



<http://dx.doi.org/10.15407/dopovidi2016.09.069>

УДК 548.4:550.4:549:552.323(4+5) (477.8)

І. М. Наумко<sup>1</sup>, Ю. І. Федоришин<sup>2</sup>, Н. В. Бацевич<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, Львів

<sup>2</sup>Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне

*E-mail:* naumko@ukr.net

## Флюїдно-лікваційна гіпотеза походження самородномідної мінералізації у вулканітах трапової формації Західної Волині

(Представлено академіком НАН України Є. Ф. Шнюковим)

*Доведено визначальну роль флюїдно-лікваційної диференціації у формуванні самородномідного зруденіння в базальтах нижньовендських трапових комплексів Західної Волині. Оскільки встановлено, що кристалізація плагіоклазу відбувалася при 1200–1135 °С, і в лейстах плагіоклазу виявлено вкрапленість самородної міді, то можна стверджувати, що мідь на момент становлення базальтової товщі існувала в розплаві у вигляді дрібних крапель рудної речовини. Вони в процесі ліквідації відділилися від силікатного розплаву за тих самих температурних умов з подальшим перерозподілом і перенесенням у середовищі глибинного високотемпературного флюїду та відкладанням на геохімічних бар'єрах. Це стало підставою для обґрунтування флюїдно-лікваційної гіпотези походження самородномідної мінералізації.*

**Ключові слова:** трапова формація, самородна мідь, Західна Волинь, ліквідація, флюїдний режим, включення в мінералах.

Самородномідна мінералізація в трапових формаціях досить розвинена. До родовищ цього типу належить загальновідома група родовищ півострова Ківіно (штат Мічиган, США), локалізованих у лавовій серії Портедж-Лейк. Крім того, подібні зруденіння є в Канаді, Росії (о. Мідний, Сибір), Китаї, Монголії, Індії, окремі рудопрояви виявлено в Данії (Фарерські острови) й Україні (Західна Волинь). Однак походження самородної міді в трапах світу вивчено ще недостатньо і думки вчених з цього питання є неоднозначними,

що впливає, зокрема, з аналізу матеріалів щодо еталонного представника таких родовищ – групи родовищ Ківіно [1].

Стосовно вулканітів Західної Волині, то від часу першого повідомлення про відкриття самородної міді (S. Małkowski, 1929 р.) [2] питання її походження перебувало серед першочергових, бо від його вирішення залежить як визначення перспективних напрямів пошукових робіт, так і виділення рудоносних горизонтів. Є.К. Лазаренко зі співавторами на основі аналізу матеріалу попередників і власних геологічних, мінералогічних, хімічних та інших даних [2] пов'язують утворення самородної міді в трапах Західної Волині зі змінами первинного складу порід під дією висхідних гідротермальних розчинів, які проходили через усю товщу вулканогенних порід, але найінтенсивніше проявилися в пірокластичних породах і мигдалекам'яних базальтах внаслідок кращої проникності цих порід.

Останніми роками отримано новий фактичний матеріал щодо походження самородномідного зруденіння у вулканітах Західної Волині. На підставі цих даних сформувалося кілька робочих гіпотез, до основних з яких віднесемо парагідротермальну та гідротермально-метасоматичну.

Відповідно до парагідротермальної гіпотези [3], лише незначна частина міді кристалізувалася на магматичному (гістеромагматичному) й автометасоматичному етапах. Основна ж її маса утворилася на так званому парагідротермальному етапі, який автори відрізняють від гідротермального через відсутність зв'язку флюїду з магматичним джерелом. На гідротермальному ж етапі мідь виділялася суто у сульфідній формі в асоціації з кремнеземом, карбонатами і баритом.

Згідно з гідротермально-метасоматичною гіпотезою [4], самородна мідь утворилася внаслідок гідротермально-метасоматичних змін базальтів за умов цеолітової, а також локально преніт-пумпелітової фацій метаморфізму.

Обговорені вище та інші наявні погляди на генезис самородної міді у трапах Західної Волині на новітньому етапі систематизовано в праці [5].

