

УДК 548.4:552.11

## ЛЕТКІ КОМПОНЕНТИ В ЕНДОГЕННИХ СФЕРУЛАХ У ЗВ'ЯЗКУ З ПРОБЛЕМОЮ ФЛЮЇДИЗАТНО-ЕКСПЛОЗИВНОГО МАНТІЙНОГО РУДОГЕНЕЗУ

**І. Яценко<sup>1</sup>, Г. Яценко<sup>1</sup>, І. Наумко<sup>2</sup>, С. Бекеша<sup>1</sup>,  
Н. Білик<sup>1</sup>, О. Шваєвський<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. Грушевського, 4, 79005 Львів, Україна  
E-mail: Yatsenko1941@list.ru

<sup>2</sup>Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України,  
вул. Наукова, 3а, 79060 Львів, Україна  
E-mail: naumko@ukr.net

Виконано порівняльний аналіз вмісту летких компонентів у вулканічних породах і сферулах у контексті нових даних про їхнє глибинне, мантієне походження. Дослідження підтвердило уявлення про зростання вмісту відновлюваних флюїдів з глибиною. Водночас виявлено факт підвищення концентрації азоту. Згідно з отриманими даними, його вміст у глибинних флюїдах майже дорівнює вмісту водню. Наголошено на важливій ролі азоту поряд з воднем у геофлюїдодинаміці суперглибинного рівня. На підставі аналізу газового й мінерального складу сферул та характеру супутніх мінералоїдо-мінеральних утворень зроблено припущення, що їхнє походження пов'язане з глибинними процесами на межі металевої та окисно-силікатної геосфер.

*Ключові слова:* сферула, леткі компоненти, флюїдизатно-експлозивний процес, глибинний мантієний флюїд.

В Інституті геології і геохімії горючих копалин НАН України проведено дуже цікаві, можливо, унікальні дослідження [4]. Автори дослідили склад летких компонентів у загартованих частинках (сферулах, шлакоподібних частинках) з експлозивних структур України і Росії (Бовтиська, Іллінецька, Карська), кімберлітів Приазов'я та Якутії. Результати засвідчили, що газова складова цих об'єктів є досить специфічною. У всіх випадках переважними компонентами виявилися азот і водень у близьких співвідношеннях та CO<sub>2</sub> і CH<sub>4</sub> у різних співвідношеннях. Щодо наявності у сферулах водню ми не робимо певних висновків. Загальновідомо, що водень не може бути в складі включень завдяки високій міграційній активності. Досить імовірно, що в складі сферул водень міститься в оклюзивному стані у хондрулах самородного заліза. У визначених кількостях виявлено воду в склі з Бовтиської вибухової структури, в інших випадках її визначали тільки якісно, інколи її не було взагалі. Наголосимо, що сферули не мають аналогів серед тектитів та імпактного скла. Дуже цікавою особливістю газових включень виявилося те, що об'єм включень менший, ніж визначений реальний об'єм газу. Подібний до сферул склад летких компонентів притаманний деяким типам місячного скла.

У табл. 1 наведено дані газового складу сферул і шлакоподібного скла, отримані методом мас-спектрометричного аналізу. На відміну від першоджерела, їх наведено з урахуванням вмісту водню (крім аналізів сферул із трубки “Айхал” [10], техногенних частинок [10] та ультралужного скла Захарівської ділянки Кіровоградського блока Українського щита (УЩ) [1]).

Результати цієї роботи набули нового значення в контексті останніх даних щодо походження загартованих частинок, отриманих нами.

