

УДК 548.4

## ГЕНЕРАЦІЇ ФЛЮЇДНИХ ВКЛЮЧЕНЬ – ДІАГНОСТИКА ТА СИСТЕМНІ (СТРУКТУРНО-ГЕНЕТИЧНІ) ВЛАСТИВОСТІ

І. Попівняк

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

На підставі фактологічного термобарогеохімічного моделювання флюїодинамічних рудогенерувальних палеосистем та за аналізом літературних даних доведено тезу, згідно з якою практично всі кристалічні геологічні об'єкти (тіла), принаймні на досяжному для дослідження рівні земної кори, так чи інакше пройшли флюїдну стадію. У складі загальної мегасистеми флюїдних включень у мінералах кристалічної оболонки Землі виділено ієрархічний ряд головних термобарогеохімічних таксономічних категорій: генерації включень, асоціації включень, комплекси включень, геосистеми включень. Базовим таксоном цієї генетичної класифікації є генерація включень. Розглянуто головні системні властивості генерацій включень: цілісність, структурність, взаємозалежність генерацій включень та вмісного середовища, множинність опису, єдність, автономність, ієрархічність, уособленість тощо. Для надійного розпізнавання й діагностики генерацій включень рекомендовано низку критеріїв, найважливішими з яких є мінералого-генетичний, структурно-тектонічний і термобарогеохімічний.

*Ключові слова:* термобарогеохімія, флюїдні включення, родовища золота, генерації включень, флюїдні палеопотоки, моделювання.

Результати багаторічних досліджень золоторудних родовищ за включеннями в мінералах [11, 27, 31–38, 41, 42, 48, 51, 55], а також аналіз і узагальнення опублікованих даних з термобарометрії та мікрохімії флюїдних включень у мінералах різних ендегенних та екзогенних геологічних утворень [1–5, 7–10, 12–26, 28–30, 43, 45–47, 52–54 та ін.] свідчать, що флюїдні<sup>1</sup> включення притаманні практично всім реальним кристалом на Землі, зокрема об'єднаним у мінеральні агрегати, парагенетичні мінеральні асоціації, мінеральні комплекси, різноманітні рудні й породні формації, комплекси формацій тощо.

Це дає підстави для усвідомлення, що **практично всі кристалічні геологічні об'єкти (тіла), принаймні на досяжному для дослідження рівні земної кори, так чи інакше пройшли флюїдну стадію.**

Очевидно, що сьогоденні структура та речовинний склад Землі є результатом послідовної дії поєднаних за часом і в просторі процесів та явищ, які поступово спричинювали утворення її складових частин (геологічних тіл).

Уявлення про дискретність та ієрархічність геологічних об'єктів (геологічних

---

© Попівняк І., 2004

<sup>1</sup>Услід за Ф.Г. Смітом [49], В.А. Калюжним [13] та Е. Реддером [44] ми зачисляємо до флюїдних не лише надкритичні, рідкі та газові еманції, а й магматичні розплави, води поверхневих басейнів Землі, підземні басейни нафти і газу, мінералізовані води тощо.

тіл) [6] загальновідомі, а спроби відтворити послідовність процесів формування різномасштабних геологічних об'єктів за часом та у просторі за допомогою флюїдних включень у мінералах певним чином доповнюють такі уявлення і теж свідчать про дискретність, ієрархічність і багатоактність цих процесів. Водночас термобаро-геохімічні дані засвідчують можливість точнішого ранжування геологічних об'єктів (тіл) за їхньою складністю й масштабністю.

Зіставлення рівнів організації мінеральних спільнот Землі з погляду їхнього генезису та з обов'язковим урахуванням флюїдних стадій, які вони пройшли на різних етапах розвитку (від зародження флюїдних тепломас через складні фізико-хімічні явища у мінералотворних палеосистемах до кристалізації мінеральних спільнот), доводить, що найбільші кількості флюїдних включень утворились у ділянках фракціонування флюїдів та інтенсивного мінералоутворення чи у ділянках неодноразового повторення (телескопування) таких процесів. У першому випадку разом із мінеральними спільнотами формувалися генетично дуже тісно споріднені сукупності включень, сингенетичні щодо цих мінеральних спільнот, а у другому – парагенетично дещо віддалені групи включень у парагенетично віддалених сукупностях мінералів.

Одним із методів пізнання великих спільнот флюїдних включень є метод класифікації, використаний нами [31, 32, 35, 55] для генетичного систематизування великих сукупностей флюїдних включень у мінералах рудних чи породних мінеральних асоціацій і комплексів.

Зважаючи на генетичну єдність (одночасність утворення) мінералів (їхніх окремих груп, асоціацій, парагенезисів, комплексів тощо) та сингенних до них включень, ми виділили низку таксономічних категорій, що частково характеризують сукупності включень, відповідні до різномасштабних мінеральних спільнот [35]. Таксономічні категорії повинні бути розподілені у класифікаційному полі закономірно, відповідно до реальних співвідношень класифікованих об'єктів у природі. Їхні функції полягають у тому, щоб звести наявну в природі різноманітність включень у єдину класифікаційну систему.

Масштабність тих чи інших мінералогічних і термобарогеохімічних таксонів (ансамблів флюїдних включень) зумовлена масштабністю відповідних процесів мінералоутворення, результатом розвитку яких є відповідні породні чи металогенічні таксони (одиниці): рудні тіла, родовища, поля, вузли, райони, провінції тощо [35].

Зокрема, масштаби просторового поширення первинних включень певної генерації, сингенетичних з мінеральними зародженнями, індивідами, асоціаціями чи комплексами, відповідають масштабам поширення самих мінералів-господарів (їхніх зароджень, асоціацій та комплексів) у геологічному просторі. Водночас поширення вторинних включень цієї ж генерації (у мінералах раних мінеральних комплексів) відповідає масштабам поширення зон мікротріщинуватості у раних мінералах досліджуваних об'єктів та в мінералах вмісних порід. Сукупності вторинних включень у вмісних породах зазвичай поширені у вигляді “ореолів пропарювання” [19].

Очевидно, що *генетична єдність мінеральних спільнот у різномасштабних геологічних об'єктах є запорукою (критерієм) загальної генетичної єдності спільнот флюїдних включень, законсервованих у мінералах усіх цих об'єктів*, які існують нині на планеті і які ми розглядаємо як найбільший таксон – мегасистема включень.

Єдність процесів утворення мінералів (їхніх сукупностей) та сингенних до них включень флюїдів, з яких ці мінерали кристалізувалися, була підставою для вибору

таксономічних категорій і підлеглих таксонів генетичної класифікації з орієнтуванням на існуючі системи таксономічних категорій, насамперед, у генетичній мінералогії та металогенії. На наш погляд, використання добре відомих у мінералогії та металогенії систем таксономічних категорій слугує надійною підставою для генетичної класифікації флюїдних включень і має прагматичну доцільність, оскільки сприяє створенню образу того чи іншого таксона їхньої генетичної класифікації.

У складі загальної *мегасистеми* флюїдних включень кристалічної оболонки Землі ми виділили такий ієрархічний ряд головних термобарогеохімічних таксономічних категорій: *генерації включень, асоціації включень, комплекси включень, геосистеми включень* [35].

Тут розглянемо лише один таксон цієї класифікації – *генерацію флюїдних включень*, для виділення якої вже сьогодні є достатні фактологічні матеріали, теоретичні передумови та статистично обґрунтовані термобарогеохімічні дані.