У результаті цілеспрямованих досліджень вулканітів трапової формації Західної Волині нами отримано нові оригінальні дані, які принципово по-іншому дають підстави трактувати перебіг процесів утворення, перенесення та відкладення міді, тобто аргументовано висловити відмінні від вищезначених погляди. Вивчаючи петрографічні особливості базальтів, особливу увагу звертали на розташування мигдалин, глобул відносно основної маси породи, у результаті одержано докази присутності явищ ліквідації у формуванні трапової формації.

Уперше про участь ліквідаційних процесів у формуванні базальтів трапової формації Західної Волині проінформували у 2002 р. [6]. Пізніше нами отримано переконливі докази, які підтверджують розвиток процесу ліквідації в базальтах трапової формації, і вперше встановлено низку ознак незмішуваності в їхньому розплаві, до яких насамперед належать такі [7]:

- а) сферичність форми більшості глобул;
- б) поділ тріщинуватої склоподібної маси за величиною показника заломлення, кольором і густиною забарвлення щонайменше на три відміни (фази): скло зеленкувато-синього, бурого та світло-бурого забарвлення. Чіткі границі між фазами підкреслюють ниткоподібні виділення рудного мінералу (магнетиту) і світлої оболонки (кремнезему);

в) розташування лейст плагіоклазу одночасно в матричній та глобулярній (відокремленій) фазах, їхня кристалізація вздовж фазової границі глобули. Перший випадок засвідчує те, що ріст лейст відбувався тоді, коли дві рідини, що співіснували, перебували в рівновазі, оскільки неможливо уявити, що “тендітна” лейста могла бути “втиснута” в затверділу фазу, тобто виникала звичайна локальна деформація глобул у рідкому стані. Другий випадок пояснюється максимальною концентрацією відповідного компонента й енергетичною вигідністю;

г) одночасне існування незмішуваних рідких фаз, їхнє переміщення і злипання (коалесценція глобул);

д) доцентровий ріст від внутрішніх стінок до середини крапель (необхідне для початку росту кристалічної речовини перенасичення настає в місці відведення тепла, яким є фазова границя матриця – крапля);

е) утворення дифузної оболонки магнетиту довкола глобули. Оскільки магнетит утворюється на ранньомагматичній стадії, то очевидно, що відбулося відділення речовини глобули, і вже після цього сформувалася дифузна оболонка магнетиту – це свідчить про ранньомагматичне утворення глобул;

є) переміщення розплаву глобул у “магматичній каші” (взаємне проникнення двох фаз). Це призвело до їхньої деформації, утворення складних форм, захоплення окремих фрагментів базальтової матриці;

ж) наявність у лейстах плагіоклазу (рис. 1) дуже дрібних вкраплень міді (перші мікрони – перші десятки мікронів). Даний факт свідчить про існування та відокремлення від силікатного розплаву краплеподібних утворень до початку його кристалізації.

Поява металевих лікватів – процес ранньомагматичний, кристалізація триває, розпочинаючись від етапу генерації розплаву і протягом подальшої його еволюції, навіть після кристалізації силікатного розплаву за [8]. Підтвердженням цього, зокрема, є те, що великі концентрації самородної міді можуть утворюватися під час формування пегматитових розплавів лікваційного походження, які зумовлюють концентроване екстрагування із материнських магм агресивних компонентів флюїду та рудних металів [9]. На наявність можливих лікваційних включень сплавів вказується і в праці [10].

Температурний режим і склад флюїдного середовища періоду формування самородно-мідного зруденіння у вулканітах трапової формації Західної Волині відтворено в результаті термобарогеохімічних-мінералофлюїдологічних досліджень. Саме завдяки фундаментальній інформативності флюїдних включень знаходять підтвердження відомі погляди про “дихання” земних надр – дефлюїдизацію глибинних горизонтів літосфери та її вплив на формування рудних концентрацій.

