

УДК 549.08.211

Йосип СВОРЕНЬ

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, Львів,
e-mail: igggk@mail.Lviv.ua.

**ЗАКОНОМІРНІСТЬ ПРИРОДНИХ ПРОЦЕСІВ
СИНТЕЗУ ДОСКОНАЛИХ КРИСТАЛІВ ДІАМАНТА**

На основі досліджень включень (дефектів) у мінералах, встановлено, що вихідним джерелом вуглецю у природних процесах синтезу досконалих кристалів діаманта є мантійний діоксид вуглецю (CO_2) з $P=6,1$ МПа та $\delta^{13}\text{C} = (-6,1 \pm 0,5) \text{‰}$. Розроблено новий механізм синтезу природних кристалів діаманта, піропу, магнетиту, кварцу тощо. Показано, що під впливом потужного імпульсу тектоногенної енергії в окремих ділянках літосфери виникають глибинні розриви-трубки, якими вкорінюється-мігрує розплав у напрямі земної кори. Під час міграції у контактній зоні «розплав-породи літосфери» внаслідок їхньої контактної взаємодії-тертя утворюється високовольтне електричне поле складної форми, в якому CO_2 переходить в енергозбуджений стан, його молекули розпадаються на окремі радикали й атоми. У розплав-електроліті під впливом електричного поля іони-катіони переміщуються в певних напрямках залежно від конфігурації поля, яка зумовлена магмою, контактними породами літосфери та швидкістю руху магми у розриві-трубці. Переміщуючись, ці іони зазнають численних зіткнень з наявними там молекулами, зокрема, CO_2 та його атомами й радикалами, тимчасово утворюючи нестабільні сполуки, які потрапляють у зону з наявними сполуками заліза тощо. Кисень CO_2 поатомно відривається від молекули й утворює $\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ (магнетит), а хімічноактивним атомам вуглецю найбільш енергетично вигідно в такому середовищі-розплаві з'єднуватися між собою, утворюючи кристал діаманта. Виділені молекули SiO_2 хімічно утворюють групу гранатів, кварц тощо.

Ключові слова: надра Землі – природний фізико-хімічний реактор, розплав, астеносферний діоксид вуглецю, досконалі кристали діаманта, фізико-хімічні реакції.

Планета Земля складається з: 1. Ядра зі складною сумішшю речовин, які перебувають при температурах у межах $6000 \text{ }^\circ\text{C}$ у різних формах знаходження плазми. 2. Мантії-розплаву, який обволікає ядро і складається з атомів та радикалів, які, мігруючи залежно від своєї природи, переходять у форму знаходження молекул, а ближче до літосфери й у форму знаходження розплаву з легкими сполуками під величезним тиском до десятків й сотень ГПа. Такі процеси у літосфері сформували базальтовий шар потужністю десятки кілометрів з густиною порід до $3,3 \text{ г/см}^3$. Від поверхні Мохоровича до глибин 410 км (шар Гутенберга) простягається верхня мантія. В інтервалі 75–150 км

© Йосип Сворень, 2017

ISSN 0869-0774. Геологія і геохімія горючих копалин. 2017. № 3–4 (172–173)

наявні фокуси землетрусів. Ця частина планети називається астеносферою. Важливу роль у складних фізико-хімічних процесах у твердій частині планети відіграють астеноліти, які втілюються у неї. 3. Літосфери – єдиного твердого жорсткого шару, який утворили земна кора з твердою частиною шару Гутенберга, який лежить на астеносфері. Тиск летких сполук біля підшви земної кори досягає 1,3 ГПа, а в ядрі планети до 400,0 ГПа – величини ядерного вибуху.

