

УДК 553.41(477)

О. Драгомирецький, канд. геол.-мінералог. наук,
В. Кадурін, канд. геол.-мінералог. наук

ПРИНЦИП СУПЕРПОЗИЦІЇ ПРИ ПОБУДОВІ ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ЗОЛОТОРУДНИХ СИСТЕМ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, доц. С.Є.Шнюковим)

Для розшифровки формування золоторудних систем пропонується метод геолого-генетичної інтерпретації геологічної інформації про золоторудні об'єкти УЩ, який передбачає побудову спочатку простих геолого-генетичних моделей, а потім їх суперпозицію (послідовне накладення) відносно можливих комбінацій різних геологічних умов. При цьому прості моделі характеризуються ієрархічно побудованими граничними умовами: енергетичними характеристиками, походженням, генезисом і парагенезисом.

Method of geologic-genetic interpretation of geological information on the ore-deposit objects of USCH implies at first the construction of simple geologic-genetic models and then their successive superposition regarding possible combinations of different geological conditions. It permits to decode the peculiarities of formation of ore-deposit systems. Simple models are characterized by hierarchically lined up boundary conditions: power features, origin, genesis and parageneisis.

Вступ. Фундамент найдавніших платформ Землі складений докембрійськими комплексами порід, які пройшли значну еволюцію в часі. На сьогоднішній день найбільш стійкі уяви про геологічні процеси в межах Українського щита (УЩ) зводяться до того, що в ранньому докембрії формувалась недосконала земна кора, складена в основному вулканогенно-осадовими комплексами базитів, які були прорвані інтрузивними і ефузивними утвореннями суттєво основного складу. На цьому етапі формувався і золоторудний потенціал докембрійських комплексів УЩ. Наступні процеси регіонального метаморфізму, ультраметаморфізму-магматизму і пов'язані з ними процеси метасоматозу тільки перерозподіляли існуючий рудний потенціал. Ці процеси охоплювали всі комплекси, які були сформовані на етапі накопичення первинної базитової протокори, етапі регіонального метаморфізму базитових протоосадових верств, етапі палінгенезу, часткового ультраметаморфічного плавлення з формуванням спочатку натрієвих, а потім нормальних суттєво калієвих плутонічних комплексів. Послідовне накладення їх один на одного привело до формування складних золоторудних об'єктів. Тому дотепер ці об'єкти важко піддаються розшифруванню і встановленню їхньої генетичної позиції, що ускладнює їх типізацію і загальну оцінку золоторудного потенціалу УЩ.

Питання генетичних моделей завжди розв'язувалося шляхом пошуку робочих (типоморфних) ознак золо-

того зруденіння. Традиційно дослідники вивчають певні генетичні ознаки (мінералогічні, геохімічні, термобаро-геохімічні, ізотопні та ін.) у межах золоторудних родовищ, зокрема і для умов Українського щита [1, 2, 3, 5] і на їх підставі будують генетичні моделі формування золотого зруденіння. Наприклад, М.М. Павлуць наводить чотири генетичні моделі, В.Б. Коваль – три. Але в цих моделях не враховуються поліциклічність і полістадійність процесів мінералоутворення в умовах еволюції геологічних комплексів УЩ і можливого послідовного накладення золоторудних процесів. При цьому ми вважаємо, що найважливіші пошукові типоморфні ознаки мають бути отримані за допомогою досліджень акцесорних мінералів, термобарогеохімії та РТ-трендів породоутворюючих мінералів [4].

Мета роботи – показати, що для розшифровки складних полістадійних золоторудних об'єктів УЩ і побудовання їхньої генетичної класифікації необхідно застосовувати метод геолого-генетичної інтерпретації геологічної інформації про ці об'єкти, враховуючи послідовне накладення різних геологічних умов (принцип суперпозиції).

Результати досліджень. При будіванні геолого-генетичної класифікації і простих моделей золоторудних систем УЩ як найбільших таксонів мають виділятися комплекси – екзогенні та ендегенні, які характеризують головну енергетичну складову – зовнішню і внутрішню, кожна з яких визначається своїми провідними енергетичними параметрами.

