

УДК 553.24.065 (477)

**МЕТОДОЛОГІЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ДЕКРЕПІТАЦІЙНОГО
АНАЛІЗУ ДІАФТОРОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ
ГЛИБОКОМЕТАМОРФІЗОВАНИХ ПОРІД (НА ПРИКЛАДІ МАЙСЬКОГО
ЗОЛОТОРУДНОГО ПРОЯВУ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА)**

О. Литвинович, Ю. Пахнющий

*Львівський національний університет імені Івана Франка
79005 м. Львів, вул. Грушевського, 4
E-mail: geomin@geof.franko.lviv.ua*

Запропоновано новий метод інтерпретації декрепitaційних кривих полімінеральних неелектромагнітних фракцій. Цю експресну методику можна застосовувати під час картування ореолів взаємодії з породами ендегенних флюїдів з метою виявлення “сліпих” потенційно рудоносних зон. Вона особливо ефективна в разі розшуків рудних тіл у діафторованих високометаморфізованих породах, де немає видимих ознак зруденіння.

Ключові слова: золото, полімінеральна неелектромагнітна фракція, декрепitaція, ореол пропарювання, рудоносна зона, Український щит.

У період з 1995 по 1997 рр. група співробітників Львівського національного університету імені Івана Франка під керівництвом професорів геологічного факультету А. О. Сіворонова та О. Б. Боброва проводила регіональні прогнозно-металогенічні дослідження Саврансько-Синицівської площі та розробку критеріїв контролю золотого зруденіння Майського рудопояву за комплексом формаційних, мінералого-фізичних та термобарогеохімічних методів.

Рудовмісні породи в межах рудопояву представлені товщею різноманітних гнейсів, кристалосланців, дрібно-, середньо- та крупнозернистих (до пегматоїдних) гранітоїдів, основних та ультраосновних порід. Вони чергуються між собою в різних співвідношеннях. Комплекс цих порід сформувався в умовах гранулітової фації метаморфізму та зазнав змін в умовах амфіболітової фації з різномасштабними проявами наступних накладених процесів. Зокрема, кремне-лужний метасоматоз, що супроводжувався кислотним вилуговуванням, призвів до утворення мігматитів і порід метабластичного вигляду із зонами різноманітних метасоматитів.

Сьогодні підвищені, нерідко промислові концентрації золота достовірно виявлені в зонах метасоматитів, які містяться в контрастних за петрографічним складом пачках порід, переважно в найближчих екзоконтактах Північного та Південного гранітоїдних масивів. Такі пачки чітко марковані шарами порід основного-ультраосновного складу у висячому боці рудних зон.

Деяко підвищені концентрації золота зафіксовані в порівняно одноманітних середньозернистих породах гранітоїдного складу, а також на деяких ділянках, де розвинуті пегматоїдні жили. Названі типи золотоконцентрувальних порід досить

розповсюджені, однак, на жаль, *не мають яких-небудь особливих макроскопових ознак*, що утруднює їхнє картування та частково гальмує розвиток рудорозшукувального процесу. Їхнє промислове значення досі невідоме. Загалом, особливість рудних зон Майського рудопрояву полягає в надзвичайно слабкоконтрастному зовнішньому (макроскоповому) виявленні ознак накладеної гідротермальної діяльності. Очевидно, що відсутність достатньо чітких критеріїв картування потенційно рудоносних зон може суттєво позначитися на якості результатів попередніх розшукувально-розвідувальних робіт. Власне цим і зумовлена потреба спеціальних декрептометричних досліджень, спрямованих на шукання прихованих ознак гідротермальної переробки рудовмісних порід (ореолів пропарювання за М. П. Єрмаковим). Відповідно, в разі отримання позитивних результатів це може мати вирішальне значення для виявлення прихованого зруденіння шляхом декрептокаротажу окремих свердловин, декрептопрофілювання та об'ємного моделювання рудоперспективних ділянок.