*Роль флюїдів на магматичному етапі становлення трапової формації* (за даними досліджень включень розплаву). За результатами вивчення тонкорозкристалізованих розплавних включень у плагіоклазі [11] встановлено, що за природних умов розплав волинських базальтів повинен повністю розкристалізуватися і втратити здатність переміщатися при температурі вище 800–840 °С, але нижче 950 °С. Кристалізація мікротраплянь плагі-

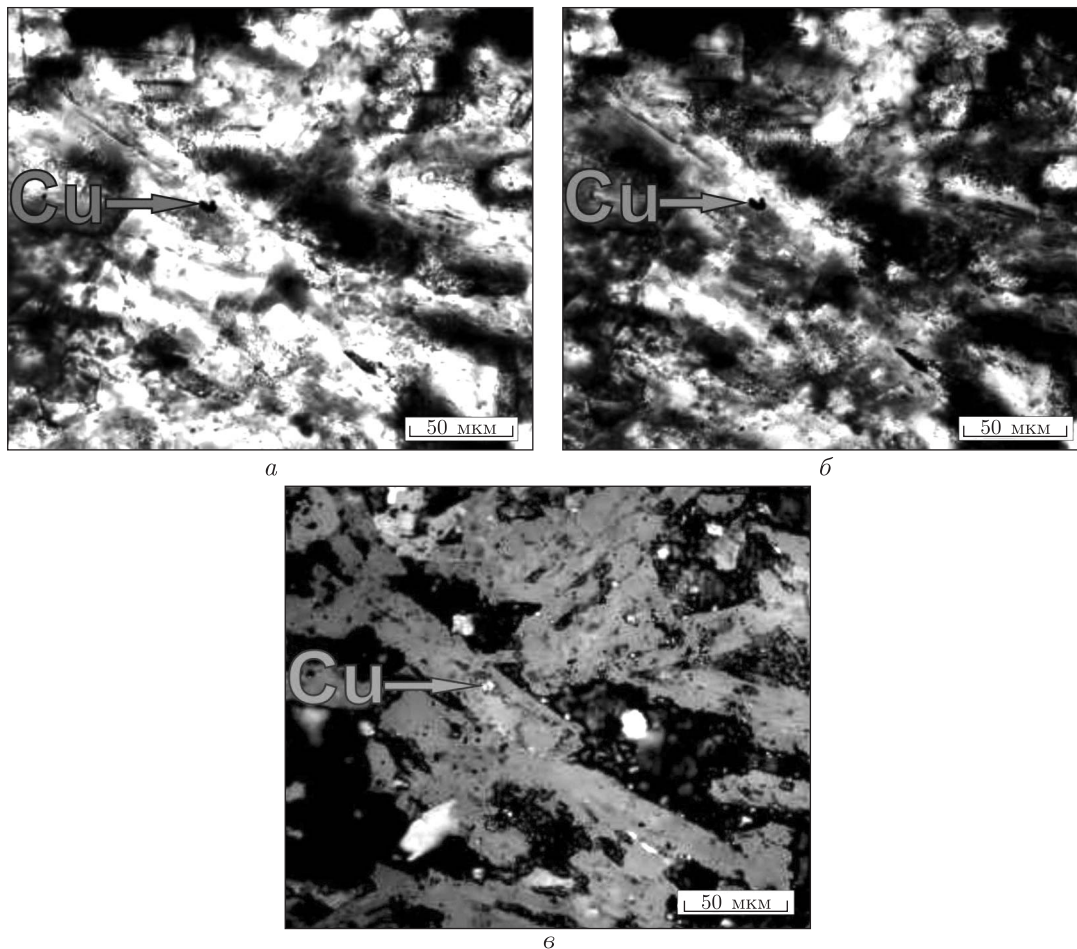


Рис. 1. Краплеподібне включення самородної міді (Cu) в лейсті плагіоклазу: а – ніколі паралельні; б – ніколі схрещені; в – відбите світло

оклазу відбувалася при ще вищій температурі – 1200–1135 °С (рис. 2). Отже, цей розплав міг переносити відліквовані крапельки міді!

*Роль флюїдів на постмагматичному етапі становлення трапової формації* (за даними досліджень водно-солевих включень у мінералах). В анальцимі та кальциті прожилкової мінералізації за фазовим складом виділено газово-рідкі і рідинно-газові включення та ідентифіковано такі їхні типи [12]: первинні включення – вакуолі форми негативних кристалів (рис. 3, а); умовно первинні включення – без видимого зв'язку з тріщинами і жодних інших орієнтирів; вторинні включення – поширені ланцюжками, групами в залікованих тріщинах (часто за спайністю). Наявність родин включень невитриманого наповнення як прояв явищ розшнурування і перенаповнення (див. рис. 3, б) вказує на нерівноважність середовища мінералогенезу.