З факту, що Земля перебуває у безперервному русі, то в її надрах має місце диференціація мантійного розплаву-флюїду дотепер, який у формі знаходження астенолітів з різними об'ємними формами – від крапле- до циліндроподібних тощо проникає у земну кору і різко змінює там термодинамічну обстановку. На цьому етапі не важливо, з яких сполук сформоване те чи інше тіло, важливо, що у надрах такі «тіла» утворюються і мігрують. Високотемпературне тіло-астеноліт з леткими сполуками, а це на початку в основному діоксид вуглецю (CO_2), знаходить чи створює собі розривні канали, які є переважно в ослаблених областях на стику літосферних плит, і ними мігрує до різних порід, зокрема і карбонатних. За температур вище 675°C карбонати розкладаються на CaO та CO_2 і з парою води створюють у цьому каналі агресивний флюїд – астеноліт з аномально великими тисками й температурами, який продовжує розкладати контактні породи до часу знаходження розущільнених порід-зон з пониженими тисками та температурами, які створюють сприятливі термодинамічні умови для утворення й зберігання новоутворених сполук у земній корі.

Отже, можна говорити про новий науковий напрямок у геології: НАДРА ЗЕМЛІ – ПРИРОДНИЙ ФІЗИКО-ХІМІЧНИЙ РЕАКТОР. Яскравим прикладом в області цього напрямку є таке природне явище як землетрус, а саме жахлива подія колосальних розмірів, яка сталася на території Японії 11 березня 2011 року. Поблизу північного узбережжя головного острова Хонсю, 130 км на схід від міста Сендай на глибині від 24 до 35 км було зафіксовано один з найбільших землетрусів в історії цієї країни. Сила поштовхів первинного землетрусу дорівнювала 8,9 балів та двох наступних по 6,4 за шкалою Ріхтера. Землетрус створив паралельно ще й цунамі з висотою хвилі у межах 10-ти метрів, яка знесла усе узбережжя. Згаданий землетрус зсунув на 20 см на схід тектонічну платформу, на якій розташована країна. Найбільш зруйновані території Івате й Фукусіма опустилися на 75 сантиметрів.

Наступним прикладом подаємо матеріал про передбачуване наукове відкриття: закономірність природних процесів синтезу досконалих кристалів діаманта. Передбачуване відкриття належить до області наук про Землю, може бути використано у ювелірній, приладобудівній, радіоелектронній, електротехнічній, космічній, хімічній і нафтовій промисловостях, практиці застосування твердих матеріалів в агресивних середовищах, матеріалознавстві, фізиці твердого тіла, теоретичній і експериментальній фізиці тощо.

Нині існують різні гіпотези про походження природних діамантів, однак ще не розроблені теорія синтезу і технологія-спосіб їх пошуку, відповідно не отримано досконалих синтетичних кристалів цього мінералу масою у кілька грамів.

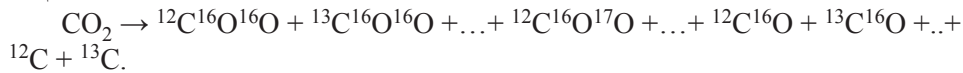
Автор уперше за допомогою мас-спектрометричних досліджень вивчив склад летких сполук у включеннях у мінералах ультраосновних і основних порід (Газовые флюиды..., 1987; Изотопный состав..., 1981), зокрема, слабкозмінених та винесених у вигляді ксенолітів (нодулей) лавою вулканів і таких, що наявні в основних породах дна Світового океану. На прикладі базальтів з дна Індійського океану з'ясовано, що газові пухирці містять лише CO_2 з $P = 6,1$ МПа та $\delta^{13}\text{C} = (-6,1 \pm 0,5)$ ‰. Ця величина відповідає $\delta^{13}\text{C}$ первинного вуглецю найглибших геосфер планети Земля. Аналогічні результати отримані під час вивчення включень в олівінових нодулях із порід Гавайських островів, базальтів Атлантичного океану тощо.