Відомо, що у формуванні будь-якого типу ендегенних родовищ золота тою чи іншою мірою беруть участь металотранспортувальні флюїди переважно водно-вуглекислотного складу. Мінералотворні розчини, переміщуючись до зон розвантаження гідротермальних систем, повинні залишати свої сліди у вигляді вторинних (за М. П. Єрмаковим) включень у мінералах ранніх асоціацій, а також у вигляді новоутворених та "реакційних" мінералів, у складі яких є легколеткі H_2O , CO_2 та ін.

Перш ніж наводити результати наших досліджень, нагадаємо про головні недоліки та переваги методу декрепітації. До недоліків треба зачислити неможливість отримання генетичної інформації навіть за мономінеральними кварцовими фракціями, оскільки:

1) декрепітація вакуолей з високощільною вуглекислотою складовою "рудного" кварцу виникає при температурах, нижчих від температури захоплення цих включень, а порівняно великі ареали новоутворених мікротріщинок дегерметизують родини включень інших генерацій;

2) включення, які містяться у кварці різних стадій мінералотворного процесу, навіть маючи однакове наповнення (за В. А. Калюжним), будуть декрепітувати при різних температурах, оскільки щільність цього кварцу буде різною;

3) включення, у складі яких нема CO_2 або кількість його незначна, декрепітують у разі певного перегрівання щодо температур консервації вакуолей, а значення цього перегрівання залежить від хімічного складу самого включення та від щільності кварцу, в якому воно міститься;

4) відбір мономінеральних фракцій є досить копіткою роботою і потребує багато часу.

До переваг декрептометрії належать експресність аналізу, а також можливість визначення відносної валової флюїдонасиченості проб, значення якої прямо пропорційне кількості гідротермально-метасоматичних флюїдів, що привели до формування певних метасоматичних змін у первинних породах.

Не зважаючи на перелічені недоліки, декрепітаційні дослідження все ж таки проводять. Для отримання максимально коректних результатів, які потім можна зіставляти з температурами гомогенізації родин включень, як звичайно, використовують мономінеральні фракції (здебільшого кварцу). Ми виконали певний комплекс робіт, спрямований на виявлення відмінностей між результатами декрептоа-

налізу мономінеральних кварцових і полімінеральних фракцій. В разі отримання зіставних результатів це дасть змогу:

підвищити експресність методу;

отримати повнішу інформацію з виявлення ореолів пропарювання, оскільки термічному впливу піддаватимуть не тільки кварц, а й новоутворені та “реакційні” мінерали;

одержати повну інформацію про декрептоактивність порід по стовбуру свердловини, оскільки дублікати відколкових проб завжди є в експедиціях, на відміну від ядерного матеріалу (особливо по перетинах рудних тіл і зон зруденіння).

З цією метою для методологічних досліджень зі свердловин № 6407, 6450, 6507 та 6507б відібрано проби, що характеризують підрудний, рудний та надрудний глибинні горизонти. Проби подрібнено, і з них виділено електромагнітну фракцію. Неелектромагнітні фракції представлені на 70–80 % польовими шпатами (різного ступеня серицитизації та сосюритизації) та на 20–30% кварцом. Крім цих мінералів, сюди потрапляє деяка кількість зерен піриту та халькопіриту, мізерні кількості яких практично неможливо оцінити у відсотках.

З частини неелектромагнітної фракції під біокулярною лупою відібрано монокварцові проби об’ємом 1 см³. За допомогою вакуумного декрептографа ВД-1 досліджували неелектромагнітні полімінеральні фракції та з тих самих проб – мономінеральні кварцові. Значення наважки неелектромагнітних фракцій визначене експериментально в межах не менше 1,5 см³, а мономінеральної кварцової – не менше 0,5 см³. Наважку прогрівали у вакуумі до температури 700–800°C (до припинення газовиділення). Дослідження з вищими температурами недоцільні, оскільки переходять межі теплового режиму рудогенерувальних систем та потрапляють в область розкладання породотворних мінералів. Результати досліджень розшифровано за загальноприйнятою методикою і відображено у вигляді гістограм (рис. 1, 2).