Оптимальними параметрами формування парагенезів прожилково-вкрапленої мінералізації з анальцимом і кальцитом слід вважати температурні інтервали: 280–190 °С для анальциму (за первинними включеннями) і 50–70 °С для кальциту в базальтах заболотівської світи; 325–235 °С для анальциму і 100–205 °С для кальциту (за первинними включеннями) в базальтах лучичівської товщі; 125–130 °С для кальциту в базальтах якушівської товщі.

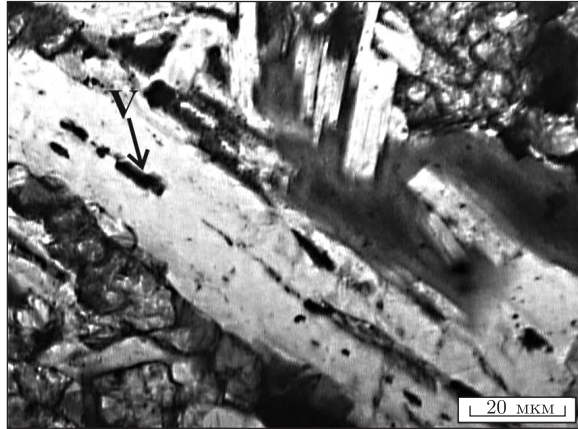


Рис. 2. Розплавні вclusions в плагіоклазі (V – вclusions розплаву)

Наші дані щодо температур гомогенізації флюїдних включень прожилково-вкрапленої мінералізації трапових комплексів зони зчленування Волинського палеозойського підняття та Волино-Подільської монокліналі, утворюючи інтервал  $\leq 335\text{--}50\text{ }^\circ\text{C}$ , підтверджують подібність температурних умов постмагматичного мінералогенезу вулканітів усієї трапової формації Західної Волині.

Про формування самородної міді на гідротермальному етапі свідчать і дані щодо температури утворення кварцу в асоціації з самородною міддю (за газово-рідкими вclusions) [5]. Стосовно парагенезу кварцу та міді, то ще в роботі [2] вказувалося на тісний зв'язок самородної міді з кварцом і зазначалося, що її утворення з гідротермальних розчинів майже завжди супроводжується виділенням кремнезему. Відомо також, що утворення мінералів у міденосних трапах Декану (Індія) відбувалося під впливом таких температур: хлориту – нижче  $300\text{ }^\circ\text{C}$ ; преніту, натроліту, ломонтиту –  $200\text{--}100\text{ }^\circ\text{C}$ ; гейландиту, стильбіту, апофіліту –  $110\text{--}90\text{ }^\circ\text{C}$ ; мезоліту, сколециту –  $90\text{--}60\text{ }^\circ\text{C}$ ; томсоніту, шабазиту – ще нижче [13].

Отже, саме флюїдні вclusions (як розплаву в мінералах базальтів, так і водно-солевих розчинів у мінералах прожилків і вкраплень) фіксують наявність необхідних умов для формування рудних тіл на магматичному та постмагматичному етапах мінералогенезу, бо перебіг явищ ліквідації і перегрупування флюїдних потоків виявлено протягом усього періоду формування базальтової товщі. Виконаний аналіз комплексу вclusions у мінералах дає змогу простежити еволюцію флюїдів, зокрема рудної речовини, що відділилася від силікатного розплаву, подібно до даних праці [14] про відділення рудоутворювальних халькофільних розчинів від силікатного магматичного розплаву під час закономірного падіння температури, зафіксованого переходом від ранніх високотемпературних вclusions розплавів до пізніх, висококонцентрованих водно-солевих вclusions у тріщинах охолодження на гідротермальному етапі мінералогенезу.

Якщо перенесення мідних крапель у приповерхневу частину лавових потоків розпочиналося газовими бульбашками (на значну газонасиченість розплаву вказує присутність тувів та пізолітів [12]) чи високотермобаричними потоками рідкого діоксиду вуглецю, як у розчиненому стані, так і у вигляді крапель розплаву (наявність численних, у тому числі краплеподібних, вclusions самородної міді [5]), то надалі, на нашу думку, переважало перенесення міді в складі сполук з хлором.