У відділі геохімії глибинних флюїдів Інституту геології і геохімії горючих копалин НАН України було проведено унікальне експериментальне дослідження: вивчено склад летких сполук в окремому включенні – зоні зростання двох частин октаедра діаманта (Состав..., 1990). Унікальність його у тому, що досліджувати дефекти росту у кристалі розмірами у сотні нанометрів, які несуть генетичну інформацію про його умови утворення, з допомогою звичайного мікроскопа неможливо. Тому було використано розроблений нами мас-спектрометричний метод з подрібненням зразка у високому вакуумі при кімнатній температурі. У спеціально сконструйованій вакуумній ступці діамант вдало розкололи на дві частини – по зоні зростання, що одразу було зафіксовано у системі напуску приладу погіршенням вакууму через виділення летких сполук із цього дефекту, бо сама зона-площина зростання була герметичним дефектом у кристалі з одного боку, а з другого – вона як генетично первинне включення підтвердила первинність природи законсервованого флюїду, який формував кристал. Основними леткими речовинами, виділеними із зони зростання цього октаедра із трубки «Айхал», були діоксид вуглецю та азот у меншій концентрації.

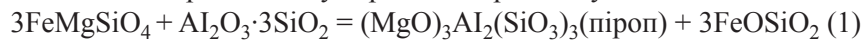
Вивчивши леткі сполуки з діамантів, виділених їхнім нагріванням, було встановлено, що прозорі діаманти октаедричного, ромбододекадричного габітусів із кімберлітів Мало-Ботуобінського, Алакитського і Верхне-Мунського районів відрізняються як за концентраціями, так і за складами летких сполук. У діамантах Анабарського, Пріленського і уже згаданих районів спостерігається ріст концентрації H_2O і CO у напрямку від центральної частини Сибірської платформи до її околиць, діаманти із кімберлітових трубок «Мир», «ім. XXIII з'їзду КПРС» містять CO_2 (80,0 %), N_2 (10,0 %) та H_2O (9,0 %).

Досліджено склад газів у парагенетичних піропах із трубок III, VI, V Далдино-Алакитського кімберлітового поля в Якутії. Піропи не містили жодних видимих під мікроскопом включень і тріщин. Зразки склалися з кількох десятків зерен мінералу різних форм розміром від одного до чотирьох міліметрів. Їхнє нагрівання до 1327 °C показало, що найбільші концентрації летких сполук містили піропи із родовища V – недіамантоносного родовища. Склад газів у цих піропах такий: CO (53,98 %), CO_2 (28,55 %), N_2 (8,72 %), H_2O (5,21 %), H_2 (3,19 %), CH_4 (0,05 %). Концентрація летких домішок у піропах значно переважає концентрацію таких у діамантах. Склад летких сполук, виділених із кристалів діаманта та піропу за різної температури, свідчить про високотемпературний процес синтезу цих мінералів.

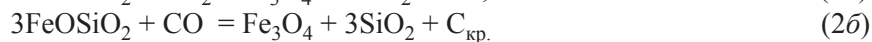
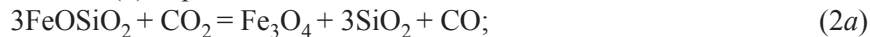
На підставі отриманих даних ми запропонували новий механізм синтезу природних кристалів діаманта та піропу. Під впливом магми в окремих ділянках літосфери виникають глибинні розломи, якими мігрує розплав у напрямку земної кори. Під час міграції у контактній зоні розплав-породи літосфери внаслідок їхньої контактної взаємодії виникає високовольтне електричне поле складної форми, в якому CO_2 переходить в енергозбуджений стан, його молекули розпадаються на окремі радикали й атоми з такою іонізацією :



Для синтезу-росту кристала важливе постійне постачання атомів вуглецю на його зовнішню поверхню. У розплаві-електроліті під впливом електричного поля іони-катіони переміщуються в певних напрямках залежно від конфігурації поля, яка зумовлена магмою, контактними породами літосфери і швидкістю руху магми у розриві-трубці. Переміщуючись, ці іони зазнають численних зіткнень з наявними там молекулами, зокрема, CO_2 та його атомами й радикалами, тимчасово утворюючи нестабільні сполуки, які потрапляють у зону з наявними сполуками заліза. Кисень CO_2 поатомно відривається від молекули й утворює $\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ (магнетит), а хімічноактивним атомам вуглецю найбільш енергетично вигідно в такому середовищі-розплаві з'єднуватись між собою, утворюючи кристал діаманта. Виділені молекули SiO_2 хімічно утворюють групу гранатів тощо. Це проілюстровано такими фізико-хімічними реакціями у середовищі розплаву:



