ISSN 2078-6220. Мінералогічний збірник. 2012. № 62. Випуск 2. С. 269–273
Mineralogical Review. 2012. N 62. Issue 2. P. 269–273

УДК 553.495+553.493:548.4(477.42)

УМОВИ ФОРМУВАННЯ REE-U-Th РОДОВИЩА ДІБРОВА (УКРАЇНСЬКИЙ ЩИТ) ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВКЛЮЧЕНЬ CO_2 ГОМОГЕННОГО ПОХОДЖЕННЯ

В. Бельський

Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М. П. Семененка НАН України,
просп. акад. Палладіна, 34, 03680 Київ, Україна
E-mail: belskyi_vm@ukr.net

У кварці вторинних кварцитів родовища Діброва ми виявили первинні включення рідкого CO_2-розчину, що "прилипають" до видовжено-призматичних (голчастих) утворень силіманіту. Їхня густина становить 0,82–0,87 г/см^3, що відповідає густині чистого CO_2 за температури гомогенізації включень у рідку фазу 19,8 та 16,5 °С, відповідно. Через труднощі, пов'язані з малим розміром включень, температуру потрійної точки їхнього вмісту визначено орієнтовно з похибкою 0,5 °С; вона становить –57,3 °С. Умови росту силіманіту у кварці вторинних кварцитів родовища Діброва відповідають умовам захоплення CO_2 флюїду. Вони більші або дорівнюють *PT*-параметрам точки перетину ізохор CO_2 густиною 0,82 і 0,87 г/см^3 з межею поля силіманіту на діаграмі стану системи андалузит–силіманіт–кіаніт, що становлять ≥ 400 °С та ≥ 205 МПа.

Ключові слова: включення, *PT*-параметри мінералоутворення, кварц, вторинний кварцит, Український щит.

Відтворення *PT*-параметрів утворення родовищ у метаморфічних породах докембрію Українського щита за флюїдними включеннями – складне завдання. Його трудність полягає в тому, що в мінералах таких порід за флюїдними включеннями гомогенного походження вдається достатньо точно визначити лише склад і густину флюїду (CO_2, N_2, CH_4 та їхні суміші), тобто з'ясувати ізохору на *PT*-діаграмі системи відповідного складу. Щоб скористатися *PT*-параметрами визначених ізохор, необхідно незалежно отримати значення температури або тиску [1].

Геоструктурно TR-U-Th родовище Діброва розташоване в північній частині Вовчанського тектонічного блока, у зоні зчленування блока з Дніпровсько-Донецькою западиною. За даними В. Кичурчака, родовище приурочене до північного гранітного купола однойменної брахісинкліналі. Цей купол витягнутий у субмеридіальному напрямі й має розмір 300 × 400 м. Вмісними для нього є метаморфічні породи каїнкулацької товщі палеоархею. Саме у північному екзоконтакті цього купола локалізоване рідкісноземельно-уран-торієве родовище. Унаслідок кристалізації гранітної магми в екзоконтакті купола утворилися кільцеві розломи, що їх заповнили пегматити й апліти. На постмагматичному етапі внаслідок процесів грейзенізації по пегматитах утворилися вторинні кварцити, у яких і виявлено контрастне REE-U-Th зруденіння [2].

© Бельський В., 2012

Уперше газово-рідкі включення у кварці слабко змінених пегматитів і вторинних кварцитів родовища Діброва вивчила й описала О. Мельникова [2] (взірці керна зі свердловини (св.) 69, глибина 570,2 м; св. 70, глибина 320,5 м). У кварці вторинних кварцитів виявлено вторинні включення водного розчину та рідкого CO_2-флюїду, густина яких становить, відповідно, 0,731 і 0,688 г/см^3. Температура гомогенізації включень водного розчину гомогенного захоплення – 345, 330, 240 і 190 °С.