Таблиця 1

Газовий (об. %) та мінеральний склад сферул і шлакоподібних часток ендегенного, проблемного та техногенного походження

Тип часток	Вибухові структури	Мінеральна фаза	CO <sub>2</sub>	CO	N <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
Магнітні пластинки	Іллінецька, Карська, трубки Приазов'я	Магнетит, вюстит	9,11	0	33,67	5,660	51,53	0
Магнітні сферули	Іллінецька, Карська, трубки Приазов'я, трубка “Удачна-Західна”	Магнетит, вюстит, самородне залізо	4,43	0	32,75	6,781	56,02	0
Шлакоподібні частинки, сферули з непрозорого скла	Трубки Приазов'я, трубка “Удачна-Західна”	Скло, ульвошпінель, армолколіт, вюстит, самородне залізо, рутил, олівін	1,99	0	44,54	3,658	49,79	0
Прозорі шлакоподібні частки	Бовтиська	Скло, перовськіт, самородне залізо, силіциди заліза, муананіт, оксиди титану	1,70	0	22,81	4,876	66,60	3,97
Напівпрозоре скло		Гіперстен, плагіоклаз, калішпат	6,79	0	24,42	6,976	54,10	7,71
Тектит-індошеніт		Скло	2,30	0	11,40	5,112	76,00	5,18
			0	0	0	10,50	75,80	13,70
Сферули [10]	Трубка “Айхал”	Скло, ульвошпінель, армолколіт, вюстит, самородне залізо, рутил	8,00	0	69,00	20,00	5,00	0
Техногенні частинки [10]*			0	10,80	71,40	0	0	0
Штучні частинки (результат зварювання) [4]		Магнетит, вюстит, самородне залізо	0,26	0	46,28	3,792	48,05	0
Ультралужне скло [1]	Захарівська ділянка (Кіровоградський блок УЩ)		9,09	0	18,62	72,90	0	0

\*У техногенних частинках зафіксовано 17,5 об. % O<sub>2</sub> [10], у решті взірців його не виявлено.

Аналіз літературних даних [10, 16, 19] та результати власних досліджень [3, 14] сферул з експлозивних та вулканогенно-осадових утворень земної кори засвідчили, що ці об'єкти є продуктами глибинного походження. Сферули знайдено в експлозивних структурах і різновікових вулканогенних утвореннях України. Досліджено також аналогічні утворення з кімберлітових трубок "Карпінська-1" і "Поморська" (Архангельська алмазоносна провінція), а також відкладів нижньої юри району р. Мала Куонапка (Якутія).

У більшості випадків сферули складаються з металевої та силікатної фаз, хоча часто вони трапляються у вигляді окремих силікатних або металевих утворень (однофазові сферули).

Силікатні сферули ендегенного походження можна розділити на два типи: кальцій-силікатні і титан-манган-залізо-силікатні.

На підставі тези, що сферули є продуктом суто телуричного походження, ми спробували порівняти склад летких компонентів у сфералах та деяких близьких до них утворень (тектити, скляні уламки проблемного походження) зі складом вулканічних порід, а також деяких мінералів кімберлітів (алмаз, кварц, кальцит) (табл. 2).