Генерація включень – це базовий таксон раціональної генетичної класифікації [35]. Вона є своєрідною цеглиною, із яких “зводять будівлю” цієї класифікації. Схему структурно-ієрархічного зіставлення флюїдодинамічних, металогенічних і рудно-генетичних таксонів з таксонами розробленої генетичної класифікації включень наведено у таблиці.

Щодо словосполучення “генерація включень”, то його деякі дослідники іноді вживали під час вивчення й опису природних систем включень. Наприклад, Р.О. Радкевич [43] для опису різних груп включень використав загальноновизнану тричленну генетичну систематику включень і виділив серед них первинні, первинно-вторинні та вторинні. Однак, виявивши четверту групу включень, автор опинився у скруті, не маючи куди її зачислити за тричленною генетичною систематикою, тому узагальнив: “...По гомогенизации изученных газово-жидких включений ориентировочно можно наметить четыре *генерации включений* (виділено нами. – *І.П.*), отвечающие температурам 370, 300, 200, 100°C. Первичные включения первых двух *генераций*, в общем, наиболее мелкие, и поэтому температурные оценки методом гомогенизации проводить по ним трудно. При этом включения, соответствующие II *генерации*, выражены более отчетливо, чем I. Включения III и IV *генераций*, наблюдающиеся чаще всего, наиболее крупные и пригодны для целей термометрии”. Очевидно, що тут автор назвав генераціями поодинокі, різні за морфологією групи включень, які водночас вирізнялись за розмірами та значеннями температури їхньої гомогенізації, не маючи на увазі їхніх генетичних особливостей. *Таке розуміння генерацій включень аж ніяк не відповідає нашим уявленням щодо генерацій включень* [35, 51].

У подібному випадку В.А. Калужний та Д.К. Возняк за переконливими ознаками перенаповнення виділили ранньо- та пізньовторинні включення [27, 28]. Справді, вторинні включення в одному кристалі можуть належати різним генераціям у разі перенаповнення включень на перетині двох залікованих тріщинок [13], тим більше у разі перенаповнення первинних включень у зоні росту кристала флюїдами вторинних у цьому ж кристалі. Проте ранньовторинні включення на перетині двох залікованих тріщинок можуть бути перенаповнені пізнішими хвилями цієї ж порції флюїду, і тоді вони аж ніяк не є двома генераціями. До того ж, якщо навіть в одному кристалі заліковано (накладено) три–чотири групи вторинних включень, що часто трапляється на практиці, то за такою схемою доведеться виділяти не тільки ранньо-

Таблиця 1

Схема зіставлення флюїодинамічних, металогенічних і рудногенетичних таксонів з категоріями генетичної класифікації флюїдних включень [35]

<i>Категорії генетичної класифікації флюїдних включень [31, 35]</i>	<i>Час геологічний</i>	<i>Головні металогенічні таксони</i>	<i>Рудно-генетичні таксони</i>	<i>Масштаби флюїодинаміки та зруденіння</i>	<i>Таксони флюїодинамічних палеосистем</i>
<b>Генерації включень</b>	<b>Стадії мінералоутворення</b>	<b>Рудопрояв, рудне тіло, рудна зона, родовище</b>	<b>Мінеральні комплекси</b>	<b>Флюїодинаміка у межах “рудноносних” розривних структур. Формування рудних стовпів</b>	<b>Порція флюїду</b>
<b>Асоціації включень</b>	Періоди (етапи) мінералоутворення	Рудне тіло, рудна зона, родовище, рудне поле	Рудні комплекси	Флюїодинаміка у межах флюїдопідвідних і “рудноносних” структур. Формування родовищ корисних копалин і рудних комплексів	Прості розшаровані чи киплячі флюїдні палеосистеми
<b>Комплекси включень</b>		Родовище, рудне поле, рудний вузол, рудний район			Складні, гетерогенізовані (ліквовані, розшаровані, киплячі) чи конденсовані флюїдні палеосистеми
<b>Геосистеми включень</b>	Тектоно-флюїдні активізації, магматичні та амагматичні	Рудний район, рудна провінція	Рудно-магматичні літолого-стратиграфічні та структурно-формаційні рудні комплекси	Формування родовищ корисних копалин	Магматогенно-флюїдні колони
<b>Мегасистема включень</b>		Планета Земля			Мігросфера

та пізньовторинні, а й пізньовторинніші та щепізнішевторинніші чи ще щось подібне.

Словосполучення “генерація включень” трапляється також у працях М.П. Єрмакова [7–9], Ю.О. Долгова [10], Д.М.Хітарова [49] та інших учених, які інколи так називали різні групи включень, не вкладаючи в це поняття істинного генетично-

го змісту.

Уперше генетичну сутність терміна “генерація включень” ми обґрунтували за результатами детального дослідження численних золоторудних тіл Кедровського рудного району (Північна Бурятія [31]), зокрема, зазначивши: “Під час дослідження золотоносних жил, які є полікристалічними і полімінеральними утвореннями, сформованими упродовж багатостадійного процесу об’єктами, парагенетична належність численних різновікових груп включень описана за допомогою системи, де вперше нами виділено генерації включень (*generatio* – народження, покоління), які являють собою різновікові їхні покоління. Включення одної генерації є мікропробами однієї порції розчинів, що функціонували *упродовж відповідної стадії мінералоутворення*. Вони консервуються в мінералах сформованого в цю стадію мінерального комплексу як сингенетичні (первинні і первинно-вторинні), а також в мінералах ранніх комплексів і у вмшуючих породах як вторинні.

Отже, кількість генерацій включень визначається числом послідовних порцій розчинів, мінералотворна діяльність яких проявилась у різні стадії мінералоутворення”. Згодом Ю.В. Ляхов та А.В. Пізніур [17] формулювали поняття “генерація включень” так: “Під генерацією включень розуміють сукупність їхніх родин, що виникли протягом однієї стадії мінералоутворення” [31].

Детальне вивчення систем флюїдних включень у мінералах мантійних ксенолітів і ксенокристалах із кімберлітів Якутії [32, 33] та узагальнення нових літературних даних щодо інших ендегенних (розплавних, пневматолітово-гідротермальних, гідротермальних і метаморфогенно-гідротермальних) мінералотворних палеосистем [37] дали змогу зробити висновок про те, що генерація включень (покоління включень) об’єднує такі їхні сукупності, які пов’язані, насамперед, *єдністю складу* за консервованого у них флюїду та сумісним походженням.

Під час вивчення багатьох золоторудних родовищ ми переконалися, що фізико-хімічні процеси у більшості мінералотворних палеосистем розвивалися дискретно, а флюїди послідовно надходили в ділянки локалізації руд окремими порціями. Водночас у складі різновікових порцій флюїдів змінювалися не тільки кількісні співвідношення компонентів від одного акта мінералоутворення до іншого, *частіше простежувалась якісна відмінність складу цієї порції флюїдів від сусідніх, попередніх і наступних*. Тобто якщо не враховувати явищ можливого змішування флюїдів різних порцій, то можна говорити про суттєву відмінність їхнього складу під час просочування нової порції флюїду.