Наша мета – визначити *PT*-параметри мінералоутворення за флюїдними включеннями. Їхні точні значення звичайно відтворюють за сингенетичними включеннями гомогенного захоплення двох різних фаз (газові компоненти (H_2O, CO_2, CH_4 та ін.) + водний розчин або розплав) гетерогенної мінералоутворювальної системи [3]. Знахідки таких включень рідкісні, вони є ознакою точних значень *PT*-параметрів гетерогенного флюїду.

У кварці вторинних кварцитів родовища Діброва (св. 74, гл. 171,3 м) ми виявили первинні включення рідкого CO_2-розчину, що мають дещо більше генетичне навантаження. Ці включення "прилипають" до видовжено-призматичних (голчастих) утворень силіманіту (рис. 1) й дають змогу визначити мінімальні значення *PT*-параметрів утворення кварц-силіманітової породи (у праці [2] вона відповідає зоні вторинних кварцитів). Діагностика включень силіманіту у кварці підтверджена мікрорентгенометричним аналізом [4].

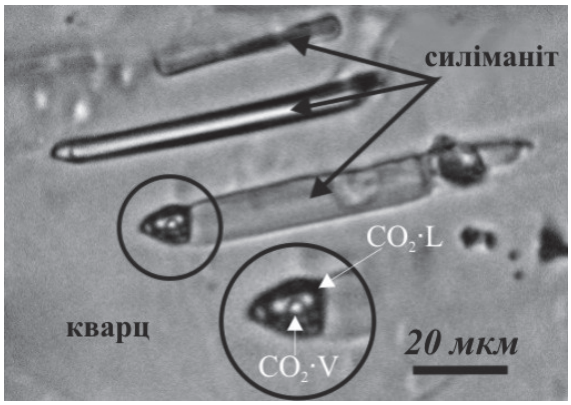

Рис. 1. Первинні включення рідкого CO_2-розчину, що "прилипають" до видовжено-призматичних (голчастих) виділень силіманіту.

Реконструювання *PT*-параметрів консервації включень, захоплених із гомогенної системи гідротермальних флюїдів, методично набагато складніше. Температура й тиск моменту гомогенізації включення гомогенного походження відповідають мінімальним *PT*-параметрам його захоплення, що менші за умови мінералоутворення [3]. Єдиного способу визначення справжніх значень *PT*-параметрів мінералоутворення за такими включеннями нема. Проте в його основі є обгрунтований вибір (знаходження) на ізохорі вмісту включення точки, що відповідає *PT*-параметрам мінералоутворення. Рідкісні випадки вирішення такого завдання, як і наш випадок, заслуговують на окреме обговорення [1].

Оскільки температура гомогенізації включень, що прилипають до виділень силіманіту у кварці, відбувається в рідку фазу й становить 19,8 і 16,5 (± 0,2) °С, а температура потрійної точки орієнтовно дорівнює –57,3 (± 0,5) °С, то вміст включень представлений

рідким CO_2, густина якого – 0,82–0,87 г/см^3. Ці значення відповідають густині чистого CO_2 за температури гомогенізації включень у рідку фазу, за [6] (рис. 2).

Дослідження проводили на кріоустановці в лабораторії відділу регіональної та генетичної мінералогії ІГМР НАН України імені М. П. Семененка. Різниця приблизно в 1 °С між потрійними точками вмісту включення і чистого CO_2 спричинена наявністю у CO_2-розчині включення незначних домішок (імовірно, N_2, CH_4). Включення CO_2 контактують з голчастим кристалом силіманіту (зазвичай, на його вершині), тому "прилипання" рідкого CO_2-флюїду відбулося під час його росту. Така знахідка дає змогу визначити мінімальні *PT*-параметри консервації цих включень, а отже, і умов кристалізації силіманіту в кварці. Вони дорівнюють або більші від *PT*-параметрів точки перетину ізохор CO_2 густиною 0,82 та 0,87 г/см^3 з межею ділянки існування силіманіту на діаграмі стану системи андалузит–силіманіт–кіаніт і становлять ≥ 400–420 °С та ≥ 220–240 МПа (рис. 3).

