

І.М. Наумко, С.М. Бекеша, Й.М. Сворень

**Флюїди глибинних горизонтів літосфери:
зв'язок з родовищами нафти і газу в земній корі
(за даними вивчення включень у мінералах глибинного
походження)**

(Представлено академіком НАН України Є. Ф. Шнюковим)

We have confirmed the influence of the processes of defluidization of deep-seated horizons of the lithosphere upon the formation of hydrocarbon-containing compounds in the medium of a deep-seated high-temperature fluid and have determined the connection of the mantle fluids as a source of the initial substance of hydrocarbons with oil and gas deposits in the Earth's crust. This promotes the development and introduction of new non-traditional methods of forecast of the presence of oil and gas in a geological slit based on such defects in solid bodies as fluid inclusions.

Дослідженнями легких компонентів літосфери створюються передумови з'ясування фундаментальних питань флюїдного режиму і дегазації Землі як планети загалом, так і її окремих геосфер зокрема [1]. Насамперед, вони стосуються реконструкції ролі глибинних високотемпературних флюїдів — фактично єдиного, головного і важливого джерела потужної енергії [2, 3] для всіх подальших процесів мінералогенезу у верхній мантії та земній корі.

Згідно з киснево-водневою моделлю Землі [4], мантія — це окиснена периферійна оболонка навколо ядра. Внутрішнє ядро Землі складається із сполук протопланетної речовини: первинних металізованих гідридів з домішками карбідів і ціанідів. У її зовнішньому ядрі при розкладі гідридів виділяються водень і метали, при розкладі карбідів — вуглеводні, ціанідів — аміак, зумовлюючи металізацію речовини і створюючи змішаний металічний та залишковий гідридний з воднем і вуглеводнями стани. Зароджені тут первинні флюїди потужними флюїдними потоками пронизують нижню мантію та астеносферу верхньої мантії, окиснюючись і розкладаючись при цьому, а далі доходять до літосфери і земної кори, створюючи пульсуюче теплове розвантаження Землі.

Глибинні верхньомантіїні (астеносферні, коромантіїні) високотемпературні флюїди та пов'язані з ними гідротермальні рудо- й вуглеводнеутворювальні системи як похідні надглибинних (зовнішнє ядро — шар D'', можливі осередки у нижній мантії) флюїдів [5] відіграють істотну роль у петро-, рудо- й нафтидогенезі. Миттєвому за геологічним часом проникненню цих флюїдів із ядра у мантію сприяє перевага у їхньому складі водню, який, маючи виняткову дифузійну здатність і високу теплоємність порівняно з іншими елементами [6], зумовлює реалізацію механізму “пропалювання” мантії з процесами плавлення і формування магматичних систем [7], забезпечує виділення великої кількості енергії при землетрусах [8], контролює у складі C — H-фацій скупчення вуглеводнів [9].

Виконаний нами [3] детальний аналіз флюїдних включень у мінералах явно глибинного походження дав змогу з'ясувати, що нині основною базою даних про склад легких компонентів літосфери та їхньої ролі у процесах петро- й рудогенезу та утворення вуглеводнів

є дефекти (флюїдні включення) у природних діамантах та їхніх мінералах-супутниках: олівіні й піропі як з кімберлітів і лампроїтів, так і з глибинних (мантійних) основних та ультраосновних ксенолітів (лерцолітів, еклогітів, піроксенітів); леткі компоненти кірок загартування толейтових базальтів серединно-океанічних хребтів; первинні флюїдні включення у фенокрystalах піроксену й олівіну лужних базальтоїдів тектонічно-активних поясів та глибинних ксенолітів у них; водно-вуглеводневі газові потоки (вуглеводневі газофлюїдні системи) сучасних рифтогенів.