Між гістограмами декрептоактивності неелектромагнітних та мономінеральних фракцій відповідних глибинних горизонтів простежується подібність. Піки декрептоактивності, що характеризують тепловий режим рудогенерувальної системи (150–500°C), виразно фіксовані на гістограмах як полімінеральних, так і мономінеральних фракцій. Різниця полягає в такому:

1) на гістограмах полімінеральних фракцій наявні піки до 150°C, що свідчить про відділення плівкової та капілярної води;

2) на гістограмах полімінеральних фракцій наявні піки понад 500°C, що відображає термічну декрептацію та дисоціацію новоутворених і “реакційних” мінералів, у складі яких є легколеткі компоненти (H₂O, CO₂ та ін.). Особливість гістограм декрептоактивності, які характеризують підрудний глибинний горизонт, та, що на них таких піків нема, а це, відповідно, свідчить про слабку гідротермально-метасоматичну переробку цих порід;

3) у більшій площі гістограм, що характеризують неелектромагнітні полімінеральні фракції, однак це явище цілком закономірне й автоматично впливає з попереднього пункту.

Отже, ми можемо виконувати декрептокартаж свердловин за неелектромагнітними полімінеральними фракціями, оскільки в нашому випадку це не призводить до суттєвих помилок.

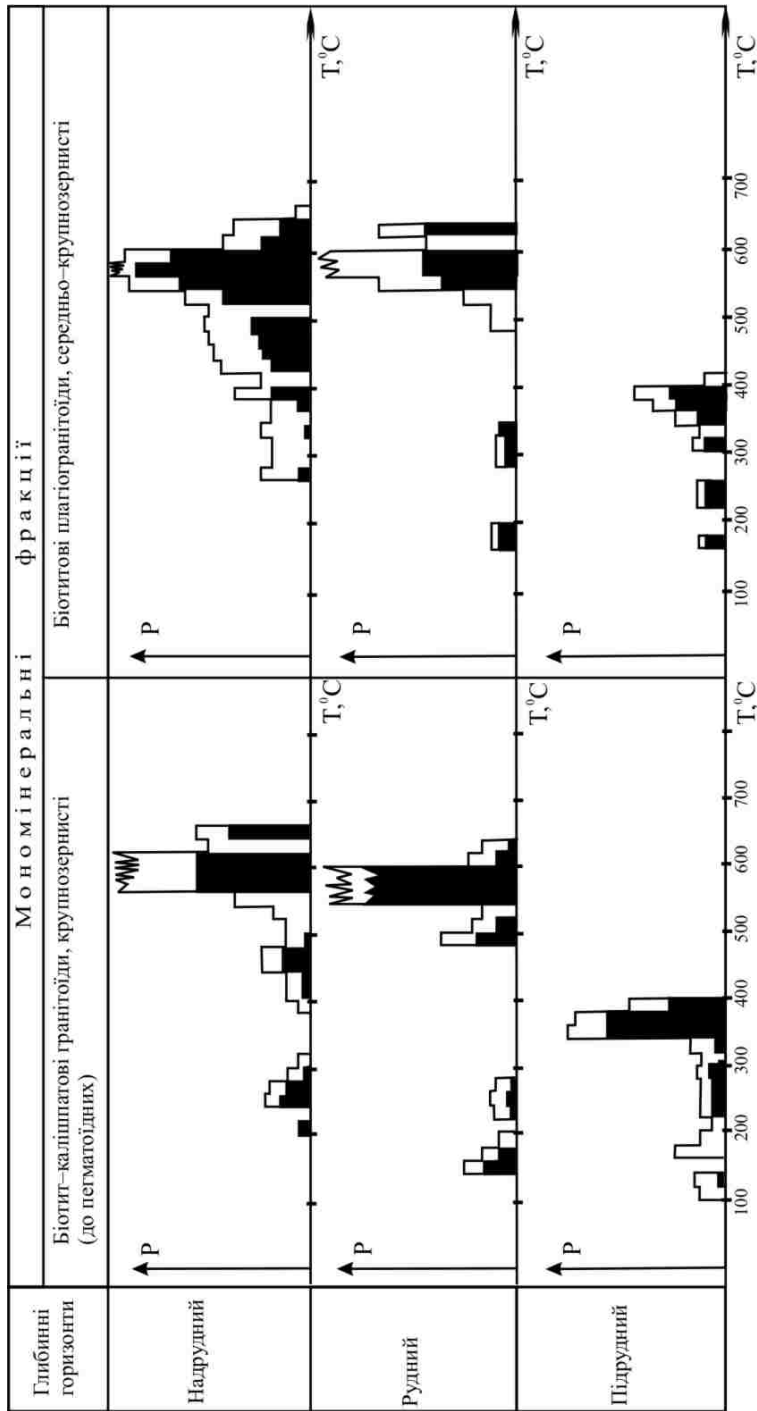


Рис. 1. Гістограми декрептованості моноminerальних фракцій з біотитових лейкократових грантоїдів і біотитових плагіогрантоїдів. Заштриховані частини гістограм відповідають значимим флуктуаціям тиску (газовиділення) того чи іншого температурного інтервалу.