Зокрема, на золоторудних родовищах Кедровського рудного району кожний із виділених мінеральних комплексів формувалася впродовж відповідних стадій рудного процесу із мінералотворних флюїдів, різні порції яких послідовно змінювали одну одну. Водночас кожна порція флюїдів, що надходила в ділянку локалізації руд, мала тільки їй притаманні хімічний склад і термобаричний режим. Температура у системі мінералоутворення змінювалася стрибкоподібно від 500 до 60°C; тиск, що перевищував на початку рудного процесу 100–110 МПа, теж стрибкоподібно знижувався до 50–40 МПа. Хімічний склад флюїдів змінювався з перервами від висококонцентрованих хлоридно-натрієвих і чисто водних (високотемпературних) до суттєво вуглекислотних (середньотемпературних) та низькоконцентрованих водних без солей і CO<sub>2</sub>.

За результатами вивчення включень на золоторудних об’єктах Кедровського рудного району виділено п’ять стадій процесу мінералоутворення: кварцову, турмалін-

кварцову, пірит-кварцову, золото-сфалерит-галенітову та кварц-карбонатну, впродовж яких сформувалися п'ять однойменних мінеральних комплексів.

**Кварцовий комплекс.** Включення у мінералах цього комплексу (головні мінерали кварц-I і піротин), що кристалізувалися впродовж першої стадії процесу мінералоутворення, із-за надзвичайно малих їхніх розмірів (<0,001 мм) детально дослідити не вдалося. Тому першу генерацію включень описати не можна. Лише зазначимо, що цей мінеральний комплекс формувався винятково з газоподібних флюїдів.

**Турмалін-кварцовий комплекс** у жилах Серебряковській, № 30, № 14 та інших формувався із флюїду другої порції, що мав хлоридно-натровий склад і розвивався, трансформуючись із газоподібного стану шляхом конденсації до рідкого. Наприклад, на рівні формування жили № 14, де кварц-II є головним мінералом, від зальбандів у напрямі до центральної частини рудного тіла колір кварцу-II поступово змінюється від молочно-білого до світло-сірого. У цьому ж напрямі збільшується розмір його зерен аж до формування кристалеподібних друзових утворень у центральних ділянках жили. На рис. 1 показано типові включення, що характеризують зміну агрегатного стану флюїду під час формування жили № 14 від зальбандів до центральних ділянок, зміну їхньої концентрації та тенденцію зміни температури мінералоутворення за гомогенізацією включень.

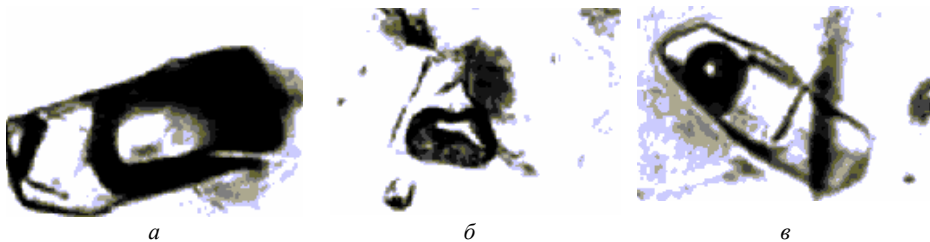


Рис. 1. Сингенетичні трифазові включення у кварці-II (кварц-турмаліновий комплекс) жили № 14, які утворюють єдиний генетичний ряд, що уособлює другу генерацію включень (водночас очевидна єдність їхнього складу): з призальбандової ділянки (а), серединних ділянок (б) та кристалеподібних утворень центральної ділянки жили (в).  $\times 600$ .

Зокрема, у включенні на рис. 1,а (температура повної гомогенізації  $480^{\circ}\text{C}$  в газову фазу) законсервовано газоподібний флюїд ранніх хвиль другої [31, 37] порції, що містить  $\sim 50\%$  NaCl (за масою); у включенні на рис. 1,б (температура повної гомогенізації  $415^{\circ}\text{C}$  з нечітко вираженими критичними явищами) – флюїд, що був у стані, близькому до конденсації, який характеризує середні хвилі цієї ж порції і містить  $\sim 40\%$  NaCl (за масою); у включенні на рис. 1,в (температура повної гомогенізації  $350^{\circ}\text{C}$  у рідку фазу) – рідкий флюїд пізніх хвиль цієї ж порції, що містить  $\sim 35\%$  NaCl (за масою).

**Кварц-піритовий комплекс** мінералів кристалізувався з наступної порції флюїдів. Кварц-III – один із найпоширеніших мінералів у межах Кедровського рудного району. Він утворює прожилки й жили, потужність яких часто перевищує 1,0–1,5 м, і має молочно-білий колір. Прожилки перетинають утворені раніше кварц-I і кварц-II (жили № 30 та 14). З ним асоціюють серицит і пірит-I, а також арсенопірит-I, шесліт і карбонат-I, утворюючи, відповідно, серицит-кварцову, пірит-кварцову та

кварц-карбонатну (ранню) мінеральні асоціації, сукупність яких становить єдиний пірит-кварцовий мінеральний комплекс [31]. Мінерали цього комплексу формувалися із низькоконцентрованих водних флюїдів, як і комплекси так званих ранніх сульфідів на багатьох інших золоторудних родовищах [51]. Такий висновок ґрунтується на факті, що критичні явища, виявлені під час гомогенізації багатьох включень цієї порції флюїдів, простежувалися в інтервалі температури, близької до критичної для чистої води (близько 374–380°C; рис. 2).

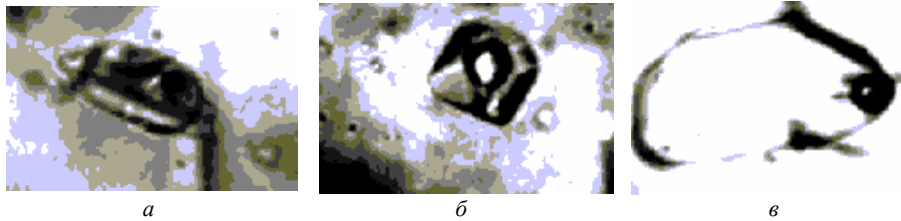


Рис. 2. Сингенетичні двофазові включення в кварці-III, які є представниками єдиного еволюційного ряду включень, що уособлює третю їхню генерацію (вони є консерватами третьої порції флюїдів [31]): рідинно-газові (а), з критичним наповненням (б) та газова-рідинні (в); а, в –  $\times 400$ , б –  $\times 380$ .

У включенні на рис. 2,а (температура гомогенізації 415°C у газову фазу) законсервовано слабоконцентрований газоподібний водний флюїд ранніх хвиль третьої порції; у включенні на рис. 2,б (температура гомогенізації 380°C з критичними явищами) – слабоконцентрований водний флюїд, що був у стані конденсації і представляє середні хвилі третьої порції флюїду; у включенні на рис. 2,в (температура гомогенізації 330°C у рідку фазу) – слабоконцентрований водний флюїд пізніх хвиль третьої порції. Щодо загальної характеристики мінералотворних флюїдів третьої порції, законсервованих у включеннях третьої генерації, то, як і у попередній порції, тут простежується успадкування складу флюїду від ранніх її хвиль до завершальних.

**Золото-сфалерит-галенітовий комплекс** мінералів формувався услід за описаними. Склад флюїду наступної порції суттєво відрізнявся від попередніх. Провідним компонентом був діоксид вуглецю. Кількість  $\text{CO}_2$  у складі включень становила від 20–25 до 100 % об'єму вакуолі (рис. 3). Серед компонентів газової складової включень  $\text{CO}_2$  становив у середньому близько 83 %. Ця порція флюїдів була золотоносною (продуктивною).

