянутого нами Сергіївського родовища, належить до молібденової рудної формації. Обидва об'єкти мають типові промислові ознаки, з'ясовані у відомих рудних районах із молібденовим і золото-молібденовим зруденінням. Серед таких ознак важливою є приуроченість зруденіння до вулканоплутонічних структур або споруд (ВПС), які розміщуються на давніх платформах і в областях завершеної складчастості. Рудні поклади молібдену (і золота) Сурської ЗКС як фрагмента докембрійського фундаменту УЩ у складі Східноєвропейської платформи, приурочені саме до виділених нами [8] Сергіївської, Золотобалкинської, Аполлонівської та інших ВПС. Кожна із них сформована потужними лавовими фаціями метабазальтоїдів (аполонівська товща) і комагматичними інтрузіями метагброїдів (сергіївський комплекс), перетнутими рудогенерувальними та рудоконтролювальними субвулканічними тілами і дайками кислого і помірно кислого складу (перша фаза сурського комплексу). Молібденове зруденіння родовища Балка Золота в межах однойменної ВПС просторово, за часом та генетично пов'язане з укоріненням Західного та Східного штоків метатоналіт-порфірів, порфіроподібних тоналітів і Східносолонянського субвулканічного тіла порфірових метадацитів, і локалізується в їхніх ендогенних і екзоконтактових частинах та полях розвитку серій супровідних малопотужних дайок.

Загалом для Балки Золотої, як і для Сергіївського родовища, із заходу на схід спос-

терігається подібна рудно-металогенічна зональність: $Au \rightarrow Au + Mo \rightarrow Mo$. Водночас на східному фланзі Балки Золотої на таку схему накладається вплив Східносолонянського субвулканічного тіла, відносно якого також проявляється певний симетричний розподіл зруденіння: $Au + Mo \leftarrow Mo \rightarrow Au + Mo$. У зв'язку з цим необхідно відмітити важливу рудогенерувальну роль субмеридіонального Золотобалкинського розлому, вздовж якого укорінилось Східносолонянське тіло. Вочевидь, зона розлому слугувала також каналом надходження післямагматичних молібдено- і золотоносних рудогенерувальних газово-флюїдних систем. Про важливість тектонічного фактору в процесах рудоформування свідчить також високий вміст молібдену Західної ділянки, приурочений до вузла перетину Золотобалкинського розлому із субширотною системою локальних порушень і зон розсланцювання, які стали сприятливими для укорінення Західного та Східного штоків метатоналіт-порфірів і порфіроподібних метатоналітів.

У загальній схемі метаморфогенно-гідротермального генезису родовища Балка Золота рудовідкладення молібдену ми пов'язуємо з рідкіснометалевим етапом, який передував ранньому сульфідному і пізньому сульфідному золотопродуктивному [2]. У складі мінерального комплексу рідкіснометалевого етапу можна виділити такі стадії: рання магнетитова; початкова молібденітова — вкраплення і гнізда молібденіту у вмісних породах, а також великі луски молібденіту в прожилках і жилах; головна молібденітова — дрібнолускуватий молібденіт у зальбандах прожилків переважно кварцового складу.

Аналоги. Як геолого-структурні аналоги зруденіння молібдену можна розглядати фанерозойські молібденові родовища Верхньо-Ундинського і Давендинського (РФ) рудних районів (Давендинське родовище). У Давендинському рудному районі встановлений парагенетичний і структурний зв'язок зруденіння з так званими малими інтрузіями, які представлені пізньоюрськими граніт-порфірами і кварцовими порфірами. Примітно, що в межах цього району поширене як молібденове, так і золоте зруденіння. Зокрема,

на Давендинському родовищі спостерігаються просторові поєднання мінералізації молібденіту, золота, а також поліметалів. Рудні тіла мають жильний і жильно-прожилковий штокверковий характер. Кварц-молібденітові жили по відношенню до мінералізації золота і поліметалів є найранішими і звичайно просторово відокремлені від них. Молібденове та продуктивне зруденіння інших металів демонструє чіткий просторово-генетичний зв'язок з інтрузіями і дайками граніт-порфірів і кварцових порфірів.

Огляд поширення та пошук родовищ-аналогів молібденового зруденіння в комплексі із золотом докембрійського віку [16—19 та ін.] виконано нами в роботі [9]. За віком, складом вмісного породного комплексу, структурною позицією та особливостями мінералізації доволі прийнятним як аналог, який рекомендовано розглядати, є велике за масштабом штокверкове родовище молібдену Лобаш (Карелія, РФ) разом із розташованим поряд родовищем золота Лобаш-1 [13]. Зруденіння локалізоване над апікальною частиною рудогенерувального масиву протерозойських плагіогранітів і плагіограніт-порфірів, які проривають товщу архейських зеленокам'яних утворень.