Для діамантовмісних парагенезисів Л.Л. Перчук (2000), узагальнивши результати близько 100 аналізів газової фази, вивільненої із діамантів та гранатів основних і ультраосновних ксенолітів із кімберлітових трубок, виділяє дві групи включень мантійної природи: $\text{H}_2\text{O}-\text{N}_2-\text{CO}-\text{CH}_4-\text{C}_2\text{H}_2-\text{C}_2\text{H}_6-\text{C}_3\text{H}_8$ та $\text{CO}_2-\text{N}_2-\text{CO}-\text{CH}_4-\text{C}_2\text{H}_2-\text{C}_2\text{H}_6-\text{C}_3\text{H}_8$ і відзначає істотну відмінність складу мантійних та корових флюїдів, насамперед, за співвідношеннями $\text{H}_2/\text{H}_2\text{O}$ і CO/CO_2 , які прямо корелюються (Маракушев, Перчук, 1974) з глибиною кристалізації діамантів.

За отриманими з нашою участю даними (Бартошинський та ін., 1987, 1989, 1990, 2003), склад летких компонентів глибинного флюїду кімберлітів Якутії, як і більшості родовищ світу, відповідав системі $\text{H}-\text{O}-\text{C}-\text{N}$ на відміну від Архангельської провінції, для якої характернішою є система $\text{H}-\text{O}-\text{C}$ (Бекеша та ін., 2003). Відновний характер мінералогенезу магматичної стадії зберігався й на постмагматичній стадії (Братусь та ін., 1994).

Аналіз відношення CO , CH_4 і H_2O у флюїдних включеннях у діамантах з кімберлітових трубок і розсипищ на діаграмі $\text{H}-\text{C}-\text{O}$ та можливих реакцій за участю H_2 і CH_4 у приграничному шарі на межі ядро — мантія свідчить (Кирдяшкін та ін., 2004), що в даному випадку окиснення CH_4 у CO і H_2O переважає над H_2 у H_2O , при підйомі термохімічного плюма CO перетворюється у C й CO_2 за реакцією Будуара.

У складі летких компонентів кірок загартування толейтових базальтів серединно-океанічних хребтів (газові пухирці у матричному склі та у включеннях скла у фенокрystalах мінералів) діоксид вуглецю субмантійних (мантійних) джерел ($\delta^{13}\text{C} = -6,1\text{‰}$ (Мамчур та ін., 1981)) і вода кількісно переважають над N_2 , CO , CH_4 , H_2 (Шнюков та ін., 1987; Редько та ін., 2002).

У первинних флюїдних включеннях у фенокрystalах піроксену та олівіну лужних базальтоїдів тектонічно-активних поясів та глибинних ксенолітів у них серед газових компонентів теж домінує CO_2 глибинного походження без домішок відновлених сполук вуглецю (Братусь та ін., 1994).

Наведені результати разом з даними, узагальненими Е. Реддером (1984), є доказом визначальної ролі діоксиду вуглецю і підтвердженням діоксидвуглецевої дегазації як характерної особливості процесів, що відбуваються в астеносфері та низах літосфери.

Знахідки діоксидвуглецево-азотно-вуглеводневих, діоксидвуглецево-азотних та істотно вуглеводневих включень у діамантах із розсипищ Якутії й істотно вуглеводневих — у гранатах з вебстеритових ксенолітів, зокрема, кімберлітової трубки Мир, засвідчують водночас значну роль вуглеводнів, в основному з ланцюжками типу C_{11} і більш високомолекулярних сполук, у складі летких компонентів, що беруть участь у процесах мінералоутворення за умов верхньої мантії (Томиленко та ін., 1997, 2001).

Зміна флюїдного режиму кристалізації: тяжіння включень з перевагою діоксиду вуглецю й азоту до центральних частин кристалів діаманту V різновиду (класифікація Ю.Л. Орлова) та вуглеводнів і азоту — до периферійних дала змогу припустити (Рагозін, Шацький, 2003), що діамант розпочинав кристалізуватися у результаті окиснення

вуглеводневмісного флюїду, а подальший ріст мінералу міг здійснюватися з нього безпосередньо.