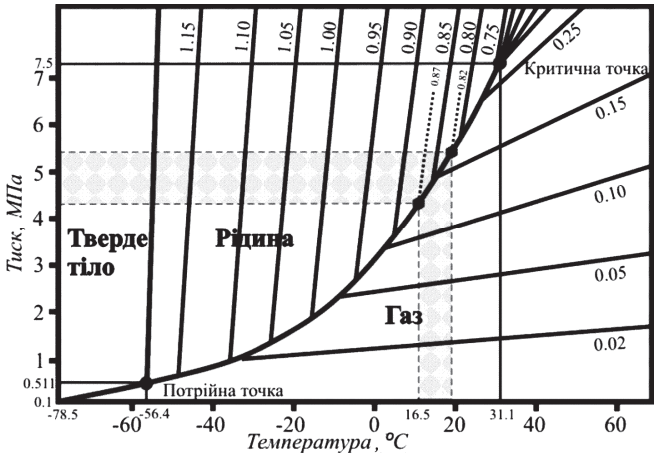

Рис. 2. Низькотемпературна ділянка *PT*-діаграми системи CO_2 (за [6]) з експериментально визначеними точками гомогенізації включень CO_2.

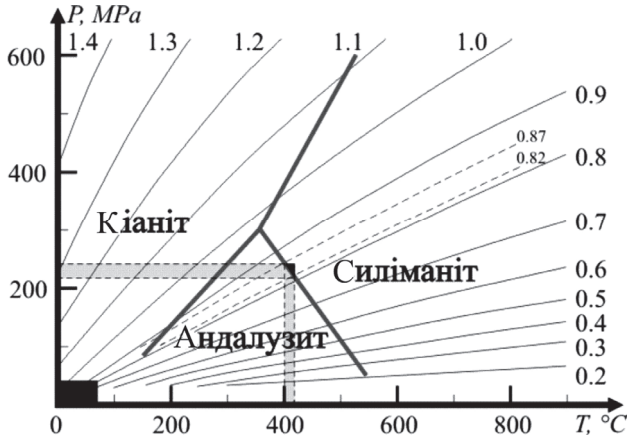

Рис. 3. Перетин ізохор CO_2 з діаграмою стану системи андалузит–силіманіт–кіаніт.

Високі *PT*-параметри CO_2-флюїду, який брав участь у формуванні родовища Діброва, засвідчують, найімовірніше, відповідність продуктам дегазації магми основного-ультраосновного складу, оскільки лише в мінералах основних та ультраосновних порід виявлено первинні включення рідкого CO_2-розчину. Іноді скло включень в олівіні й піроксені цих порід уміщує найбільшу кількість CO_2 (від 1,029 до 2,4 % від маси) [5].

Магматичні розплави основного-ультраосновного складу можуть постачати у верхні горизонти земної кори величезні маси продуктів її дегазації у вигляді рідких розчинів CO_2. Спрямування їх у порівняно невеликі об'єми тріщинуватих порід тектонічних порушень може суттєво змінити їхній склад і збагатити метасоматично змінені породи рудними компонентами. Зазначимо, що про реакційні властивості рідкого CO_2-флюїду та його здатність транспортувати рудні елементи відомо ще дуже мало.

Отже, потоки CO_2-флюїду брали участь у метасоматичній зміні тріщинуватих порід родовища Діброва. Ці потоки надходили у мінералоутворювальне середовище родовища по зонах тектонічних порушень. Завдяки їм у систему мінералоутворення потрапляли, імовірно, U, Th та інші елементи. Крім того, за наявності CO_2 у водному розчині існують HCO_3^- та CO_3^{2-}, які сприяють міграції урану й торію, що надалі могли осаджуватись на геохімічних бар'єрах.