Висновки. Родовище Балка Золота знаходиться в центральній частині Солонянського рудного поля на півдні Сурської ЗКС Середньопридніпровського мегаблоку Українського щита і належить до малопоширеного в докембрії комплексного золото-молібденового типу зруденіння. Мінералізацію молібдену виявлено 1973 р. (Солонянський рудопрояв), тоді як золоторудні поклади під назвою Балка Золота відкрили трохи пізніше, у 1976 р. Родовище побудовано двома мезоархейськими вулкано-плутонічними асоціаціями: рання аполонівсько-сергіївська ВПА представлена потоками метабазальтів та інтрузіями метагабродолеритів; пізня солонянсько-сурська ВПА — це субвулканічні плагіогранітоїди (метадацити, метаріодацити, метатоналіт-порфіри, порфіроподібні метатоналіти), які у складі видовжених тіл і дайок проривають магматичні утворення ранньої ВПА.

Стосовно мінералізації молібдену з'ясовано такі головні особливості:

1. Молібденова мінералізація поширена на східному фланзі родовища і локалізована в екзо- та ендоконтактах субвулканічних і дайкових тіл пізньої ВПА. Основний обсяг зруденіння тяжіє до контактів субмеридіонального Східносолонянського субвулканічного тіла порфірових метадацитів пізньої ВПА, яке укорінилось уздовж Золотобалкинського розлому. Найпродуктивнішим є вузол перетину зони цього розлому із субширотною системою порушень, що контролювали вкорінення Західного і Східного штоків метатоналіт-порфірів і порфіроподібних метатоналітів. Оцінений розмах зруденіння молібдену із заходу на схід складає понад 1,5 км, з півночі на південь — 1,3 м. Загалом довжина перспективної молібденоносної зони простежується більше ніж на 3,5 км у східному напрямку, аж до східного борту Сурської ЗКС.

2. Зруденіння молібдену за морфологією (і геолого-промисловою класифікацією) належить до лінійно-штокверкового типу: розсланцьовані, катаклазовані та метасоматично змінені утворення ранньої (метабазити) та пізньої (плагіогранітоїди) ВПА, приблизно в рівних кількостях, насичені різноорієнтованими прожилками і жилами, потужністю 0,1—5,0 см, зрідка до 30 см. Кількість прожилкової маси сягає 20—30 % обсягу породи. Прожилки мають кварцовий, карбонат-кварцовий, рідше — карбонат-епідот-кварцовий, польовошпат-кварцовий склад з бідною (1—5 %) сульфідною мінералізацією (пірит, халькопірит, молібденіт та ін.). У підпорядкованому обсязі відмічений брекчієвий тип зруденіння.

3. Молібденіт руди родовища Балка Золота належать до власне молібденової рудної формації та представлені молібденіт-кварцовою і золото-молібденіт-кварцовою рудними мінеральними асоціаціями. Проте мінералізація золота і молібдену перекривається рідко. Звичайно вони фіксуються в різних інтервалах й ув'язуються у самостійні рудні тіла або зони.

4. Молібденіт переважно знаходиться в зальбандах, рідше всередині прожилків кварцового складу. У рудних інтервалах сульфід утворює тонколукуваті скупчення, вкраплення і кармани лінзоподібної або неправильної форми завбільшки від часток мілі-

метра до 1—2 мм, подекуди до 1 см. Індивіди молібденіту — голчасті, видовжені пластинчасті, таблитчасті, луско- і снопоподібної форми, зрідка гексагонально-таблитчасті. Луски мають розмір від 10 μm до 0,5—1 мм і більше уздовж і 1—20 μm завширшки.

5. Наявні на сьогодні дані вказують на складний, багатоетапний метаморфогенно-гідротермальний генезис родовища Балка Золота. Рудовідкладення молібдену відбувалося на ранньому рідкіснометалевому етапі протягом двох стадій: початкової молібденітової, представленої вкрапленнями і гніздами у вмісних породах, прожилках і жилах, і головної молібденітової з формуванням дрібнолускуватих агрегатів і скупчень у зальбандах кварцових прожилків.