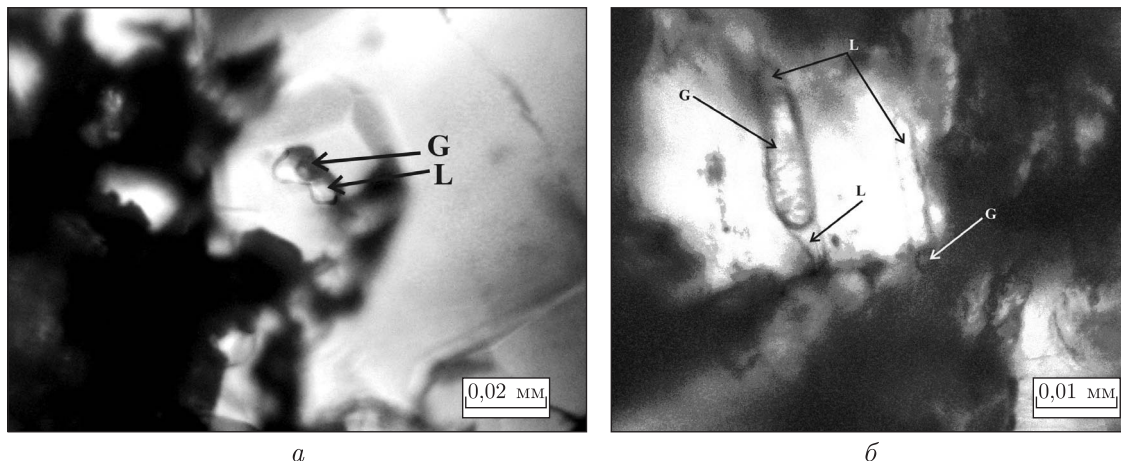


Рис. 3. Флюїдні включення в мінералах прожилково-вкраплених утворень базальтів трапової формації:

*a* – первинне газово-рідке включення типу L+G (L – водний розчин; G – газова фаза) в ограненому кристалику анальциму з призальбандової частини прожилка в базальті. Температура гомогенізації 290 °С в рідку фазу. Зр. 8273/17, гл. 240,5 м;

*б* – включення трубчастої форми типу L+G (L – водний розчин; G – газова фаза): рідинно-газове (зліва) і перенаповнене газово-рідке (справа). Температура гомогенізації перенаповненого включення 240 °С в рідку фазу. Зр. 8273/17, гл. 240,5 м

Внаслідок низької розчинності CO<sub>2</sub> і хлоридів у магмі порівняно з водою ранньо-магматичні розчини можуть являти собою дуже концентровані хлоридні розсоли, які за характеристиками (складом, густиною тощо) прирівнюють до розплавів і часто називають розплавами-розсолами або силікатно-сольовими розплавами. У процесі еволюції цих розчинів співвідношення компонентів змінюються і вони перетворюються в істотно вуглекислі розчини, а на завершальних етапах уже мають склад водних флюїдів. Мідь,

Таблиця 1. Вміст іона хлору (Cl<sup>-</sup>) у водних витяжках з порід лучичівської та якушівської товщ трапової формації Західної Волині

Номер зразка	Глибина відбору, м	Світа, товща	Вміст Cl <sup>-</sup> , мг/кг	Вміст міді, г/т
8262/4	237,0	Лучичівська товща	355,0	90
8262/86	241,0	Там само	426,0	1220
8262/11	244,0	Там само	284,0	1180
8262/26	270,0	Там само	355,0	80
8262/27	272,0	Там само	355,0	80
8273/28	189,0	Якушівська товща	266,3	80
8273/40	209,0	Там само	568,0	560
8273/47	216,0	Там само	284,0	60

Примітка. Аналітик І. Б. Губич, хімічна лабораторія Львівського відділення Українського державного геологорозвідувального інституту (застосовували 0,1 Н розчин AgNO<sub>3</sub>, індикатор – KCrO<sub>3</sub>).

як і інші халькофільні метали (Zn, Sn, Au), а також Fe, може екстрагуватися цими високотемпературними хлоридними розчинами з формуванням надалі крупних промислових родовищ [15].