На важливу роль вуглеводнів у процесах діамантоутворення вказується і за даними аналізу сучасних даних з експериментального дослідження флюїдних ($\text{CO}_2\text{—C}$, $\text{H}_2\text{O—CO}_2\text{—C}$, $\text{CH}_4\text{—H}_2\text{O—C}$, $\text{CH}_4\text{—H}_2\text{—C}$) та карбонатно-флюїдних систем при параметрах термодинамічної стабільності діаманту (Сокол та ін., 2004; Сокол, Пальянов, 2004). За цих умов C—O—H -флюїд або складніший, який містить у розчиненому вигляді лужні або лужно-земельні карбонати, може виконувати не лише роль джерела вуглецю, але й середовища кристалізації природного діаманту.

Новий механізм утворення природних кристалів піропу і діаманту, який обґрунтовує їхню кристалізацію із збагаченого мантіїним CO_2 розплаву у літосферному розломі — трубіці, запропоновано у [10], що узгоджується з відомими геологічними даними про спільність їхнього походження і з думкою [11] про те, що вуглецеві “компоненти, з яких можлива кристалізація алмазу, повинні бути присутні в певній формі, яка б забезпечувала позитивний перебіг кінетики реакції”, і “або відіграють роль каталізатора, або ж забезпечують перебіг проміжних реакцій”.

Отже, діоксид вуглецю і вуглеводні (власне метан, його гомологи, метаново-нафтові суміші тощо) є типоморфною ознакою включень у мінералах мантіїного (субмантіїного) походження і як головні складові глибинних флюїдів мають визначальний вплив на процеси мінералогенезу.

Наведений аналіз наявних даних про легкі компоненти флюїдних включень у мінералах верхньої мантії засвідчує, що нижні частини літосфери Землі зазнають інтенсивної дії флюїдів, збагачених CO_2 та іншими сполуками вуглецю. Експериментально встановлено, що зміна складу флюїду у системі C—O—H , головним фактором контролю якого є фугитивність кисню, залежить від концентрації H_2O — важливого компонента мантіїних флюїдів (Похиленко та ін., 1994). Це дало змогу виділити дві області у складі флюїдів верхньої мантії [12]: *PT*-область з перевагою компонентів CO_2 і H_2O (діоксидвуглецево-водний флюїд) та область з перевагою H_2O та CH_4 (метано-водний флюїд) та, відповідно, діоксидвуглецеву і вуглеводневу гілки дегазації, підтверджені наданим вище фактичним матеріалом вивчення флюїдних включень у мінералах явно глибинного походження. Місця часткового плавлення порід переважно відповідають існуванню діоксидвуглецево-водних флюїдів, а лише в обмеженій області фугитивності кисню — метано-водних (вуглеводне-водних).

За новою теорією генезису і синтезу природних вуглеводнів [13], сформований у літосфері Землі глибинний високотемпературний флюїд полікомпонентного складу, основу якого складають вуглецевисті сполуки, втілюється у розломну зону, що виникає в її окремих областях під впливом потужної тектоногенної енергії. У його середовищі при високих температурі й тиску здійснюється розпад до іонів, радикалів і атомів усіх водень- й вуглецьвмісних та інших сполук як складових власне флюїду, так і тих, що всмоктуються у порожнину із вмісних порід при адіабатичному процесі [2]. Після сортування в електричному полі, внаслідок спаду температури і стабілізації складної фізико-хімічної обстановки, ці частинки взаємодіють між собою, синтезуючи у відновній області єдиної літофлюїдотермодинамічної системи [14] вуглеводні з формуванням прожилково-вкрапленої мінералізації. Надалі вуглеводневмісні флюїди у результаті вертикальної (субвертикальної) міграції заповнюють за сприятливих тектонічних і літологічних умов пастки та утворюють поклади (родовища) нафти і газу.

Таким чином, дослідженнями підтверджено вплив процесів дефлюїдизації глибинних горизонтів літосфери на формування вуглеводневмісних сполук у середовищі глибинного високотемпературного флюїду і встановлено зв'язок мантийних флюїдів — джерела вихідних речовин вуглеводнів з родовищами нафти і газу у земній корі. Це сприяє розробці та впровадженню нових нетрадиційних методик прогнозу нафтогазоносності геологічного розрізу, що ґрунтуються на таких дефектах у твердих мінералах, як флюїдні включення у мінералах [15].