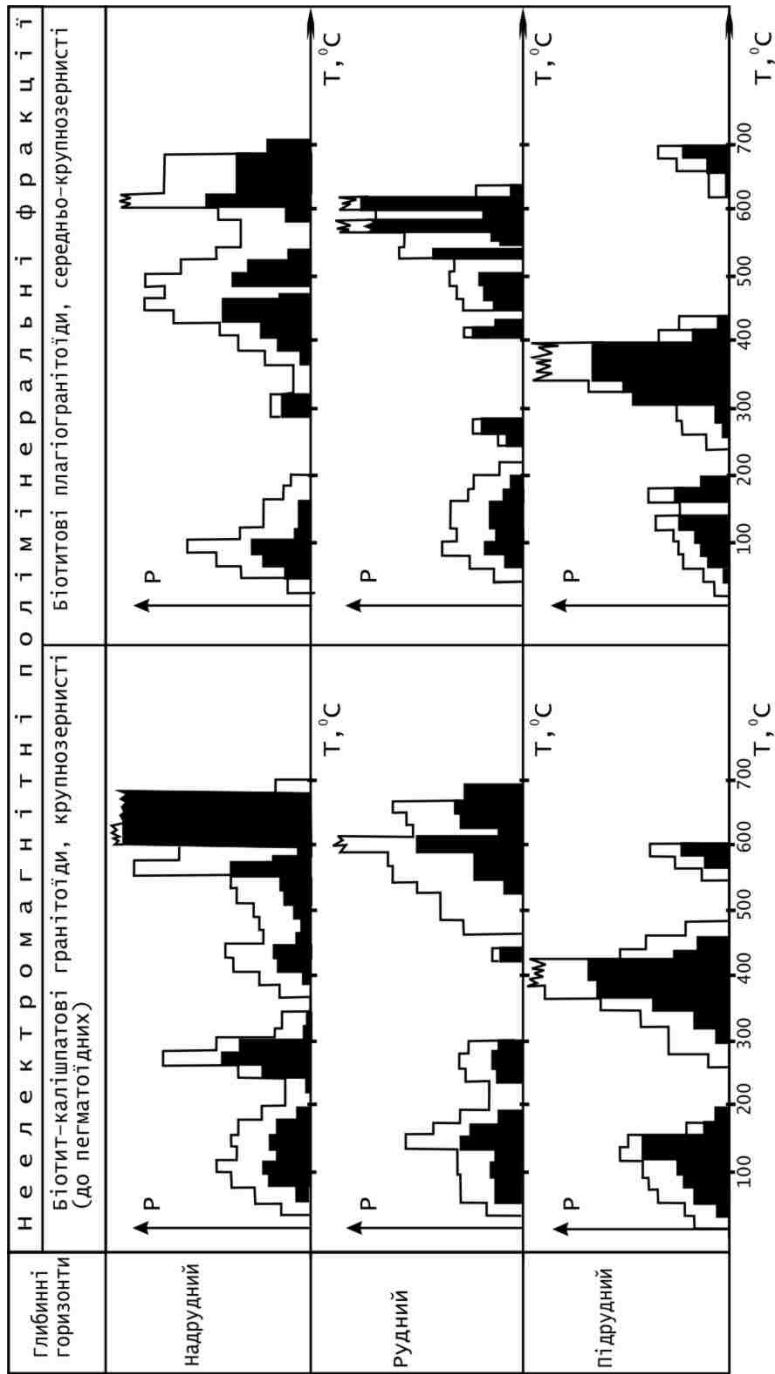


Рис. 2. Гістограми декрептоактивності неелектромагнітних полімінеральних фракцій з біотитових лейкократових гранітоїдів і біотитових плагіогранітоїдів. Заштриховані частини гістограм відповідають значимим флуктуаціям тиску (газовиділення) того чи іншого температурного інтервалу.

Сьогодні для підвищення експресності та уніфікації дешифрування декрептограм ми пропонуємо новий підхід до їхньої інтерпретації. Суть його така. Кількість новоутворених і “реакційних” мінералів, а також вторинних включень завжди прямо пропорційна до інтенсивності та тривалості процесів гідротермально-метасоматичної переробки первинного субстрату. Якщо досліджувати проби гідротермально-метасоматично-змінених порід і руд за сталого початкового значення вакууму в реакторі приладу, зі сталою швидкістю відкачування газу під час нагрівання проби, прогрівання наважки та подачі діаграмної стрічки самописця, то загальний вигляд отриманої кривої* буде надійною, хоча й інтегральною характеристикою процесів, що відбуваються у пробі, яку прогривають, – дегідратації, десорбції, поліморфних перетворень, термічного розкладу та декрепітації включень у мінералах полімінеральних фракцій. Кожний з цих процесів приводить до вивільнення певної дози паро-газової суміші, яка диференційно знижує ступінь вакууму, що його фіксує вакуумна лампа.

Отже, сумарна крива дегазації проби в цьому випадку буде інтегральною за суттю, тому надалі називатимемо її декрептограмою тільки традиційно (фактично це “інтегральна крива флюїдовиділення”).