6. Аналогом Балки Золотої у світовому масштабі можна вважати штокверкове родовище молібдену Лобаш. Однак найкращим, хоча й місцевим аналогом за віком, складом вмісного породного комплексу, структурною позицією та особливостями мінералізації є розташоване на 4,5 км південніше, добре ви-

вчене та оцінене Сергіївське Au-Mo родовище. Генезис обох об'єктів пов'язаний із метаморфічними і постмагматичними гідротермальними процесами, спричиненими вкоріненням мезоархейських плагіогранітоїдних субвулканічних тіл та масивів сурського комплексу у більш ранні, суттєво метабазитові зеленокам'яні товщі аполлонівської товщі.

Видобування молібденової руди є можливим за умови комплексного освоєння Балки Золотої, тобто у разі видобутку головної корисної копалини — золота, зокрема на східному фланзі родовища, високою є ймовірність попутного вилучення молібдену. Ще реалістичнішою виглядає розробка молібденових покладів у разі початку гірничодобувних робіт на Сергіївському золото-молібденовому родовищі-аналогі. Нині з метою підвищення інвестиційної привабливості родовища Балка Золота доцільно виконати додаткові геологорозвідувальні роботи на східному фланзі родовища і комплексне геолого-економічне оцінювання покладів золота і молібдену.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бобров О.Б., Сукач В.В., Малых М.М., Цыма М.Т., Монахов В.С., Абдельхак Е.А., Маслянка Т.Б. Геология и структура золоторудного месторождения Балка Золотая (Среднее Приднепровье). *Відом. Акад. гірн. наук України*. 1997. № 4. С. 67—74.
2. Ляхов Ю.В., Сіворонов А.О., Бобров О.Б., Павлунь М.М., Литвинович О.Р., Краснощок В.М. Флюїдний режим метаморфогенно-гідротермального зруденіння Сурської зеленокам'яної структури (Український щит). *Мінерал. зб. Львів. ун-ту*. 1994. № 47, вип. 1. С. 27—44.
3. Покалов В.Т. Поиски, разведка и оценка месторождений молибдена. Москва: Недра, 1984. 196 с.
4. 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 допов. наук. конф. (до 70-річчя В.С. Монахова)*, 14—16 берез. 2012. Київ, 2012. С. 71—73.
5. Сукач В.В. Геолого-структурні обставини локалізації зруденіння золота Солонянського рудного поля (Сурська зеленокам'яна структура, Середнє Придніпров'я). *Геохронологія та рудоносність докембрію та фанерозою. Зб. тез наук. конф. з міжнар. участю (Київ, 17—18 листоп. 2015)*. Київ, 2015. С. 116—117.
6. Сукач В.В. Геологічна будова та золотоносність Солонянського рудного поля (Сурська структура, Середнє Придніпров'я): автореф. дис. ... канд. геол. наук. Львів, 2002. 17 с.
7. Сукач В.В. Стратиграфія і магматизм зеленокам'яних комплексів Середнього Придніпров'я на прикладі Сурської структури. *Мінерал. ресурси України*. 2005. № 4. С. 29—34.
8. Сукач В.В., Некряч А.І., Бобров О.Б., Малюк Б.І., Монахов В.С. Речовинний склад та стратиграфічне положення золотовміщуючої аполлонівсько-сергіївської вулкано-плутонічної асоціації (Середнє Придніпров'я, Український щит), *Геологія і магматизм докембрію Українського щита*. Ред. М.П. Щербак; НАН України. Ін-т геохімії, мінералогії та рудоутворення. Київ, 2000. С. 112—115.
9. Сукач В.В., Рязанцева Л.О. Комплексні золото-молібденові родовища та рудопрояви в зеленокам'яних поясах Середнього Придніпров'я Українського щита. *Мінеральні ресурси України*. 2018. № 2. С. 3—9. <https://doi.org/10.31996/mru.2018.2.3-9>
10. Сукач В.В., Рязанцева Л., Сьомка В.О., Бондаренко С.М. Молібденова мінералізація Сергіївського Au-Mo родовища (Середнє Придніпров'я, Український щит). *Мінеральні ресурси України*. 2020. № 1. С. 3—11. <https://doi.org/10.31996/mru.2020.1.3-11>