1. *Наушко І. М., Каложний В. А.* Питання флюїдного режиму і дегазації Землі у наукових поглядах М. П. Семененка // *Мінерал. журн.* – 1996. – **18**, № 2. – С. 39–45.
2. *Наушко І. М., Сворень І. М.* О важности глубинного высокотемпературного флюида в создании условий для формирования месторождений природных углеводородов в земной коре // *Новые идеи в науках о Земле: Материалы VI Междунар. конф. (Москва, 8–12 апр. 2003 г.)*. – Москва, 2003. – Т. 1. – С. 249.
3. *Наушко І. М.* Флюїдний режим мінералогенезу породно-рудних комплексів України (за включеннями у мінералах типових парагенезисів): Автореф. дис. ... д-ра геол. наук: 04.00.02 / ІГГК НАН України. – Львів, 2006. – 52 с.
4. *Семененко Н. П.* Кислородно-водородная модель Земли. – Киев: Наук. думка, 1990. – 248 с.
5. *Лукин А. Е., Пиковский Ю. И.* О роли глубинных и сверхглубинных флюидов в нефтеобразовании // *Геол. журн.* – 2004. – № 2. – С. 21–33.
6. *Ларин В. Н.* Гипотеза изначально гидридной Земли. – Москва: Недра, 1980. – 216 с.
7. *Летников Ф. А., Дорогокупец П. И.* К вопросу о роли суперглубинных флюидных систем земного ядра в эндогенных геологических процессах // *Докл. АН.* – 2001. – **378**, № 4. – С. 535–537.
8. *Маракушев А. А.* Геологические следствия дегазации земного ядра // *Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть и газ: Материалы междунар. конф. памяти акад. П. Н. Кропоткина*. – Москва: ГЕОС, 2002. – С. 8–10.
9. *Петрология и флюидный режим континентальной литосферы* / Ф. А. Летников, Г. Д. Феоктистов, Н. В. Вилор и др. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. – 187 с.
10. *Сворень Й.* Новий механізм утворення природних кристалів піропу та алмазу // *Мінералогія: історія, теорія і практика: Тези доп. Міжнар. наук. конф., присвяченої 140-річчю кафедри мінералогії Львівського національного університету імені Івана Франка (Львів-Шацьк, 3–6 верес. 2004 р.)*. – Львів: ВЦ Львів. нац. ун-ту ім. Івана Франка, 2004. – С. 62–63.
11. *Галій В. М.* Поля стабільності алмазу та петрологічні проблеми його походження // *Геолог України*. – 2004. – № 1. – С. 25–32.
12. *Кадик А. А.* Фракционирование летучих компонентов при плавлении верхней мантии // *Геология и геофизика*. – 1986. – № 7. – С. 70–73.
13. *Сворень Й. М., Наушко І. М.* Нова теорія синтезу і генезису природних вуглеводнів: абіогенно-біогенний дуалізм // *Доп. НАН України*. – 2006. – № 2. – С. 111–116.
14. *Наушко І. М., Сворень І. М.* О литофлюидотермодинамической системе в геологии и геохимии // *Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа. Нефтегазоносные системы осадочных бассейнов: Материалы Восьмой междунар. конф. К 60-летию кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых МГУ (Москва, 31 мая – 2 июня 2005 г.)*. – Москва: ГЕОС, 2005. – С. 341–343.
15. *Сворень Й. М., Наушко І. М., Куровець І. М., Крупський Ю. З.* Термобарометрія і геохімія газів прожилково-вкрапленої мінералізації у відкладах нафтогазоносних областей і металогенічних провінцій: проблема генезису та пошуку вуглеводнів // *Доп. НАН України*. – 2005. – № 3. – С. 115–120.

*Інститут геології і геохімії горючих копалин
НАН України, Львів*

Надійшло до редакції 04.02.2008