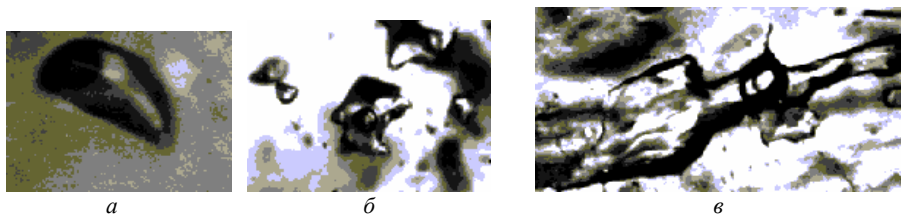


Рис. 3. Неповний генетичний ряд включень четвертої генерації. Сингенетичні включення у кварці-IV: а – суттєво вуглекислотні; б, в – вуглекисотно-водні.

Отже, різниця у складі включень різних генерацій дає змогу відокремити допродуктивні та післяпродуктивні порції флюїдів від власне продуктивних і так розробити важливий критерій прогнозування, що ґрунтується, насамперед, на оцінці складу флюїдів у включеннях. Водночас спеціалізація мінералотворних флюїдів за складом є надійним підґрунтям для їхньої генетичної класифікації.

Про важливе значення складу включень як головного підґрунтя генетичної класифікації зазначав Г.Г. Леммлейн ще 1959 р. [18]. Учений вважав, що за основу генетичної класифікації включень потрібно брати “два головні принципи” (на наш погляд, це дві головні ознаки. – *І.П.*): 1 – вміст включень; 2 – форма та положення включень у кристалі (читай, у прожилку, рудному тілі, родовищі тощо. – *І.П.*), тому що це певною мірою відображає склад, стан і ступінь однорідності середовища, з якого ріс кристал, чи, точніше, середовища, яке брало участь в утворенні включень. Г.Г. Леммлейн зробив суттєве уточнення, адже не тільки і не стільки новоутворений кристал характеризує флюїдодинамічні умови в системі мінералоутворення та їхні фізико-хімічні параметри, скільки мікропроби самого флюїду, що законсервовані у включеннях.

На наш погляд, саме Г.Г. Леммлейн був першим із тих, хто закладав теоретичну основу власне генетичної класифікації включень [18]. На жаль, не тільки цей учений, а й інші видатні дослідники включень у мінералах [2, 9, 13, 44] повною мірою використали тільки другий із названих Г.Г. Леммлейном принципів, тому багато зусиль дослідників було затрачено на відому і загалом корисну дискусію щодо первинності та вторинності включень. Водночас перший принцип Леммлейна фігурував десь на другому плані.

Отже, поняття “генерація включень” треба використовувати до уособлених сукупностей включень, що поширені у певних ділянках геологічного простору і сформовані з однієї порції флюїдів за близьких термобаричних умов у порівняно вузькому віковому діапазоні.

Теперішнє формулювання таксона “генерація включень” таке: *генерація включень (generatio – народження, покоління) – це структурована у просторі сукупність однакових чи близьких за складом флюїдних включень, сформованих з однієї порції флюїду в єдиних геологічних умовах протягом одної стадії процесу мінералоутворення* [31, 37].

Ми розглядаємо генерацію включень як своєрідну речовинно-параметричну вибірку (систему) мікропроб певної (однієї) порції флюїду, яка характеризує не тільки склад флюїду цієї порції, а й водночас його фізико-хімічні властивості ( $P$ ,  $T$ ,  $X$  тощо) та їхню динаміку в просторі та з часом.

Кількість генерацій включень визначена кількістю порцій флюїдів (розплавів чи розчинів), що функціонували послідовно і мінералотворна діяльність яких виявлялась у різні стадії петрогенезу чи рудоутворення; водночас окремі рухливі порції флюїдів розглядають як функціональні системи, кожна з яких еволюціонувала незалежно від інших. Незважаючи на певні зміни в складі кожної порції флюїду впродовж її розвитку, незмінною залишається її спеціалізація за складом.

Важлива особливість генерацій включень полягає ще й у тому, що кожна з них пов’язана зовнішніми зв’язками з ближніми, попередніми та наступними генераціями включень на координатах простору та часу і може з ними утворювати структуровані у просторі сукупності у вигляді асоціацій, комплексів чи геосистем включень [35].



*Внутрішні зв'язки* між включеннями однієї генерації виявляють за низкою ознак, які водночас є підґрунтям для їхнього об'єднання в єдину системну сукупність. Це, насамперед, склад флюїду у включеннях цієї сукупності. Важливими є і такі фізико-хімічні ознаки, як тиск у мінералотвірній палеосистемі та температура під час їхньої консервації (за даними гомогенізації включень з урахуванням поправки на тиск та за визначеннями тиску відповідними методами). Враховують також концентрацію, густина флюїдів та інші ознаки.

*Зовнішні зв'язки* між генераціями включень передусім визначені успадкованістю їхнього складу та генетичною чи парагенетичною єдністю цих сукупностей включень, утворених порціями флюїдів, що функціонували послідовно. Раніше ми зазначили [35], що розвиток у просторі й часі складних флюїдних палеосистем супроводжувався явищами каскадного фракціонування флюїдів у мінералотвірних палеосистемах, тобто багатокомпонентні складні порції флюїдів розшаровувалися (чи кипіли), утворюючи дві чи більше простіших за складом порцій (рис. 4).

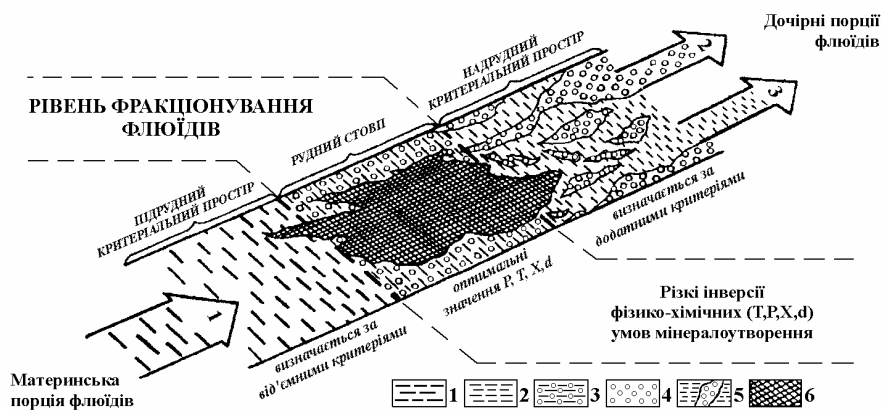


Рис. 4. Схема формування двох дочірніх (2 і 3) порцій флюїдів із материнської порції флюїду (1) завдяки фракціонуванню (розшаруванню чи кипінню) флюїду материнської порції в межах флюїдного палеопотоку на рівні різких інверсій фізико-хімічних ( $P$ ,  $T$ ,  $X$ ,  $d$ ) умов мінералоутворення, де зазвичай формуються рудні стовпи:

1 – складні багатокомпонентні флюїди материнської порції в підрудному критеріальному просторі; 2, 4 – простіші за складом флюїди новоутворених дочірніх порцій у надрудному критеріальному просторі; 3 – флюїди на рівні фракціонування; 5 – ділянки розділених флюїдів у надрудному критеріальному просторі; 6 – рудний стовп.