11. Сукач В.В., Синицин В.О. Геолого-структурні обставинки локалізації золотоносних монаховітів у зеленокам'яних структурах Середнього Придніпров'я. *Метасоматизм та рудоутворення. Міжнар. конф.*, 5—7 жовт. 2016 р. Київ, 2016. С. 65—78.
12. Сьомка В.О. Елементи-домішки в молібденітах із докембрійських комплексів Українського щита. *Геохімія та рудоутворення*. 2009. № 27. С. 98—101.
13. Тытык В.М., Фролов П.В. Молибденовое месторождение Лобаш крупный перспективный объект в Республике Карелия. *Тр. Карельского науч. центра РАН*. 2014. № 1. С. 56—62.
14. Щербак Н.П., Артеменко Г.В., Лесная И.М., Пономаренко А.Н. Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Архей. Киев: Наук. думка, 2005. 241 с.
15. Bobrov O.B., Gurskiy D.S., Krasnozhon M.D. et al. Main types of rock complexes and mineral deposits in the Ukrainian Shield. Geological excursion guidebook. Kyiv: Geographica, 2002. 166 p.
16. Jebrak M., Doucet P. Geology and gold-molybdenum porphyry mineralisation of the Archean Taschereau-Launay plutons, Abitibi, Quebec. *Precam. Res.* 2002. **115**, Iss. 1—4. P. 329—348. [https://doi.org/10.1016/S0301-9268\(02\)00015-3](https://doi.org/10.1016/S0301-9268(02)00015-3)
17. Pan Y., Fleet M.E. The late Archean Hemlo gold deposit, Ontario, Canada: a review and synthesis, *Ore Geol. Revs.* 1995. **9**, Iss. 6. P. 455—488. [https://doi.org/10.1016/0169-1368\(95\)00003-K](https://doi.org/10.1016/0169-1368(95)00003-K)
18. Syomka V.A. Genetic types of molybdenum mineralization in the Ukrainian Shield Precambrian. *The abstr. of Int. Simp. "Metallogeny of Precambrian Shields"*. Kyiv, Septem., 13—26. Kyiv, 2002. P. 95.
19. Weihed P., Eilu P., Larsen R.B., Stendal H., Tontti M. Metallic mineral deposits in the Nordic countries. *Episodes*. 2008. **31**, № 1. P. 125—132. <https://doi.org/10.18814/epiuiugs/2008/v31i1/017>

Надійшла 20.08.2022

REFERENCES

1. Bobrov, O.B., Sukach, V.V., Malykh, M.M., Tsyra, M.T., Monahov, V.S., Abdelhak, E.A. and Maslyanka, T.B. (1997), *Vidomosti Akad. Hirnych. Nauk Ukrainy*, No. 4, Kryvyi Rih, UA, pp. 67-74 [in Russian].
2. Liakhov, Yu.V., Sivoronov, A.O., Bobrov, O.B., Pavlun, M.M., Lytvynovych, O.R. and Krasnoshchok, V.M. (1994), *Mineral. zb. Lviv. un-tu*, No. 47, Vyp. 1, Lviv, UA, pp. 27-44 [in Ukrainian].
3. Pokalov, V.T. (1984), *Prospecting, exploration and evaluation of molybdenum deposits*, Nedra, Moscow, 196 p. [in Russian].
4. Synytsyn, V.O. and Sukach, V.V. (2012), *Investigation of metasomatic rocks and ores, Theoretical approaches and practice in tribute of the 70th anniversary of Victor Monakhov*, Kyiv, March 14-16th, 2012, IGMOF of the NAS of Ukraine, Kyiv, UA, pp. 71-73 [in Ukrainian].
5. Sukach, V.V. (2015), *Geochronology and ore bearing of the Precambrian and Phanerozoic, Coll. Theses of sci. conf. from Int. participation*, Kyiv, Novem. 17-18, 2015, Kyiv, UA, pp. 116-117 [in Ukrainian].
6. Sukach, V.V. (2002), *Geological structure and gold-bearing of the Solone ore field (Middle Dnipro region, Sura structure)*, Aftoref. dys. kand. heol. nauk, Lviv, 17 p. [in Ukrainian].
7. Sukach, V.V. (2005), *Mineral resource of Ukraine*, No. 4, Kyiv, pp. 29-34 [in Ukrainian].
8. Sukach, V.V., Nekriach, A.I., Bobrov, O.B., Malyuk, B.I. and Monakhov, V.S. (2000), *Precambrian geology and magmatism of the Ukrainian Shield*, in Shcherbak, M.P. (ed.), NAS of Ukraine, In-te of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation, Kyiv, 2000, pp. 112-115 [in Ukrainian].
9. Sukach, V.V. and Riazantseva, L.O. (2018), *Mineral resource of Ukraine*, No. 2, pp. 3-9 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31996/mru.2018.2.3-9>
10. Sukach, V.V., Riazantseva, L.O., Syomka, V.O. and Bondarenko, S.M. (2020), *Mineral resource of Ukraine*, No. 1, pp. 3-11 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31996/mru.2020.1.3-11>
11. Sukach, V.V. and Synytsyn, V.O. (2016), *Metasomatic processes and ore formation*, *Int. sci. conf.*, Octob. 5-7, 2016, Kyiv, UA, pp. 65-78 [in Ukrainian].
12. Syomka, V.O. (2009), *Geochemistry and ore formation*, No. 27, pp. 98-101 [in Ukrainian].
13. Tytyk, V.M. and Frolov, P.V. (2014), *Tr. Karelskogo nauch. centra RAN*, No. 1, RU, pp. 56-62 [in Russian].
14. Shcherbak, M.P., Artemenko, G.V., Lesnaia, I.M. and Ponomarenko, A.M. (2005), *Geochronology of Early Precambrian of Ukrainian shield. Archean*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 241 p. [in Russian].
15. Bobrov, O.B., Gurskiy, D.S., Krasnozhon, M.D. et al. (2002), *Main types of rock complexes and mineral deposits in the Ukrainian Shield*, Geological excursion guidebook, Geographica publ., Kyiv, 166 p.
16. Jebrak, M. and Doucet, P. (2002), *Precam. Res.*, Vol. 115, Iss. 1-4, pp. 329-348. [https://doi.org/10.1016/S0301-9268\(02\)00015-3](https://doi.org/10.1016/S0301-9268(02)00015-3)
17. Pan, Y. and Fleet, M.E. (1995), *Ore Geol. Revs.*, Vol. 9, Iss. 6, pp. 455-488. [https://doi.org/10.1016/0169-1368\(95\)00003-K](https://doi.org/10.1016/0169-1368(95)00003-K)
18. Syomka, V.A. (2002), *Abstr. of Int. Simp. "Metallogeny of Precambrian Shields"*, Septem., 13-26, 2002, Kyiv, UA, p. 95.