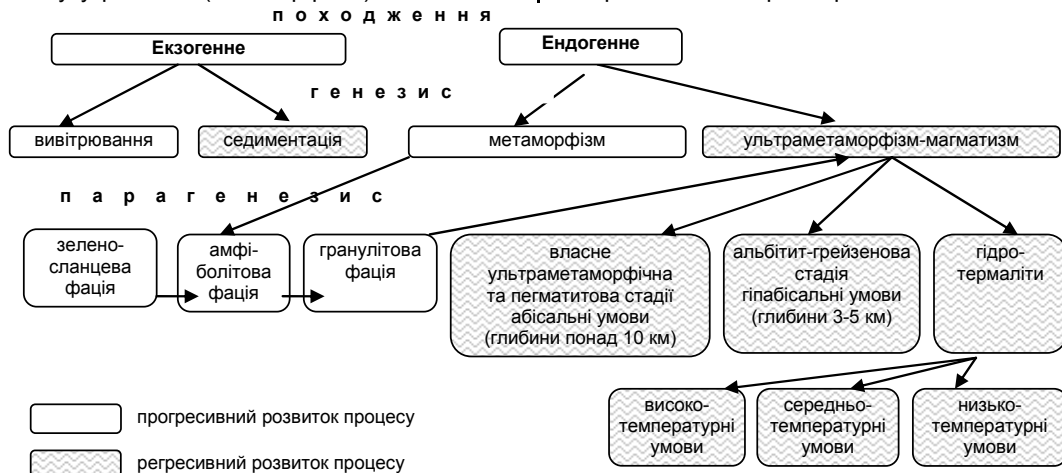


Рис. 1. Геолого-генетична класифікація та прості моделі золоторудних систем

Другим таксоном постають серії – гіпергенна, седиментогенна, магматогенна і матаморфогенна. У серія має на увазі походження об'єкту як результату головно-

го геологічного процесу, який розвивався в цій частині літосфери і привів до формування золотого зруденіння. Очевидно, що до таких походжень можна віднести:

1) магматогенне і 2) матаморфогенне, як наслідок процесів за рахунок внутрішньої енергії Землі (ендогенні); 3) гіпергенне і 4) седиментогенне як наслідок процесів за рахунок зовнішньої енергії, яка поступає на Землю (екзогенні). Ці підтоки енергії дозволяють функціонувати нерівноважним системам, які з позицій термодинаміки відносяться до відкритих. Характер таких систем за ступенем їх розвитку і спрямованості звичайно оцінюють величинами ентропії і виробництва ентропії. Причому, якщо ентропія системи характеризує ступінь її впорядкованості, то виробництво ентропії показує напрям розвитку системи до порядку чи безпорядку.

У наведених вище парах походжень один член характеризується зростанням виробництва ентропії, тобто ускладненням системи за рахунок притоку енергії, а другий зменшенням цього показника, тобто впорядкуванням системи. Таким чином, у кожній парі присутній прогресивний і регресивний члени дуальної пари. З термодинамічних позицій прогресивний член дуальної пари характеризується зростанням температури і тиску, а регресивний – зниженням цих параметрів. Так в ендогенній парі прогресивними вочевидь є метаморфічні об'єкти, а регресивними – ультраметаморфічні або магматичні.

У екзогенній парі зв'язок між термодинамічними параметрами не настільки очевидний. Однак, якщо повернутися до поняття відтворення ентропії та розміру роботи, яка реалізується в результаті розходу енергії, то очевидно, що прогресивним процесом буде процес руйнування порід, тобто вивітрювання (в нашому випадку цей процес зручніше називати гіпергенезом), а регресивним – процес седиментогенезу і подальших процесів літифікації порід.

Таким чином, за походженням у межах УЩ виділяються такі серії золоторудних систем: екзогенні – гіпергенні (вивітрювання) і седиментогенні; ендогенні – метаморфогенні ("прогресивні") і ультраметаморфогенно-магматогенні ("регресивні").

За генезисом у серіях золоторудних систем виділяються такі групи: у гіпергенній – ранньої кори вивітрювання і розсіпів; у седиментогенній – вулканогенно-осадова, біогенна та осадово-вулканогенна; у метаморфогенній (прогресивній) – метаморфізована та

метаморфічна; у ультраметаморфогенно-магматогенній (регресивній) – магматична, власне ультраметаморфічна та гідротермальних метасоматитів.