Результати термобарогеохімічного моделювання динаміки мінералотвірних флюїдів у ділянках локалізації породо- чи рудотвірних мінеральних комплексів підтверджують, що ці процеси мають відцентрову спрямованість (рух мінералотвірних флюїдів і послідовність їхнього фракціонування у просторі майже завжди напрямлені від глибинних горизонтів Землі до поверхні). Тобто материнські генерації включень цих флюїдів завжди перебувають на більших глибинах, ніж дочірні (див. рис. 4).

Одна з найважливіших особливостей генерацій включень – їхня інтегративність, тобто взаємоузгодження властивостей окремих включень, які є дискретними елементами генерації включень як єдиної системи. Така інтегративність забезпечує

цілісність опису генерацій включень та їхню інтерпретацію, а головне – можливість використання з метою просторового моделювання природних флюїдних мінералотворних палеосистем, з яких утворилися ці включення та мінеральні комплекси (корисні копалини), і для розробки розшуково-оцінних критеріїв та прогнозування родовищ корисних копалин.

Оскільки кожна порція мінералотворних флюїдів упродовж свого існування еволюціонувала, поступово змінюючи склад, агрегатний стан та інші фізико-хімічні характеристики, то, відповідно, включення окремих генерацій, сформовані з цих порцій флюїдів, дещо можуть різнитися одне від одного співвідношеннями фаз, особливостями агрегатного стану законсервованої речовини чи значеннями *РТХ*-параметрів, зберігаючи водночас притаманну їм спеціалізацію складу й утворюючи відповідні еволюційні ряди включень (див. рис. 1–3).

Сама ж природна послідовність формування включень, їхніх груп (родин) та генерацій (поколінь) визначена, передусім, послідовністю діяльності відповідних порцій флюїдів. Отже, включення, сформовані з однієї порції флюїду (включення однієї генерації), можуть бути:

первинними – у новоутворених (з цієї порції флюїду) мінералах;

вторинними – у раніше утворених мінералах чи мінералах вмісних порід (коли певна частина флюїду порції консервувалася в залікованих тріщинках у мінералах вмісних порід);

первинно-вторинними – у залікованих тріщинках у раніше утворених мінералах, що доростали з цієї ж порції флюїду;

розшнурованими – у залікованих тріщинках у раніше утворених мінералах і мінералах вмісних порід;

розірваними – у новоутворених чи раніше утворених мінералах за умов певного їх перегрівання в природних умовах;

перенаповненими – у раніше утворених мінералах (коли флюїди цієї ж порції потрапляли у вакуолі ранніх включень по тріщинках і заповнювали їх, водночас вимиваючи раніше законсервований у них флюїд);

динамічно метаморфізованими – у новоутворених чи раніше утворених мінералах (коли під дією напрямленого тиску змінювалася форма вакуолей включень, заповнених флюїдами цієї порції; за умов значного тиску вакуолі таких включень цілком руйнувалися);

термально метаморфізованими – у раніше утворених мінералах, регенованих за високої температури з участю флюїдів цієї ж порції (коли флюїди цієї ж порції заліковувалися разом із міжзерновими інтерстиціями, у яких вони містилися, утворюючи так звану стільникову структуру розподілу включень) тощо (рис. 5).

Розмаїтість різновидів включень, їхніх родин чи груп у складі однієї генерації дуже широка, обмежена або фрагментарна.

**Головні системні властивості генерацій включень.** Відомо, що для достатньо повного пізнання та розуміння сутності будь-якого об'єкта (як системи), зокрема і генерацій включень, необхідно визначити найважливіші його системні властивості. Наприклад, для генерацій включень головними є такі системні властивості: цілісність, структурність, взаємозалежність генерацій включень та вмісного середовища, множинність опису, єдність, автономність, ієрархічність, уособленість тощо. Розглянемо ці властивості дещо детальніше.

**Цілісність** генерацій включень визначена їхньою генетичною єдністю, а саме:

утворенням з однієї порції флюїду. Вона передбачає незвідність властивостей генерацій включень до суми властивостей окремих включень і неможливість виведення

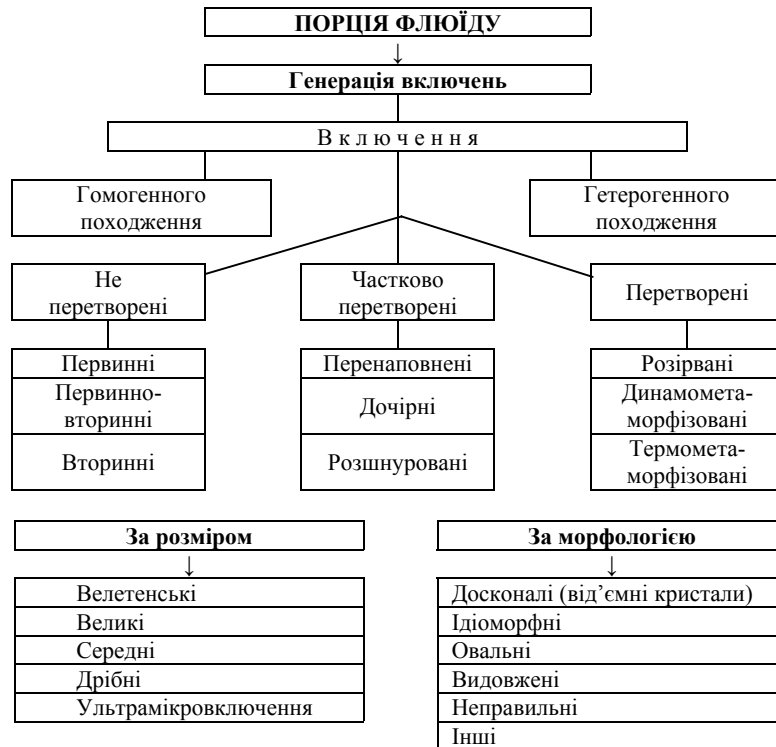


Рис. 5. Розмаїтість включень, що можуть бути сформовані з однієї порції флюїду та утворювати одну генерацію.

з суми властивостей окремих включень характерних особливостей та властивостей генерацій включень у силу притаманних кожному включенню (тільки йому) певних фізико-хімічних властивостей та відповідної його просторової речовинно-параметричної прив'язки у внутрішній структурі генерацій включень. Це означає, що, наприклад, будь-який термобарогеохімічний показник (температура гомогенізації, тиск, густина флюїду тощо), визначений за окремим включенням, яке є елементом генерації включень, сам собою не дає уявлень щодо динаміки флюїдів у мінералотвірній палеосистемі, тоді як дані гомогенізації багатьох включень усієї генерації включень чи статистично обгрунтованої сукупності (вибірки) включень як її частки дає нам якісно нову інформацію щодо мінливості складу та фізико-хімічних властивостей мінералотворного середовища у просторі та за часом, тобто несе прогностичну інформацію і може виконувати певну прогностичну функцію. З іншого боку, генерація включень, на відміну від окремого включення, не має фазової межі з мінералом-господарем. Її межі структуровані у геологічному просторі залежно від геологічної ситуації, в умовах якої ця генерація включень сформована.