19. Weihed, P., Eilu, P., Larsen, R.B., Stendal, H. and Tontti, M. (2008), *Episodes*, Vol. 31, No. 1, pp. 125-132. <https://doi.org/10.18814/epiugs/2008/v31i1/017>

Received 20.08.2022

V.V. Sukach, DrSc (Geology), Head of Department
M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of NAS of Ukraine
34, Acad. Palladin Ave., Kyiv, Ukraine, 03142
E-mail: svital@ukr.net; <http://orcid.org/0000-0002-4710-7230>

L.O. Riazantseva, Leading Geologist
SE "Pivdenukrgeology" Dnipro Geological Expedition
11, Chernyshevskiy Str., Dnipro, Ukraine, 49005
E-mail: lryazanceva.09@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-1829-8290>

S.M. Bondarenko, PhD (Geology), Senior Research Fellow
M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of NAS of Ukraine
34, Acad. Palladin Ave., Kyiv, Ukraine, 03142
E-mail: sbond.igmr@gmail.com; <http://orcid.org/0000-0001-7948-3583>

M.S. Kotenko, Postgraduate
M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of NAS of Ukraine
34, Acad. Palladin Ave., Kyiv, Ukraine, 03142
E-mail: kmsxae@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-5004-2968>

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

The Balka Zolota gold-molybdenum deposit is located in the central part of the Solone ore field in the southern part of the Sura greenstone structure of the Middle Dnipro megablock of the Ukrainian Shield. Molybdenum mineralization is confined to the eastern flank of the deposit and is termed as the Solone occurrence. Main questions are address in this study of the occurrence: i) the discovery and study of the deposit, ii) the composition of wall rock complex, iii) the structural position and localization of molybdenum mineralization, iv) the morphology of ore-bearing zones and ore bodies, (v) the composition of the ores, (vi) the ore mineral associations and the sequence of their formation, (vii) morphological features of molybdenite and (viii) a general analysis on the genesis of molybdenum mineralization. Mining of molybdenum ore of Balka Zolota deposit is possible in the case of output, first of all, gold ores. It can be realized more realistically after the start of mining operations within the Serhiivka gold-molybdenum deposit. Further geological exploration focusing on the Balka Zolota deposit is needed to assess the resources and reserves potential of the gold and molybdenum mineralization, especially on the eastern flank of the deposit.

Keywords: Balka Zolota gold-molybdenum deposit, Solone ore field, metabasalts, metadacites, Mesoarchean, molybdenum ores, molybdenite.