Порядок опробування, аналізування та знімання результатів з декрептограм у загальних рисах такий. Із дублікатів відколкових проб для літогеохімічного аналізу відбирають об’ємні декрептопроби (50–80 см³), з них відділяють гранулометричні фракції розмірністю 0,5–1,0 мм, які потім прогривають до повного припинення газовиділення. Загальний вигляд отриманих декрептограм, як зазначено вище, є надійною, достатньо типоморфною характеристикою неелектромагнітних фракцій. На сучасному рівні наших знань пропонуємо таку схему типізації декрептограм.

Декрептограми першого типу (рис. 3) відображають закономірно постійне зниження вакууму, тобто кожна наступна точка має нижче значення вакууму, ніж попередня; характерні для випадків, коли кількість паро-газової суміші, що виділяється внаслідок нагрівання, перевищує швидкість її відкачування з вакуумної трубки. Така ситуація може свідчити про найбільший ступінь гідротермально-метасоматичної переробки досліджуваних порід.

Декрептограми другого типу (див. рис. 3) відрізняються наявністю плечеподібного перегину (майже однакові значення вакууму, інколи фіксують його зростання до 1%) між двома висхідними гілками, які фіксують різке зростання тиску в реакторі.

Декрептограми третього типу (див. рис. 3) дуже подібні до декрептограм другого, однак відрізняються обов’язковою фіксацією підвищення вакууму (у межах 1,0–2,5 %) у проміжку між двома висхідними гілками декрептограм; відображають різке зростання тиску в вакуумній лампі.

Декрептограми четвертого типу (див. рис. 3) відображають особливо різке збільшення вакууму (понад 2,5 %) у проміжку між висхідними гілками, які фіксують різке зниження вакууму в вакуумній лампі. Така ситуація характерна для порід з найменшим ступенем гідротермально-метасоматичної переробки.