**Структурність** генерацій включень визначена, насамперед, автономним роз-

міщенням їх у геологічному просторі, чіткою їхньою відокремленістю щодо просторового розміщення інших генерацій включень та можливістю її структурного опису. Окрім того, структурність генерацій включень залежить від мережі параметричних чи інших характеристичних зв'язків між окремими включеннями цієї генерації. Зазначимо, що просторова структура окремої генерації включень зумовлена, передусім, структурними особливостями геологічних умов (ситуації), геологічного простору, в межах якого функціонувала окрема порція флюїду й у межах якого відбувалися процеси мінералоутворення з одночасною консервацією включень цієї генерації. Просторове поширення включень однієї генерації за межі новоутворених мінералів, зокрема, корисного компонента, тобто поширення включень певної генерації в раніше утворених мінералах і мінералах вмісних порід утворює своєрідні ореоли вторинних включень ("ореоли пропарювання" за М.П. Єрмаковим) цієї ж генерації, які створюють певні критеріальні (додагні та від'ємні) простори (див. рис. 4) і теж дають цінну прогностичну інформацію та можуть виконувати прогностичну функцію.

**Взаємозалежність генерацій включень та середовища, що їх вміщує.** Кожна генерація включень формувалася та виявляла свої речовинні, параметричні й інші характеристичні властивості чи ознаки у взаємодії з мінералами руд і порід, у яких вони законсервовані. У багатьох дослідників виникають питання щодо взаємодії мінералотворних флюїдів із вмісними породами та врахування такої взаємодії під час інтерпретації речовинних і параметричних характеристик мінералотворних флюїдів за включеннями у мінералах. З одного боку, здавалось би, що такі питання є природними, адже мінералотворні флюїди постійно змінюються, насамперед, завдяки впливові вмісних порід. Проте, з іншого боку, вони здаються зовсім некоректними, оскільки флюїд упродовж існування й контактування із вмісними породами завжди перебуває з ними у динамічній рівновазі, і щомиті під час консервації у включення потрапляють рівноважні з вмісними породами флюїди. А це означає, що кожне включення (його склад, температурні та баричні показники, густина й концентрація законсервованих флюїдів) відображає характеристики не тільки мінералотворних флюїдів, а й вмісних порід. Отже, генерації включень як генетично споріднені їхні сукупності, як цілісні ансамблі (спільноти) включень не можуть існувати без вмісного середовища, яке значно впливало на їхній склад і структурування в просторі. Однак інформація щодо цієї взаємодії закодована в тому оригінальному механізмі збереження інформації, яким є "термо-" і "баропамять" включення з тієї миті, як воно законсервовалося у кристалічній ґратці мінералу-господаря. Тому будь-яка зміна у системі флюїд-вмісна порода (флюїдопровідний канал) миттєво закодовується під час консервації нових включень, і її можна реконструювати за результатами дослідження цих включень.

**Множинність опису** – важлива системна характеристика генерацій включень. Різномічне описування генерацій включень можливе тому, що кожна з них є своєрідною речовинно-параметричною вибіркою із тих флюїдних палеопотоків (порцій флюїдів) і притаманних їм параметричних (теплових та баричних) полів, що були у мінералотворних палеосистемах і характеризували тогочасні фізико-хімічні особливості мінералотворного флюїду, з якого утворилися певні мінеральні комплекси, зокрема і корисні компоненти. За результатами дослідження окремих включень отримують не якусь одну величину, а низку термобарогеохімічних показників, що характеризують особливості складу, температури, тиску, концентрації, густини

флюїдів тощо. Узагальненням даних кожного показника для всієї сукупності (генерації) включень отримують загальну картину (образ, модель) мінливості цих показників у загальній структурі генерації включень, складаючи основу структурної єдності, цілісності цих генерацій включень.

**Єдність генерацій** включень визначена, насамперед, їхньою спеціалізацією за складом та виділеністю із середовища. Важлива інтегративна особливість генерацій включень – взаємоузгодження різних ознак і характеристик сусідніх включень, які є елементами генерацій включень як системи. Інтегративність, як відомо, визначає (припускає) цілісність описування системи, а головне – її пояснення (інтерпретацію).

**Автономність генерацій** включень полягає у відокремленості їхніх просторово-структурних спільнот від інших сукупностей включень. Іншими словами, структурна автономія різновікових генерацій включень зумовлена просторовою невідповідністю їхніх структурних матриць. Розміщення ділянок поширення, наприклад, високо-, середньо- чи низькотемпературних включень різних генерацій, незважаючи на те, що вони перебувають в єдиному просторі рудного чи породного тіла, практично ніколи не збігаються. Зближення просторово-структурних матриць ознакових, речовинних чи параметричних полів окремих генерацій включень може свідчити про спадковість динаміки мінералотворних флюїдів різних порцій у гідродинамічних каналах.

**Ієрархічність** генерацій включень полягає у тому, що кожне включення – це елемент генерації включень, тоді як генерація включень є елементом складніших парагенетичних сукупностей включень (асоціацій, комплексів тощо). Отже, з позицій системного підходу генерація включень – це елементарна система включень, елементами якої є окремі включення мінералотворних середовищ. Генерація включень як система одиниця – це відображення функціональної флюїдної системи, якою є окрема порція флюїду. Водночас вона є елементом, “цеглинкою” більших сукупностей флюїдних включень (асоціацій, комплексів, геосистем тощо).

**Уособленість.** Образно кажучи, кожна генерація включень має своє “лице”. Її уособлюють певні генетичні (еволюційні) ряди включень, які утворилися з порції флюїдів, що змінювалася впродовж їхнього функціонування (див. рис. 1–3). Отже, генетичні (еволюційні) ряди флюїдних включень – це сукупності включень єдиної генерації, розташовані у послідовності, яка відповідає еволюційній зміні складу, температури, агрегатного стану та інших характеристик флюїдів, із яких сформована ця генерація. Кожна генерація включень має тільки один їй притаманний генетичний ряд флюїдних включень. Такі ряди визначають за результатами типізації включень (за температурою гомогенізації, складом розчинної та легкої складових, агрегатним станом вмісту включень, а також за фазовими співвідношеннями та механізмом формування). Генетичні ряди флюїдних включень зазвичай складені певними їхніми різновидами (родинами) чи групами.

Вище зазначено, що склад флюїдів у різновікових генераціях включень різниться як за якісними, так і за кількісними термобарогеохімічними показниками. Звичайно, було б дивно, якби у навколишньому, постійно мінливому еволюційному геологічному середовищі, що вмішувало досліджувані флюїди, склад якоїсь однієї порції цих флюїдів залишався незмінним. Що ж відбувається з флюїдами однієї порції від початку їхнього надходження у область кристалізації мінеральних новоутворень аж до завершення діяльності цієї порції флюїду? Під час вивчення склад-

них пневматолітово-гідротермальних систем і процесів з'ясовано (наприклад, див. рис. 1–3), що одна і та ж генерація включень може одночасно характеризувати ранній пневматолітовий період мінералоутворення (газові та рідинно-газові включення, що гомогенізувалися у газову фазу), перехідний період конденсації цих надкритичних газоподібних флюїдів у гідротерми (рідинно-газові та газово-рідинні включення, що гомогенізувалися, відповідно, у газову та рідку фази за однакової температури чи з критичними явищами) та завершальний, середньо-низькотемпературний гідротермальний період (газово-рідинні включення, що гомогенізувалися у рідку фазу). Важливо довести, що в мінералотвірній палеосистемі такі еволюційні перетворення, як зниження температури (можливо, і тиску) та конденсація флюїду, відбувалися в єдиній його порції.