Таблиця 2

Леткі компоненти у вулканічних породах та деяких мінералах кімберлітів, об. %

Об'єкт	CO <sub>2</sub>	CO	N <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	O <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>
Кварц із кімберлітів трубки "Удачна" [6]	85,10	0	8,44	2,60	3,90	0	0	0	0
	30,00	0	30,00	0	40,00	0	0	0	0
	25,30	0	70,10	1,78	2,84	0	0	0	0
	92,20	0	0	2,71	5,13	0	0	0	0
	8,33	0	0	66,30	25,00	0	0	0	0
	30,00	0	30,00	0	40,00	0	0	0	0
	80,20	0	11,90	5,00	2,90	0	0	0	0
30,00	0	30,00	0	40,00	0	0	0	0	
Кальцит із кімберлітів трубки "Удачна" [6]	1,66	0	1,55	95,10	0,21	0	0	1,18	0
	1,52	0	4,57	90,50	0,31	0	0	0,21	0,66
	0	0	11,60	68,40	20,00	0	0	0	0
	50,00	0	12,50	25,00	12,50	0	0	0	0
	33,50	0	9,17	51,40	1,83	0	0	1,99	0
	40,30	0	6,76	43,50	1,16	0	0	4,54	0
	10,50	0	17,80	46,70	21,70	0	0	0	0
	40,00	0	0	20,00	40,00	0	0	0	0
	42,90	0	7,10	35,70	14,30	0	0	0	0
60,00	0	0	10,00	30,00	0	0	0	0	
7,30	0	23,70	53,90	15,10	0	0	0	0	
Верхньомезо- зойські вулкані- ти Тихоокеан- ського поясу [12]	98,60	0,45	0,72	0,10	0,15	0	0	0	0
	50,50	16,70	1,32	1,96	29,40	0	0	0	0
	67,60	11,00	11,80	1,32	8,28	0	0	0	0
	71,50	16,90	4,98	1,38	5,26	0	0	0	0
	95,90	2,08	1,04	0,11	0,84	0	0	0	0
	85,20	3,94	7,91	0,14	0	0	0	0	0
	65,00	10,70	1,51	0,82	22,00	0	0	0	0
	37,90	15,20	11,30	2,65	33,00	0	0	0	0

Виявилось, що головною рисою газового складу сферул є домінування азоту й водню, хоча, зазвичай, водню дещо більше. У вулканічних породах основний леткий компонент – вуглекислий газ. Мінерали кімберлітового походження мають змінний вміст газу і загалом за складом летких компонентів займають проміжну позицію між сферулами і вулканічними породами. На потрійній діаграмі  $H_2$ – $CH_4$ – $CO_2$  (рис. 1) поле складу летких компонентів у сферулах (поле I) має чітко ізольовану позицію – тут характерний максимальний вміст водню.

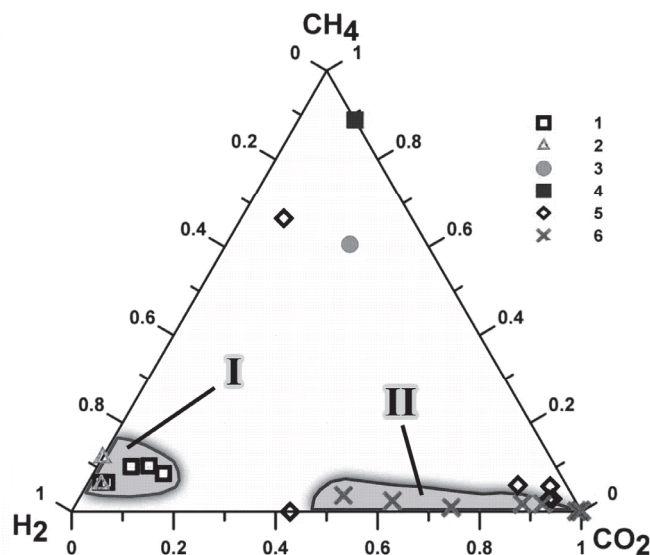


Рис. 1. Розміщення фігуративних точок складу летких компонентів у сферулах і шлакоподібних утвореннях (1–4), у кварці з кімберлітів трубки “Удачна” (5) [6] та верхньомезозойських вулканітах Тихоокеанського поясу (6) [12] на трикутній діаграмі  $H_2$ – $CH_4$ – $CO_2$  (без урахування азоту), об. %:

1 – магнітні пластинки, магнітні сферули, скляні сферули і шлакоподібні частинки (Іллінецька, Карська, Бовтиська вибухові структури, кімберлітові брекчії Приазов’я, трубка “Удачна-Західна” [4]); 2 – тектит-індошеніт; 3 – сферули з трубки “Айхал” [10]; 4 – ультралужне скло (Захарівська ділянка Кіровоградського блока УЩ) [1]. Поля складу летких компонентів: I – у сферулах; II – у вулканічних породах.