* Зазначимо, що вигляд декрептограм, отриманих на різних декрептографах, буде різний. Це зумовлене суто технічними причинами. Однак, знаючи фізико-хімічну суть процесів, які відбуваються в реакторі, декрептограми можна корелювати одну з одною після виконання певних методичних робіт.

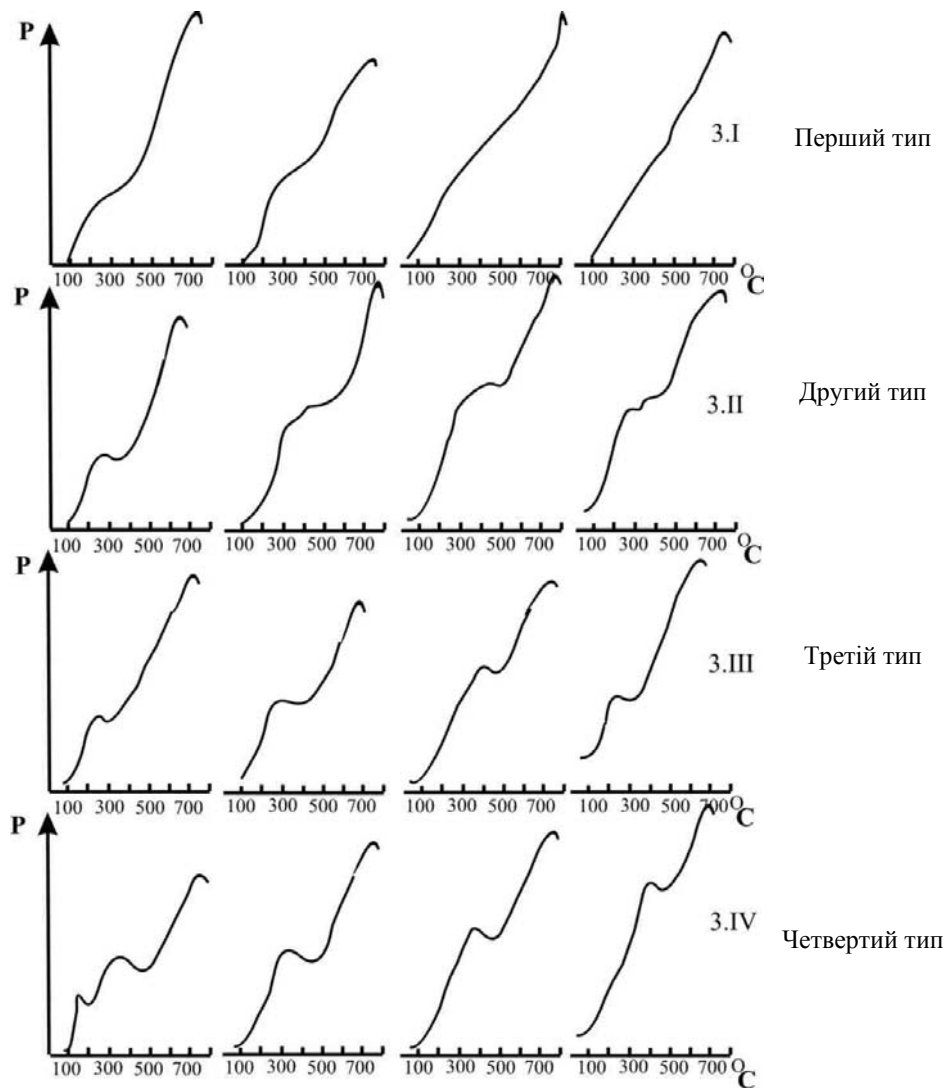


Рис. 3. Різновиди типів декрептограм неелектромагнітних фракцій порід Майського золоторудного прояву

Систематизовані таким способом декрептограми наносимо на геологічні розрізи по профілях з урахуванням головних геологічних елементів (елементи залягання порід, межі найконтрастніших петротипів, тектонічні порушення тощо) (рис. 4) і, як наслідок, можемо відкартувати найімовірніші шляхи міграції потенційно рудоносних флюїдів (рис. 5).