За парагенезисом у групах золоторудних систем виділяються такі класи: у групі ранніх кір вивітрювання – остаточний і інфільтраційний; у групі розсіпів – прибережно-морський слабо сортований (гравеліти, конгломерати); у групі вулканогенно-осадовій – власне вулканогенно-осадовий, вулканогенно-осадовий з вуглицем, хемогенно-вулканогенно-осадовий; у групі осадово-вулканогенній – протоспіліто-кератофіровий; у групі біогенній – біогенний-бактерійний (сульфат-редукція типу чорноморської); у групі метаморфізованій – вулканогенно-осадовий і осадово-вулканогенний; у групі метаморфічній – прогресивних метасоматитів гідротермального типу з піритом, продуктів фації зелених сланців з сульфідами, продуктів амфіболітової фації з вуглицем і ураном, прогресивних метасоматитів грейзенового типу з флогопітом, кумінгтонітом, турмаліном, клінопіроксеном, шпінеллю; у групі ультраметаморфогенно-магматогенній – власне ультраметаморфічний і пегматитовий (для абісальних плутонів – глибини понад 10 км.) і альбітит-грейзеновий (для гіпабісальних плутонів – глибини 3-5 км); у групі гідротермальних метасоматитів – високотемпературний з As, Cu, W та ін., середньотемпературний з Bi, Sb та ін. і низькотемпературний з Pb, Zn, Hg (рис. 1).

Таким чином, формування золоторудних систем УЩ контролюється: походженням (головними геологічними процесами – гіпергенним, седиментогенним, метаморфогенним і ультраметаморфогенно-магматогенним); генезисом як конкретними можливостями проходження хімічних реакцій; парагенезисом у вигляді широких і вузьких породоутворюючих і рудних асоціацій (парагенезисів) як конкретним мінеральним втіленням окремих стадій генетичного процесу з певними типоморфними ознаками.

Для розшифровки формування золоторудних систем пропонується метод геолого-генетичної інтерпретації геологічної інформації про ці об'єкти, який передбачає побудову спочатку простих геолого-генетичних моделей, а потім їх суперпозицію щодо можливих комбінацій різних геологічних умов (рис. 2).



Рис. 2. Діаграма суперпозиції

Прості геолого-генетичні моделі є способами розв'язання типових зворотних задач геології з введенням ієрархічно-послідовних граничних умов. Ці граничні умови визначаються:

- ✓ енергетичними характеристиками, що характеризують основну енергетичну складову, – зовнішню (екзогенну) і внутрішню (ендогенну), кожна з яких визначається своїми провідними енергетичними параметрами;
- ✓ походженням як результатом головного геологічного процесу, що розвивається в цій частині літосфери і який сформував золоте зруденіння;
- ✓ генезисом як конкретним чином проходження природних хімічних реакцій, що привели до утворення

золоторудного об'єкту і визначали поведінку золота у режимах описаного генезису;

- ✓ парагенезисом як конкретними мінеральними асоціаціями (комплексами) окремих стадій процесу з певними типоморфними ознаками.

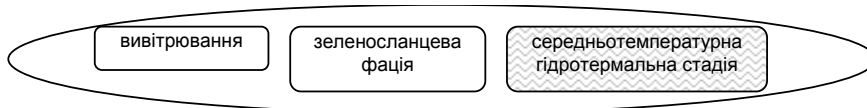
Це дозволяє побудувати 11 варіантів простих теоретично можливих геолого-генетичних моделей як вичерпного переліку можливих геологічних варіантів. При цьому апріорі прийнята умова, що варіант реалізується в чистому вигляді. Також відомо і неодноразово доведено багатьма дослідниками, що більшість золоторудних об'єктів має полігенний характер. Полігенність визначається вже тим фактом, що всі об'єкти УЩ зазнали

метаморфізму різного ступеня як процесу, накладеного на раніше сформовані породи. Так, моделі, що відносяться до гіпергенної серії, не можуть бути виявлені в незміненому вигляді в межах щита. Так само, як і не можуть бути виявлені в одному об'єкті продукти фації метаморфізму, що прогресивно сформувалися. Таким чином, у реальних природних умовах прості моделі гіпергенних, седіментогенних, метаморфогенних і ультраметаморфогенно-магматогенних золоторудних систем можуть послідовно накладатися одна на одну (принцип суперпозиції) з утворенням складних дігенних, тригенних і тетрагенних моделей.