Реакція (2) перебігає так:



Роль електричного поля у процесах синтезу кристалів піропу та діаманта найвагоміша, оскільки в його середовищі мінеральні складові розплаву потрапляють в енергетично збуджений стан з іонізацією, що робить їх фізико-хімічно активними та рухливими, а це надзвичайно сприяє їхній хімічній взаємодії, тобто синтезу нових мінеральних сполук.

Досвід вирощування-синтезу синтетичних досконалих-оптичночистих чи одноколірних із конкретним забарвленням кристалів різного хімічного складу дає підстави стверджувати, що досконали-мінімально дефектні кристали діаманта можуть синтезуватися у середовищі розплаву за відповідних термодинамічних умов у складному фізико-хімічному процесі лише з іонів-атомів вуглецю, які наближаються до твердої фази кристала і з'єднуються з нею у конкретній, енергетично вигідній, орієнтації. Цим стверджується, що навіть за високих температур і тисків отримати досконали кристали діаманта масою кілька грамів і більше з мікроростків графіту, сажі, вугілля тощо, неможливо. Неможливо отримати кристали діаманта таких розмірів і в умовах вакууму.

Сам синтез кристалів діаманта проходить у мантийному розплаві вищеподаного складу, який у нововиниклому розриві літосфери мігрує у напрямку до земної кори з виходом, інколи, на земну поверхню. У час міграції розривом цього флюїду-розплаву, між флюїдом і твердою фазою стінок його порід унаслідок тертя між ними створюється складне електромагнітне поле. Електрична складова цього поля створює у розриві дві області: відновну та окислювальну. Позитивно заряджені-іони вуглецю нагромаджуються у відновній області і синтезують досконалі кристали діаманта, а негативно заряджені іони кисню у окислювальній – утворюють оксиди, зокрема магнетит, піроп, кварц тощо.

Доказами відкриття є експериментальні мас-спектрометричні дані, отримані вивченням складів газів у включеннях у діамантах, піропах, кварці тощо у час вирішення питань відтвореності флюїдного середовища мінералоутворення різними способами: механічним руйнуванням зразків, розкриттям окремих включень, нагріванням (Сворень, 1984, 2004, 2012; Сворень, Наумко, 2009).

На основі досліджень встановлено, що основним летким компонентом в окремих включеннях у природних діамантах є діоксид вуглецю, у менших концентраціях – азот.

Для досліджень окремих включень у мінералах нами спеціально був розроблений мас-спектрометричний метод, виготовлено «Устройство для вскрытия включений твердых материалов в вакууме» (авторське свідоцтво СРСР № 454446).

Отже, встановлено невідому раніше закономірність природних процесів синтезу досконалих кристалів діаманта із іонів-атомів астеносферного діоксиду вуглецю (з початковим $\delta^{13}\text{C} = (-6,1 \pm 0,5) \text{‰}$) у відновній області мігруючого до земної поверхні мантийного флюїду-розплаву, створеною електромагнітним полем у процесі тертя між флюїдом-розплавом і породами літосфери з паралельним утворенням множини парагенезисних мінералів супутників: піропу, магнетиту, кварцу тощо. Відповідно до нового напрямку надра Землі є не тільки основним джерелом вихідних речовин, але й потужним природним фізико-хімічним реактором, в якому утворилися і утворюються більшість цінних корисних копалин: діамантів, нафти і газів, коштовного каміння тощо.