Акцентуємо на відсутності органічної речовини у вивчених вулканітах і неможливість через це створення нею потужних геохімічних окисно-відновних бар'єрів, на яких мідь могла б відновитися до самородного стану, як це проявилось на низці подібних родовищ у світі. Натомість такими бар'єрами можуть бути місця змішування безкисневих і безсульфідних вод (з огляду на збідненість порід сіркою) з насиченими киснем водами, збільшений вміст кальцію у приповерхневих ділянках виливів, а також затверділі кірки загартування, на яких проходить зупинка флюїдів.

Крім того, методом мас-спектрометричного хімічного аналізу в складі летких компонентів флюїдних включень у мінералах і закритих пор, як базальтів трапової формації, так і порід підстильної трапову формацію теригенної формації поліської серії, не ідентифіковані вуглеводневі сполуки, натомість визначено лише азот і діоксид вуглецю, а також зафіксовано високу водонасиченість усіх аналізованих проб базальтів [12].

Водночас вміст іона хлору ( $\text{Cl}^-$ ) у водних витяжках з порід трапової формації досліджуваної території досягає значних величин (від 266,3 до 568,0 мг/кг проби), які корелюють із вмістом міді (табл. 1).

Отже, висока вірогідність, що мідь у флюїдонасиченому середовищі мігрувала саме у хлоридних комплексах типу  $\text{CuCl}_{(\text{водн.})}$ ,  $\text{CuCl}_2^-$ ,  $\text{CuCl}_3^{2-}$ ,  $\text{CuCl}_4^{3-}$  у широкому інтервалі температури і тиску, а вже згодом у результаті перебігу низки фізико-хімічних реакцій на вищеперелічених і, можливо, інших геохімічних бар'єрах відновлювалася до самородного стану. На завершальній стадії мідь відкладалася в асоціації з кварцом, утворюючи парагенези прожилково-вкрапленої мінералізації, зокрема кристалографічний обрис включень міді у кварці свідчить про її ріст (доростання) з гідротермальних розчинів [5].

Аналіз отриманого матеріалу став основою для розробки принципової схеми міграційних процесів у породно-рудних комплексах трапової формації Західної Волині [12], зокрема під час формування самородномідної мінералізації за участю таких активних агентів, як діоксид вуглецю, азот і хлор.

Отже, результати детальних петрографічних і мінералофлюїдологічних досліджень свідчать про виняткову роль ліквідації у формуванні самородномідного зруденіння. Мідь у вигляді дрібних крапель рудної рідини існувала в розплаві на момент становлення товщі, в процесі ліквідації вони відділилися від силікатного розплаву з подальшим перерозподілом і перенесенням мідних крапель у середовищі глибинного високотемпературного флюїду та відкладанням міді на геохімічних бар'єрах, чому сприяла нерівноважність флюїдного середовища і пов'язана з нею гетерогенізація магматично-гідротермальної мідевмісної системи на всіх етапах мінералогенезу.

Оскільки флюїди фіксують основну властивість стану речовини середовища мінералоутворення – її мобільність, максимальну неупорядкованість структури, текучість–плинність, як у магматичних (силікатних, сольових, карбонатних) розплавах, так і у водному чи газовому розчинах, на магматичному і постмагматичному етапах мінералогенезу, а сам процес формування самородномідного зруденіння розпочинається з власне ліквідаційних явищ, то логічною є і назва нової гіпотези – флюїдно-ліквідаційна гіпотеза походження самородномідної мінералізації.