Список використаної літератури

1. Возняк Д. К. Мікровключення та реконструкція умов ендогенного мінералоутворення / Д. К. Возняк. – К. : Наук. думка, 2007. – 280 с.
2. Дибровское редкоземельно-уран-ториевое месторождение в Приазовском мегаблоке Украинского щита / В. А. Сёмка, А. Н. Пономаренко, С. Н. Бондаренко [и др.] // Геохімія та рудоутворення. – 2010. – № 28. – С. 48–76.
3. Калюжний В. А. Методи вивчення багатофазових включень у мінералах / В. А. Калюжний. – К. : Вид-во АН УРСР, 1960. – 168 с.
4. Калюжный В. А. О рентгенометрическом исследовании микроколичеств минералов / В. А. Калюжный, З. И. Йорыш // Минерал. сб. – 1962. – № 16. – С. 403–407.
5. Концентрация летучих (H_2O, Cl, F, S, CO_2) в магматических расплавах различных динамических обстановок / В. Б. Наумов, В. И. Коваленко, В. В. Ярмолюк, В. А. Дорофеева // Геохимия. – 2000. – № 5. – С. 555–564.
6. Реддер Э. Флюидные включения в минералах : [В 2 т.] / Э. Реддер. – М. : Мир, 1987. – Т. 1. – 558 с.; Т. 2. – 632 с.

Стаття: надійшла до редакції 11.05.2012
прийнята до друку 29.05.2012

FORMING CONDITIONS OF REE-U-Th DIBROVA DEPOSIT (UKRAINIAN SHIELD) ON THE RESULTS OF HOMOGENEOUS ORIGIN CO_2 INCLUSIONS RESEARCH

V. Belskyi

M. P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of NASU, 34, Acad. Palladin Av., 03680 Kyiv, Ukraine
E-mail: belskyi_vm@ukr.net

We have found the initial inclusions of CO_2 liquid solution that "stick" to needle-shaped sillimanite crystals in quartz of secondary quartzites of Dibrova deposit (Ukrainian Shield). Their density varies from 0,82 to 0,85 g/cm^3. These values correspond to the density of pure CO_2 at the temperature of inclusions homogenization of 19,8 and 16,5 °C in the liquid phase. Due to the small size of inclusions the triple point temperature of the contents was identified approximately with an error of 0,5 ° C and in total comprised 57,3 °C. Growth conditions of sillimanite in quartz of Dibrova deposit secondary quartzites are greater than or equal to *PT*-parameters of intersection point of CO_2 density isochors 0,82 and 0,87 g/cm^3 with a border of sillimanite field in the diagram of the system andalusite–sillimanite–kyanite, which are ≥ 400 °C and ≥ 205 MPa.

Key words: inclusion, *PT*-parameters of minerogenesis, quartz, secondary quartzite, Ukrainian Shield.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ REE-U-Th МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДИБРОВА (УКРАИНСКИЙ ЩИТ) ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИССЛЕДОВАНИЯ ВКЛЮЧЕНИЙ CO_2 ГОМОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

В. Бельский

Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н. П. Семененко НАНУ, просп. акад. Палладина, 34, 03680 Киев, Украина
E-mail: belskyi_vm@ukr.net

В кварце вторичных кварцитов REE-U-Th месторождения Диброва (Украинский щит) исследовано первичные включения жидкого CO_2-раствора, которые "прилипают" к игольчатым выделениям силлиманита. Их плотность – 0,82–0,85 г/см^3, что соответствует плотности чистого CO_2 при $T_{гом}$ включений в жидкую фазу 19,8 и 16,5 °С, соответственно. В связи с трудностями, обусловленными малым размером включений, температуру тройной точки содержимого включений определили ориентировочно с погрешностью 0,5 °С, она составляет –57,3 °С. Условия роста силлиманита в кварце соответствуют условиям консервации CO_2-флюида. Они больше или равны *PT*-параметрам точки пересечения изохор CO_2 плотностью 0,82 и 0,87 г/см^3 с границей поля силлиманита на диаграмме состояния системы андалузит–силлиманит–кианит, которые составляют ≥ 400 °С и ≥ 205 МПа.

Ключевые слова: включение, *PT*-параметры минералообразования, кварц, вторичный кварцит, Украинский щит.