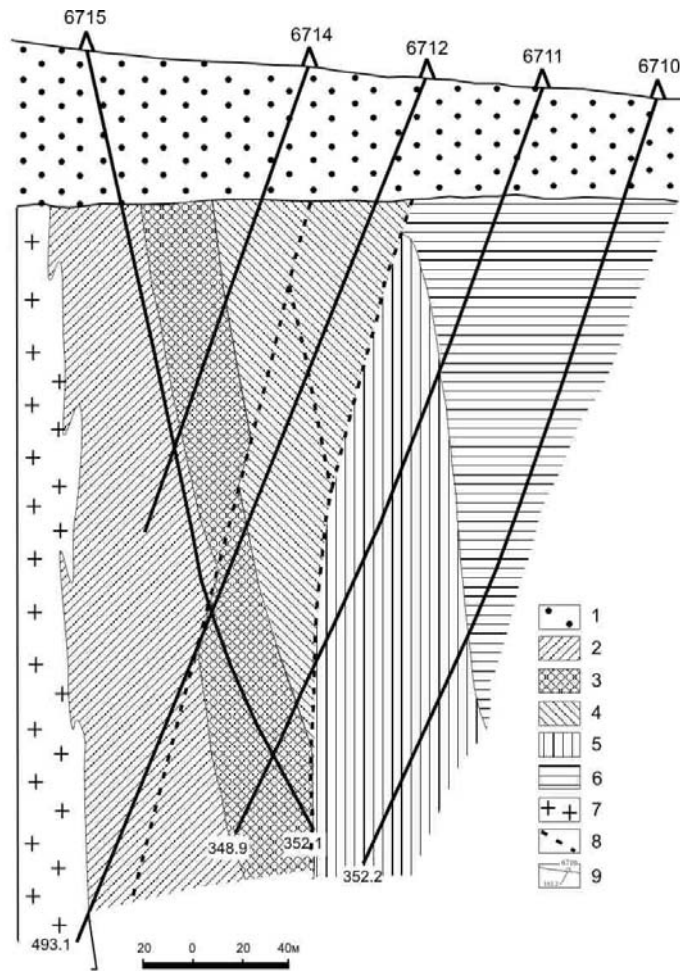


Рис. 4. Фрагмент схематичного геологічного розрізу за буровим профілем 21: 1 – четвертинні відклади та кора звітрювання; 2 – чергування біотитових плагіогнейсів з двопольовошпатовими гнейсами, в яких містяться амфіболіти; 3 – пачка метасоматитів, кристалосланців, амфіболітів і слюдитів по них; 4 – чергування біотитових кристалосланців та плагіогнейсів; 5 – чергування двопольовошпатових гнейсів та плагіогнейсів; 6 – чергування біотитових кристалосланців та плагіогнейсів, двопольовошпатових гнейсів з прошарками метасоматитів плагіоклаз ± біотит ± кварцового складу; 7 – гранітоїди; 8 – тектонічні порушення; 9 – свердловини, їхній номер та глибина.

Навіть побіжний аналіз цих розрізів за профілем засвідчує добре зіставлення результатів декрептометрії з геологічними побудовами. Чітко видно пряму кореляцію між положенням “ореолу пропарювання” з деякими структурними порушеннями, а також з контактами контрастних за складом порід.

Крім того, користуючись результатами декрептокаротажу, можна виявити “ореоли пропарювання” (а може, і зони розвантаження) серед пачок порівняно однорідних плагіогнейсів, як, наприклад по св. № 6712 в інтервалах глибин 91,5–93,5, 95,3–106,3, 114,0–118,0, 132,0–136,0 м.

Певна перевага пропонованої методики й у тому, що вона порівняно експресна. Швидкість декрептокаротажу на одному приладі – 10–12 проб упродовж робочого дня, тобто вже через один місяць після початку дослідження по всьому стовбуру свердловини можна виділити інтервали для детальнішого опису та опробування.