## Цитована література

1. Уайт У. С. Месторождения самородной меди в северной части штата Мичиган // Рудные месторождения США. – Москва: Мир, 1972. – Т. 1. – С. 457–481.
2. Лазаренко Є. К., Матковський О. І., Винар О. М., Шашкіна В. П., Гнатів Г. М. Мінералогія вивержених комплексів Західної Волині. – Львів: Вид-во Львів. ун-ту, 1960. – 507 с.
3. Шумлянський В. О., Приходько В. Л., Деревська К. І., Загнітко В. М. Парагідротермальна модель самородномідного рудоутворення в трапах Волині // Мідь Волині: Наук. пр. Ін-ту фундамент. досліджень. – Київ: Знання України, 2002. – С. 34–37.
4. Скакун Л. З., Ткачук А. М., Мельничук В. Г. Типи цеолітових асоціацій в гідротермальних утвореннях волинської серії // Мінерал. зб. – 2003. – № 53, вип. 1–2. – С. 4–13.
5. Квасниця І. В., Павлюшин В. І., Косовський Я. О. Самородна мідь України: геологічна позиція, мінералогія і кристалогенезис. – Київ: Логос, 2009. – 171 с.
6. Bakun-Czubarow N., Białowolska A., Fedoryshyn Yu. Neoproterozoic flood basalts of Zabolottya and Babino Beds of the volcanogenic Volynian Series and Polesie Series dolerites in the western margin of the East European Craton // Acta Geol. Pol. – 2002. – **52**, No 4. – P. 481–496.
7. Федоришин Ю., Наумко І., Нестерович Н., Яковенко М., Тріска Н. Природа мигдалеподібних утворень у базальтах Волині (онтогенічний аспект) // Мінерал. зб. – 2012. – № 62, вип. 1. – С. 63–82.
8. Хансен М., Андерко К. Структуры двойных сплавов. – Москва: Металлургиздат, 1962. – Т. 1, 2. – 1488 с.
9. Маракушев А. А., Граменицкий Е. Н. Проблема происхождения пегматитов // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол. – 1983. – 58, вып. 1. – С. 61–70.
10. Лукин А. Е., Мельничук В. Г. О природных сплавах в меденосных нижневендских базальтах Волини // Доп. НАН України. – 2012. – № 1. – С. 107–116.
11. Бакуменко И. Т., Федоришин Ю. И. О расплавных включениях в плагиоклазе базальтов Волини // Минералогические музеи: Материалы междунар. совещ. – Санкт-Петербург: СПбГУ, 2005. – С. 213–214.
12. Нестерович Н. В. Геохімія флюїдів середовища формування міденосних парагенезів у вулканітах трапової формації зони зчленування Волинського палеозойського підняття і Волино-Подільської монокліналі: Автореф. дис. ... канд. геол. наук: 04.00.02 / Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України. – Львів, 2014. – 20 с.
13. Ottens B. Calcite from the Deccan Traps of India // Rocks & Minerals. – 2005. – **80**, No 2. – P. 94–107.
14. Овчинников Л. Н., Банщикова И. В., Васильев Е. В. Включения расплавов и растворов – прямые свидетели рудогенерирующей роли магм // Термобарогеохимия в геологии: Материалы VI Всесоюз. совещ. по термобарогеохимии. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982. – С. 33–37.
15. Барсуков В. Л., Рябчиков И. Д. Об источнике рудного вещества // Геохимия. – 1980. – № 10. – С. 1439–1449.

## References

1. White U. S. Ore deposits of the Unated States, Moscow: Mir, 1972, Vol. 1: 457–482 (in Russian).
2. Lazarenko E. K., Matkovskiy O. I., Vynar O. M., Shashkina V. P., Hnativ G. M. Mineralogy of igneous complexes of the Western Volyn, Lviv: Vyd-vo Lviv. Un-tu, 1960 (in Ukrainian).
3. Shumljanskyi V. O., Pryhod'ko V. L., Derevs'ka K. I., Zagnitko V. M. Copper of Volyn: Proc. of the Institute of Fundamental Studies, Kiev: Znannya Ukrainy, 2002: 34–37 (in Ukrainian).
4. Skakun L. Z., Tkachuk A. M., Mel'nychuk V. G. Mineral. zb., 2003, No 53, Iss. 1–2: 4–13 (in Ukrainian).
5. Kvasnytsya I. V., Pavlyshyn V. I., Kosovs'kyi Ya. O. Native copper of the Ukraine: geological position, mineralogy and crystallogenesi, Kiev: Logos, 2009 (in Ukrainian).
6. Bakun-Czubarow N., Białowolska A., Fedoryshyn Yu. Acta Geol. Pol., 2002, **52**, No 4: 481–496.