**Діагностика (виділення) генерацій включень.** Упізнавання генерацій включень є досить складною проблемою і потребує, з одного боку, доброго досвіду дослідника, а з іншого, – прискіпливого вивчення різних термобарогеохімічних показників досліджуваної сукупності (генерації) включень. Діагностика генерацій включень чи інших генетичних груп одного ієрархічного рівня ґрунтується на відповідних речовинних і параметричних таксономічних ознаках, які, до речі, слугують і діагностичними ознаками як показники, що різнять ці групи включень між собою ( $P$ ,  $T$ ,  $X$ ,  $d$  тощо). Їхнє диференційне значення особливо важливе під час ієрархізації та систематизації груп включень у низьких таксономічних категоріях – таких як “генерація включень” чи “асоціація включень”, а з іншого боку, найважливішою є така ієрархічна ознака, як єдність складу (спеціалізація за складом) флюїдного середовища (магматичного, пневматолітово-гідротермального чи гідротермального), що виявляється під час вивчення газової та розчинної складових флюїдних включень. Натомість, аналогічні ознаки теж слугують для об'єднання включень заданої таксономічної категорії у вищу і характеризують їхню безпосередню близькість та безпосередню таксономічну спорідненість, зокрема, за успадкуванням складу.

Для надійної діагностики генерацій включень використовують низку критеріїв, найважливішими з яких є такі: мінералого-генетичний, структурно-тектонічний і термобарогеохімічний.

**Мінералого-генетичний критерій.** Оскільки кристали мінералів та дефекти в них, зокрема і флюїдні включення, існують невідокремлено один від одного з початку їхнього утворення до сучасної їхньої подоби, то й уся тривала палеоісторія росту окремого кристалічного індивіда чи відкладання мінеральних асоціацій, комплексів тощо відображена у просторово-часовій послідовності виникнення тих чи інших груп включень як у зонах росту, так і в прожилках, жилах чи інших рудних і породних геологічних тілах. Тому просторово-вікова єдність виділень певної генерації мінералу-господаря є запорукою чи критерієм генетичної та просторової єдності сингенетичної з ними генерації включень мінералотвірних флюїдів, із яких цей мінерал утворився. З класичними структурно-текстурними перетинами мінеральних утворень пов'язані різні за складом групи чи генерації флюїдних включень.

**Структурно-тектонічний критерій** виділення генерацій включень полягає у виявленні уособленого, автономного поширення включень у просторі, що звичайно спричинене кінетикою систем розривних структур і прямо пов'язаною з нею динамікою певних порцій мінералотвірних флюїдів, діяльність яких завершується не тільки відкладанням мінеральних комплексів, а й консервацією сингенних до них генерацій включень.

**Термобарогеохімічний критерій** виділення генерацій включень має такі головні ознаки: єдність речовинного складу включень заданої генерації (розчинних і легких компонентів) та відмінність їхнього складу від попередніх і наступних генерацій, значна різниця температури гомогенізації та декрепітації включень різних генерацій, різкі флуктуації значень, обчислених за включеннями, тиску й густини законсервованих у включеннях флюїдів, чітка відмінність фазових співвідношень у включеннях, відмінність агрегатного стану речовини у включеннях тощо.

Якщо окремо будь-яка з наведених ознак не є достатньою для виділення генерацій включень, то в сукупності вони становлять для цього надійну основу.

1. *Базаров Л.Ш., Косалс Я.А., Сенина В.А.* Включения магматических расплавов в кварце мелкозернистых биотитовых гранитов // Докл. АН СССР. 1969. Т. 189. № 4. С. 856–858.
2. *Бакуменко И.Т.* Исследование стекловатых и раскристаллизованных включений в магматических минералах // Проблемы петрологии и генетической минералогии. М., 1970. Т. 2. С. 259–271.
3. *Возняк Д.К., Галабурда Ю.А.* Солевые магматические расплавы и минералообразование (по флюидным включениям в минералах) // Термобарогеохимия геологических процессов: Тез. докл. VIII совещ. по термобарогеохимии. М., 1992. С. 37–38.
4. *Ганеев И.Г.* Форма миграции минерального вещества в гидротермальных растворах // Термобарогеохимия земной коры и рудообразование. М., 1978. С. 74–89.
5. *Гончаров В.И., Сидоров А.А.* Термобарогеохимия вулканогенного рудообразования. М., 1979.
6. *Горяйнов С.В.* Иерархия резкостных геологических тел. Харьков, 2001.
7. *Ермаков Н.П.* Критерии познания генезиса минералов и среды минералообразования // Минерал. сб. 1949. № 3. С. 82–94.
8. *Ермаков Н.П.* Исследование минералообразующих растворов. Харьков, 1950.
9. *Ермаков Н.П.* Геохимические системы включений в минералах. М., 1972.
10. *Ермаков Н.П., Долгов Ю.А.* Термобарогеохимия. М., 1979.
11. *Ехиванов В.А., Попівняк И.В., Ариффулов Ч.Х.* Опыт физико-химического моделирования золоторудных месторождений, локализованных в терригенных углеродсодержащих толщах // Термобарогеохимия геологических процессов: Тез. докл. совещ. по термобарогеохимии. М., 1992. С. 152–154.
12. *Калюжний В.А.* Методи вивчення багатозафазових включень в мінералах. К., 1960.
13. *Калюжний В.А.* Основы учения о минералообразующих флюидах. К., 1982.
14. *Коробейников А.Ф.* К геохимии растворов золоторудных месторождений (по данным газовой-жидких включений в минералах) // Тр. ВСНИИГТИМС. Иркутск, 1974. Вып. 144. С. 88–106.
15. *Лазько Е.М., Ляхов Ю.В., Пизнюр А.В.* О двойной роли газовой фазы постмагматических растворов в эндогенном минералообразовании // Докл. АН СССР. 1965. Т. 164. № 6. С. 1394–1396.
16. *Лазько Е.М., Ляхов Ю.В.* Термобарометрия по газовой-жидким включениям и некоторые вопросы систематики постмагматических месторождений // Тез.