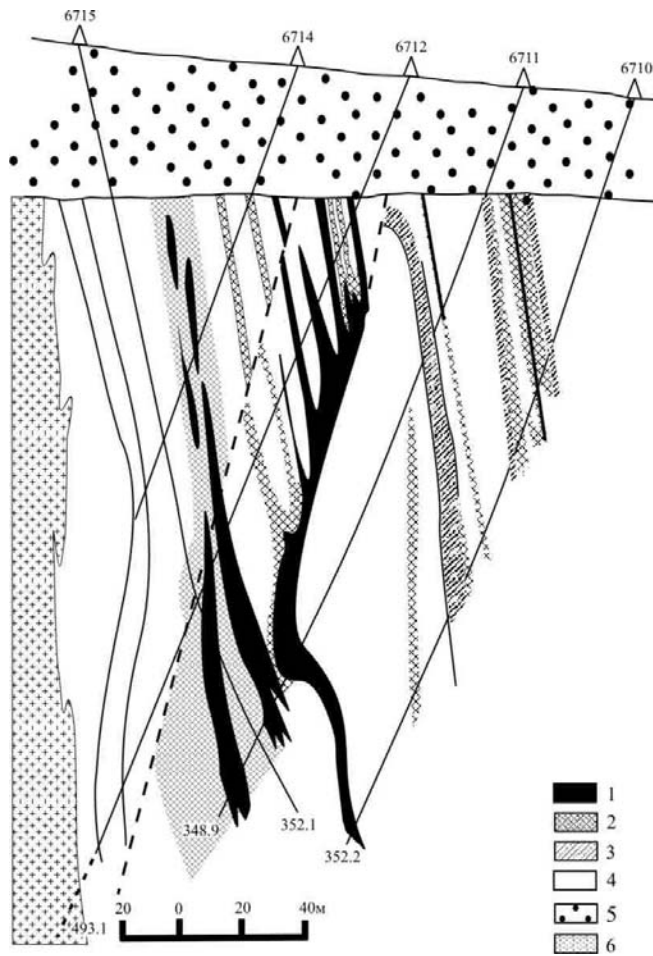


Рис. 5. Ореоли пропарювання за результатами декрепітаційного аналізу (фрагмент розрізу за буровим профілем 21).

За декрептограмами: 1 – першого типу; 2 – другого типу; 3 – третього типу; 4 – четвертого типу. 5 – четвертинні відклади та кора звітрювання; 6 – гранітоїди.

Отже, можна констатувати, що впровадження декрептометрії (декрептокаротажу) полімінеральних неелектромагнітних фракцій із дублікатів відколкового опробування та систематизації декрептограм запропонованим вище способом цілком доцільне в макроскопово однорідних геологічних товщах, особливо на тих ділянках рудоперспективних площ, де нема будь-яких маркувальних структурно-речовинних чинників локалізації золотого зруденіння.

Автори висловлюють щире подяку мол. наук. співроб. С. В. Біруку за комп'ютерне оформлення статті.

**METHODOLOGY AND EMPLOYMENT OF DECREPITATION ANALYSIS
OF THE HIGHLY METAMORPHOSED DIAPHTHORIZED ROCKS
(ON THE EXAMPLE OF MAISKE GOLD DEPOSIT, UKRAINIAN SHIELD)**

O. Lytvynovytsch, Yu. Pakhniushchyi

*Ivan Franko National University of Lviv
Hrushevskogo st. 4, UA – 79005 Lviv, Ukraine
E-mail: geomin@geof.franko.lviv.ua*

The new way of deciphering polymineral non-electromagnetic fractions decrepitation curves has been proposed. This express technique may be applied to mapping halo interaction of endogenous fluids with rocks for purposes discovering the “blind” potential ore-bearing zones. Its special effectiveness becomes apparent in search of ore-bodies in highly metamorphosed diaphthorized rocks, which are devoid of evident visible indications of ore guides.

Key words: gold, polymineral non-electromagnetic fraction, decrepitation, steaming aureole, ore-bearing zone, Ukrainian shield.

Стаття надійшла до редколегії 12.03.2001