7. Fedoryshyn Yu., Naumko I., Nesterovych N., Yakovenko M., Triska N. Mineral. zb., 2012, No 62, Iss. 1: 63–82 (in Ukrainian).
8. Hansen M., Anderko K. Structure of dual alloys, Vol. 1, 2, Moscow: Metallurgizdat, 1962 (in Russian).
9. Marakushev A. A., Gramenickiy E. N. Byul. Mosk. O-va ispitatelyj pryrody. Otd. Geol., 1983, **58**, Iss. 1: 61–70 (in Russian).
10. Lukin A. E., Mel'nychuk V. G. Dopov. NAN Ukraine, 2012, No 1: 107–116 (in Russian).
11. Bakumenko I. T., Fedoryshyn Yu. I. Mineralogicheskie muzei: Materialy mezhdunar. soveshch., Sankt-Peterburg: SPSU, 2005: 213–214 (in Russian), 215 (in English).
12. Nesterovych N. V. Geochemistry of fluids of formation medium of copper-bearing parageneses in volcanites of the trappean formation of areas of junction of the Volyn Paleozoic uplift with the Volyn-Podillya monocline: Thesis for a candidate's degree in Geology, Lviv, 2014 (in Ukrainian).
13. Ottens B. Rocks & Minerals, 2005, **80**, No 2: 94–107.
14. Ovchynnikov L. N., Banshchykova I. V., Vasyl'ev E. V. Materialy VI Vsesoyuz. soveshch. po thermobarogeohimii, Vladivostok: DVNC AN SSSR, 1982: 33–37 (in Russian).
15. Barsukov V. L., Ryabchikov I. D. Geochemistry, 1980, No 10: 1439–1449 (in Russian).

*Надійшло до редакції 16.02.2016*

**И. М. Наумко<sup>1</sup>, Ю. И. Федоришин<sup>2</sup>, Н. В. Бацевич<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт геологии и геохимии горючих ископаемых НАН Украины, Львов

<sup>2</sup>Национальный университет водного хозяйства и природопользования, Ровно

*E-mail:* naumko@ukr.net

### **Флюидно-ликвационная гипотеза происхождения самородномедной минерализации в вулканитах трапповой формации Западной Волыни**

*Доказана опеределяющая роль флюидно-ликвационной дифференциации в формировании самородномедного оруденения в базальтах нижневендских трапповых комплексов Западной Волыни. Поскольку установлено, что кристаллизация плагиоклаза осуществлялась при 1200–1135 °С, и в лейстах плагиоклаза выявлена вкрапленность самородной меди, то можно утверждать, что медь на момент становления базальтовой толщи присутствовала в расплаве в виде мелких капель рудного вещества. Они в процессе ликвации отделились от силикатного расплава в таких же температурных условиях с последующим перераспределением и переносом в среде глубинного высокотемпературного флюида и отложением на геохимических барьерах. Это составило предпосылки для обоснования флюидно-ликвационной гипотезы происхождения самородномедной минерализации.*

**Ключевые слова:** трапповая формация, самородная медь, Западная Волынь, ликвация, флюидный режим, включения в минералах.

I.M. Naumko<sup>1</sup>, Yu.I. Fedoryshyn<sup>2</sup>, N.V. Batsevych<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of the NAS of Ukraine, Lviv

<sup>2</sup>National University of Water and Environmental Engineering, Rivne

*E-mail:* naumko@ukr.net

## **Fluid-liquation hypothesis of the origin of the native copper mineralization in volcanites of a trappean formation of the Western Volyn area**

*The determinative role of the fluid-liquation differentiation in the formation of the native copper mineralization in basalts of the Lower Wendian trappean complexes of the Western Volyn area is proved. Since it was determined that the crystallization of plagioclase occurred at a temperature ranging from 1200 to 1135 °C, and the impregnation of native copper in the plagioclase laths was revealed, one can affirm that, at the moment of the formation of basalt series, copper existed in a melt in the form of fine drops of the ore material. They came off the silicate melt in the course of liquation in the same temperature interval with the further redistribution and the transfer into the medium of a depth high-temperature fluid and the deposition on geochemical barriers. This has composed prerequisites for the substantiation of the fluid-liquation hypothesis of the origin of the native copper mineralization.*

**Keywords:** trappean formation, native copper, Western Volyn area, liquation, fluid regime, fluid inclusions