Стаття надійшла
10. 09. 2017

Газовые флюиды контактных базальтов дна Индийского океана (по реликтовым включениям) / Е. Ф. Шнюков, В. А. Калюжный, А. С. Щирица, Л. Ф. Телепко, А. С. Круглов, И. М. Сворень, Г. Г. Алауи // Докл. АН СССР. – 1987. – № 6. – С. 1457–1460.

Изотопный состав углерода свободной углекислоты из базальта дна Индийского океана / Г. П. Мамчур, И. М. Сворень, В. А. Калюжный, И. М. Наумко, О. А. Ярынич, Е. Ф. Шнюков // тез. докл. Всесоюз. совещ. по геохимии углерода. – М.: ГЕОХИ, 1981. – С. 234–235.

Состав флюидов во включениях в кристаллах алмаза Якутии / М. Д. Братусь, И. Н. Зинчук, К. П. Аргунов, И. М. Сворень // Минерал. журн. – 1990. – 12, № 4. – С. 49–56.

Сворень Й. М. Примеси газов в кристаллах минералов и других твердых телах (их способы изготовления, состав, формы нахождения и влияние на свойства веществ : автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Львов, 1984. – 19 с.

Сворень Йосип. Значення ізотопів вуглецю для вирішення проблем генези родовищ корисних копалин // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2012. – № 1–2 (158–159). – С. 129–139.

Сворень Йосип. Новий механізм утворення природних кристалів піропу та алмазу // Міжнар. наук. конф., присвячена 140-річчю кафедри мінералогії Львів. нац. ун-ту ім. І. Франка. (Львів–Шацьк, 2004). – Львів, 2004 – С. 62–63.

Сворень Йосип. Надра Землі – природний фізико-хімічний реактор: схема утворення кристалів діаманта // Моделі утворення алмазу та його корінних родовищ. Перспективи алмазності Українського щита і суміжних територій : зб. тез Міжнар. наук. конф. (Київ, 11–13 вересня 2012 р.). – К. : ТОВ ЦП “КОМПРИНТ”, 2012. – С. 169–171.

Сворень Й. М., Наушко І. М. Надра Землі – природний фізико-хімічний реактор // Доп. НАН України. – 2009. – № 9. – С. 138–143.

Yosyp M. SVOREN'

THE LAW GOVERNED NATURE OF NATURAL PROCESSES OF SYNTHESIS OF PERFECT DIAMOND CRYSTALS.

Results obtained in the course of the study of inclusions (defects) in minerals have made it possible to establish that the mantle carbon dioxide (CO_2) with $P = 6,1 \text{ MPa}$ and $\delta^{13}\text{C} = (-6,1 \pm 0,5) \%$ is an initial source of carbon in the natural processes of synthesis of perfect diamond crystals.

A new mechanism of synthesis of the natural crystals of diamond, pyrope, magnetite, quartz and so on has been developed.

It was shown that under the influence of the powerful impulse of the tectonogenou energy deep faults appear in some sectors of the lithosphere that is to say, tubes through which fusion is rooted and migrates in the direction of the earth's crust. In the course of migration in the contact zone of «fusion of lithosphere's rock» due to their interaction-friction a high-voltage electric field of composite form arises in which CO_2 is transferred into an energy-excited state, its molecules decay into separate radicals and atoms. In the fused electrolyte, under the influence of the electric field ions-cations are dislocated in definite directions depending upon the field configuration, caused by the magma, contact rocks of the lithosphere and the velocity of the magma movement in the fracture-tube. Being dislocated, these ions undergo a number of collisions with available molecules, that is to say, CO_2 and its atoms and radicals, temporarily forming unstable compounds, get into the zone with available ferrous compounds and so on. Oxygen of CO_2 atom-by-atom comes off the molecule and forms $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ (magnetite), and for the chemically active atoms of CO_2 it is energetically the most favourably to be combined in such medium-fusion, forming a crystal of diamond. Escaped molecules of SiO_2 of chemically form a group of garnets, quartz and so on.