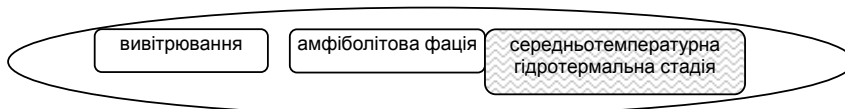
Висновки. Розрахунки, виконані на основі комбінаторики, показали, що можлива кількість комбінаций з 11 простих геолого-генетичних моделей і їх накладень припускає для докембрійських умов УЩ існування 550 модельних варіантів (комбінаций) золоторудних систем. Саме ця кількість можливих варіантів і призводить до того, що до цих пір золоторудні об'єкти не піддаються єдиній класифікації. Тим більше, що побудова різних генетичних класифікацій золоторудних родовищ виконується на еталонних принципах, як правило, в одній інформаційній площині. Моделі існуючих золоторудних об'єктів УЩ наведено на рис. 3.

Тригенні моделі:

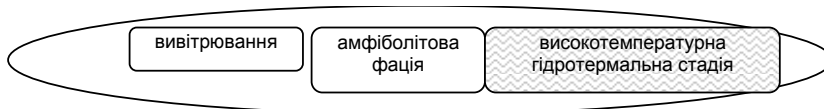
1. Сурський рудний район, Сергіївка



2. Чертомлицький рудний район, Балка Широка; Побузький рудний район, Східно-Капустянський прояв

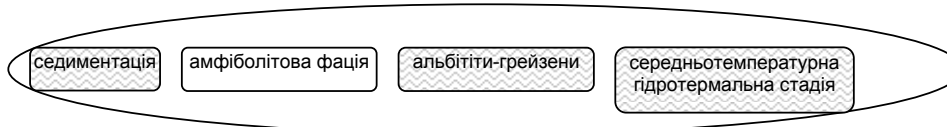


3. Голованівський рудний пояс, Капітанка



Тетрагенні моделі:

1. Кіровоградський рудний район, Юр'ївка



2. Західноприазовська МЗ, Сурозьке; Кіровоградський рудний район, Клинець; Побузький рудний район, Савранський прояв

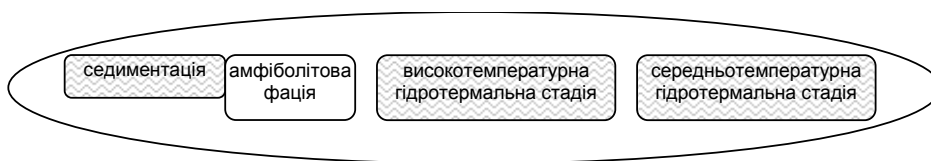


Рис. 3. Моделі існуючих золоторудних об'єктів УЩ

Інтерпретація інформації повинна відбуватися тільки в рамках вибраної моделі. Це дозволить розрахувати вузькі парагенезиси, що характеризують різні етапи формування об'єктів. Особливо складною представляється інтерпретація інформації, коли модельні вузькі парагенезиси не тільки накладаються один на один як послідовні прояви, але і взаємодіють між собою хімічно. Складність інтерпретації обумовлена і тим, що частина мінеральних видів (як правило, золото і деякі сульфіди) буде проявлена в кожному парагенезисі і тоді буде потрібно онтогенічне розділення цього мінерального виду на генетичні групи. При цьому виділятимуться і мінеральні види, що відображають генетичну модель, які нестимуть максимальне типоморфне навантаження, і, кінець кінцем, можуть розглядатися як пошукові ознаки.

1. Бобров О.Б., Малик Б.І., Свірюнов А.О. та ін. Типізація золоторудних родовищ Українського щита // Відомості Академії гірничих наук України. – 1997. – №4. – С.81-85.
2. Коваль В.Б., Коптюх Ю.М., Ярошук М.А., Фомин Ю.А., Лапуста В.Ф. Золоторудні местородження Українського щита (Україна) // Геология рудних месторождений. – 1997. – Т.39, №3. – С.229-246.
3. Павлунь М.М. Фізико-хімічні умови і зональність розвитку молібден-вольфрамових та золоторудних формацій (за результатами термобарогеохімічних досліджень): Автореф. дис. док. геол. наук.: 04.00.11 // Львів. нац. ун-т ім. Ів. Франко. – Ль., 2003.
4. Перчук Л.Л., Носырев И.В., Кадурич В.Н. Геодинамическая модель кратонизации зеленокаменных поясов (Зеленокаменные пояса и гранулиты) // Критерии поисков и перспективы промышленной золотоносности Украины: Тр. Межвед. совещ. – К., Одесса, 1993. – С.15-38.
5. Яценко Г.М., Бабынин А.К., Гурский Д.С. и др. Месторождения золота в гнейсовых комплексах докембрия Украинского щита. – К., 1998.

Надійшла до редколегії 13.05.09