Вулканічні породи разом з кварцом із кімберлітів займають поле, витягнуте вздовж осі  $CO_2$ – $H_2$  (поле II). Відокремлену позицію мають сферули з трубки “Айхал” і ультралужне скло Захарівської ділянки (Кіровоградський блок УЩ); їм притаманний аномально високий вміст метану.

На трикутній діаграмі  $O$ – $C$ – $H$  зображені фігуративні точки складу летких компонентів в алмазах різного типу, а також поле складу земних порід [5] (рис. 2, 1, 2). Нанесені дані газового складу сферул утворюють на діаграмі ізольоване поле з екстремальним вмістом водню. Зазначимо, що вміст водню у сферулах перевищує його концентрацію у найбільш глибоких типах алмазів, у яких, як і у сферулах, містяться різко відновлені фази [5] (самородне залізо, муасаніт, троїліт). Специфічну позицію, витягнуту вздовж осі  $O$ – $C$ , займають на діаграмі фігуративні точки складу летких компонентів у кальциті з кімберлітів, що, імовірно, пов’язане безпосередньо зі складом мінералу. Дещо важко

пояснити розбіжність у позиціях на діаграмі точок складу порід, наведених В. Вагановим [5], і точок складу вулканічних порід, нанесених нами. Це може бути зумовлене розбіжностями у методах визначення вмісту газів (кількість компонентів та ін.) або перерахунку аналізів.

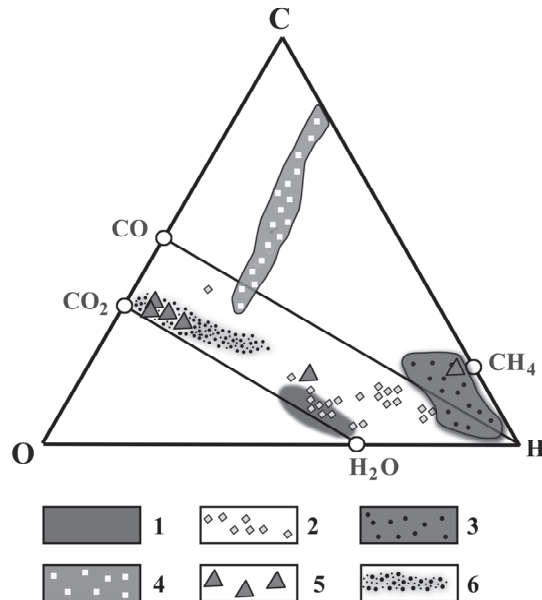


Рис. 2. Розміщення фігуративних точок складу легких компонентів різноманітних земних утворень у координатах O–C–H, атом. %:

1 – основні типи земних порід [5]; 2 – основні типи алмазу з різних регіонів [5]; 3 – сферули і шлакоподібні частинки глибинного походження [4]; 4 – кальцит із кімберлітів трубки “Удачна” [6]; 5 – кварц із кімберлітів трубки “Удачна” [7]; 6 – вулканіти Тихоокеанського поясу [12].

Точки складу газів з кімберлітового кварцу займають на діаграмі сумісну позицію з вулканітами різного типу Тихоокеанського вулканічного поясу. Вони характеризують значно менший вміст водню щодо даних, наведених у праці [4].

Незвичайний тренд змін вмісту легких компонентів демонструє трикутна діаграма O–(C+H)–N. Позиції всіх точок виявляють єдиний тренд, що відображає зростання вмісту відновних флюїдів (водень, вуглеводні) зі збільшенням глибинності порід з подальшим перегином у напрямі зростання концентрації азоту (рис. 3). Високий вміст азоту в техногенних частинках, за даними [4], спричинений захопленням атмосферного азоту. Вірогідно, що цей процес може відбуватися й під час формування магнітних сферул, утворення яких, найімовірніше, пов’язане з окисненням частинок самородного заліза в атмосферному повітрі (процес, аналогічний до утворення техногенних сферул).