- докл. IV регион. совещ. по термобарогеохимии процессов минералообразования. Ростов-н/Д., 1973. С. 318–320.
17. *Лазько Е.М., Ляхов Ю.В., Пизнюр А.В.* Физико-химические основы прогнозирования постмагматического оруденения. М., 1981.
  18. *Леммлейн Г.Г.* Классификация жидких включений в минералах // Зап. Всесоюз. минерал. об-ва. 1959. Ч. 88. Вып. 2. С. 137–143.
  19. *Лесняк В.Ф.* Основы анализа физико-химических свойств минералообразующих растворов по включениям в минералах. Львов, 1964.
  20. *Ляхов Ю.В.* О горизонтальной и вертикальной температурной зональности в пределах Балейского рудного поля (Восточное Забайкалье) // Минералогическая термометрия и барометрия. М., 1968. Т. 1. С. 240–247.
  21. *Ляхов Ю.В.* Палеотемпературная зональность золоторудных месторождений Забайкалья по газово-жидким включениям (особенности построения и интерпретации) // Минерал. сб. 1976. № 20. Вып. 2. С. 47–59.
  22. *Ляхов Ю.В.* Условия образования и зональность золоторудных месторождений (по данным термобарогеохимии): Автореф. дисс. ... д-ра геол.-мин. наук. М., 1985.
  23. *Ляхов Ю.В.* Основные черты и факторы термобарогеохимической зональности золоторудных полей // Минерал. сб. 1989. № 43. Вып. 1. С. 23–41.
  24. Магматогенная кристаллизация по данным изучения включений расплавов / Под ред. В.С. Соболева, В.П. Костюка. Новосибирск, 1975.
  25. *Мельников Ф.П.* Термобарогеохимические исследования углеводородов во включениях // Использование методов термобарогеохимии при поисках и изучении рудных месторождений. М., 1982. С. 184–189.
  26. *Ніколенко А.Є.* Фізико-хімічні умови мінералоутворення та критерії прогнозування золотого зруденіння Ювілейного рудного поля (Ленська золотоносна провінція) // Проблеми геологічної науки та освіти в Україні: Матеріали наук. конф. Львів, 1995. С. 251–252.
  27. *Павлюк Т.О., Попівняк І.В.* Моделювання просторової мінливості палеотемпературних умов мінералоутворення Барун-Холбинського золоторудного родовища (Східний Саян) // Мінерал. зб. 2000. № 50. Вып. 1. С. 107–113.
  28. *Пизнюр А.В.* Основы термобарогеохимии. Методы термометрии. Львов, 1973.
  29. *Пизнюр А.В.* Основы термобарогеохимии. Методы барометрии. Львов, 1973.
  30. *Пизнюр А.В.* Основы термобарогеохимии. Львов, 1986.
  31. *Попівняк І.В.* Термобарогеохимические условия минералообразования, поисково-оценочные критерии и прогнозирование оруденения в Кедровском рудном районе (Зап. Забайкалье, зона БАМ): Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Львов, 1977.
  32. *Попівняк І.В.* Речовинно-генетична систематика ендегенних флюїдних середовищ та раціональна класифікація їхніх включень у мінералах // Проблеми геологічної науки та освіти в Україні: Матеріали наук. конф. Львів, 1995. С. 203–204.
  33. *Попівняк І.В.* Щодо оптимізації кроку термобарогеохімічного опробування // Мінерал. зб. 1995. № 48. Вып. 1. С. 31–41.
  34. *Попівняк І.В.* Комплекси термобарогеохімічних критеріїв золотого зруденіння та особливості їх реалізації у прогнозно-пошуковій практиці // Праці НТШ: матеріалознавство і механіка матеріалів, хемія, медицина, екологія, екотехнології. 1998. Т. 11. С. 638–667.



35. Попівняк І.В. Поширення флюїдних включень і нові підходи до їхньої генетичної класифікації // Мінерал. зб. 2000. № 50. Вип. 2. С. 119–136.
36. Попівняк І.В. Спосіб визначення схилення палеопотоків мінералотворних флюїдів за даними прикладної термобарогеохімії // Мінерал. зб. 2000. № 49. Вип. 2. С. 189–199.
37. Попівняк І.В. Фізико-хімічне моделювання флюїдодинамічних рудогенеруючих палеосистем та прогнозування пов'язаного з ними зруденіння (на прикладі родовищ золота): Автореф. дис. ... д-ра геол. наук. Львів, 2002.
38. Попівняк І.В. Фактологічне просторове моделювання флюїдних палеопотоків за даними термобарогеохімії (на прикладі золоторудних родовищ Північної Бурятії) // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геол. 2003. Вип. 17. С. 43–68.
39. Попівняк І.В., Лазько Е.Е. Включення мінералообразующих сред в минералах кимберлитов // Тез. докл. IX регион. совещ. по термобарогеохимии процессов минералообразования. Ростов-н/Д., 1973. С. 217–218.
40. Попівняк І.В., Лазько Е.Е. Агрегатное состояние, фазовый состав, генетическая принадлежность и температуры гомогенизации магматогенных включений в минералах кимберлитовых пород // Минерал. сб. 1978. № 32. Вип. 2. С. 115–118.
41. Попівняк І.В., Намолов Е.А., Охрименко В.Г. и др. О дискретном характере золоторудного процесса (на примере одного из рудных районов Западного Забайкалья) // Минерал. сб. 1981. № 35. Вип. 1. С. 51–62.
42. Попівняк І.В., Ніколенко А.Є., Пізніур А.В. та ін. Фізико-хімічні умови та послідовність формування руд Східно-Юрійського родовища (за даними вивчення включень у мінералах) // Мінерал. зб. 1995. № 48. Вип. 1. С. 84–98.
43. Радкевич Р.О. Температурные условия образования полиметаллических месторождений Садонской группы (Северный Кавказ) // Рудообразующая среда по включениям в минералах. М., 1972. С. 116–123.
44. Реддер Э. Флюидные включения в минералах. М., 1987. Т. 1.
45. Рейф Ф.Г. Физико-химические условия формирования крупных гранитоидных масс Восточного Прибайкалья. Новосибирск, 1976.
46. Сидоров А.А., Гончаров В.И. О зонах рудоотложения на месторождениях Охотско-Чукотского вулканогенного пояса // Докл. АН СССР. 1978. Т. 239. № 6. С. 1415–1418.
47. Симкив Ж.А. Термобарогеохимическое исследование закономерностей пространственно-временной изменчивости состава рудообразующих растворов (на примере гидротермальных месторождений вольфрама, золота, свинца, цинка и ртути): Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Львов, 1982.
48. Симкив Ж.А., Попівняк І.В. Пространственная изменчивость химического состава минералообразующих растворов на одном из золоторудных месторождений Северной Бурятии // Минерал. сб. 1981. № 35. Вип. 1. С. 63–71.
49. Смит Ф.Г. Физическая геохимия. М., 1968.
50. Соколов Н.В. Глубинные включения в кимберлитах и проблема состава верхней мантии. Новосибирск, 1974.
51. Термобарогеохимия золота (прогнозирование, поиски и оценка оруденения) / Ю.В. Ляхов, Н.Н. Павлунь, А.В. Пизніур, И.В. Попівняк. Львов, 1995.
52. Термобарогеохимия минералообразующих процессов: Сб. научных статей. Новосибирск, 1990. Вип. 1.

53. *Томиленко А.А., Чупин В.П.* Термобарогеохимия метаморфических комплексов. Новосибирск, 1983.
54. *Хитаров Д.Н.* Некоторые методические вопросы определения химического состава газовой-жидких включений в минералах с помощью водных вытяжек // Минералогическая термометрия и барометрия. М., 1968. Т. 2. С. 76–80.
55. *Popivnyak I.V.* Rational genetic classification of fluid inclusions // Arch. Mineral. 1993. Т. 49. З. 1. Р. 177–178.

## GENERATIONS OF FLUID INCLUSIONS – DIAGNOSTICS AND SYSTEM (STRUCTURAL-GENETIC) FEATURES

**I. Popivnyak**

*Ivan Franko National University of Lviv  
Hrushevs'kogo St. 4, UA – 79005 Lviv, Ukraine  
E-mail: geomin@franko.lviv.ua*

The article is based on the fluid-dynamic ore generating paleosystem thermobarogeochemical modelling. All crystal geological objects (bodies) passed fluid stage, at least on the accessible for investigations Earth's crust level. Hierarchical row of the main thermobarogeochemical taxonomic categories has been distinguished in the general megasystem of fluid inclusions in the crystal Earth's shell minerals: generations, associations, complexes and geosystems of inclusions. Generation of inclusions is the basic taxon of the classification. The main system features of these generations have been described (integrity, structure, interdependence of generations and containing environment, plurality of description, sovereignty, autonomic and separated location, hierarchy). The complex of criteria for identification and diagnostics of inclusion generations has been recommended, main of them are mineralogical-genetic, structural-tectonic and thermobarogeochemical.

*Key words:* thermobarogeochemistry, fluid inclusions, gold-ore deposits, generation of inclusions, fluid paleoflows, modelling.

Стаття надійшла до редколегії 19.04.2004

Прийнята до друку 12.05.2004