Аналіз складу легких компонентів ендегенних сферул засвідчив, що для них характерне переважання відновлених компонентів (водень, вуглеводні) і порівняно нейтрального азоту; вода наявна в мінімальній кількості. За ступенем відновлення цей склад перевищує газовий склад мінералів з глибинних утворень кімберлітового типу (див. рис. 2). Такий екстремальний характер флюїдної складової сферул свідчить, що вони є

продуктом глибинного мантіяного походження [11]. Доказом цього є також мантіяна асоціація супутніх високовідновлених мінералів – самородні метали (залізо, мідь, свинець, вольфрам, цинк та ін.), сплави металів (металоїди, інтерметалеві сполуки (?)), силіциди, карбіди (муасаніт, когеніт), алмаз. З експериментальних досліджень відомо, що муасаніт може бути стабільним у суттєво водень-вуглеводневому середовищі [13], це загалом узгоджується з нашими спостереженнями.

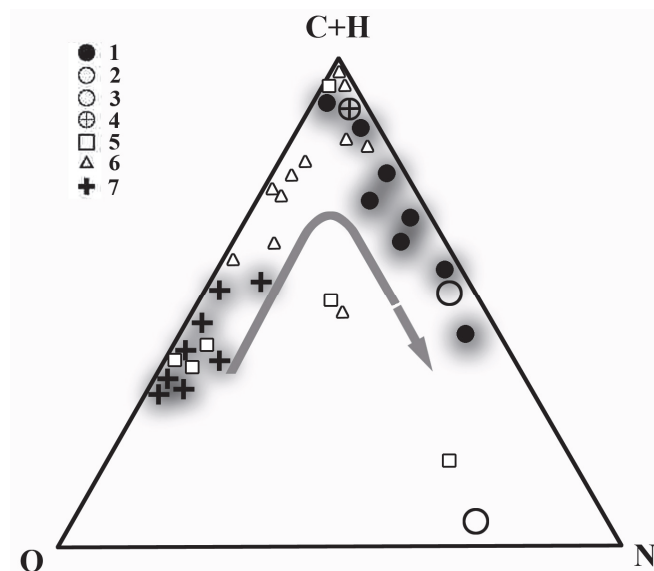


Рис. 3. Розміщення фігуративних точок складу легких компонентів різноманітних земних утворень у координатах O–(C+H)–N, ат. %:

1 – сферули і шлакоподібні частинки ендегенного походження; 2, 3 – техногенні частинки [4, 10]; 4 – ультракалієве скло (Захарівська ділянка Кіровоградського блока УЩ) [1]; 5 – кварц із кімберлітів трубки “Удачна” [6]; 6 – кальцит із кімберлітів трубки “Удачна” [6]; 7 – вулканіти Тихоокеанського поясу [12].

Отже, і сферули, і супутні мінерали утворюють специфічну мінералоїдо-мінеральну суміш, що формувалась у різко відновному середовищі за умов “сухого” флюїдного режиму. Як впливає з сучасних уявлень про будову глибинних сфер Землі, фізико-хімічні умови з такими параметрами відповідають зоні зовнішнє ядро–мантія [17]. А. Лукін стверджує, що походження відновленої речовини (вуглецевисті сполуки, карбіди, самородні метали, силіциди) пов’язане з експлозивним ін’єкційним проникненням суперглибинних флюїдів, сформованих на рівні зовнішнє ядро–шар “D” [9]. За даними наших досліджень мікросферул та інших продуктів флюїдизації-експлозивного походження, складається загальне враження, що вони справді не є результатом локальних фізико-хімічних процесів корового та підкорового походження, а є наслідком проникнення вже сформованої речовини більш глибинного походження. Про це свідчить також газовий і речовинний склад сферул – він є досить сталим і хімічно не залежить від складу порід глибинного походження, що формують експлозивні структури. Знахідки сферул титан-манган-силікатного складу трапляються і на стабілізованих структурах, і в геодинамічно активних районах.

Тобто прояви сферул і супутньої безкисневої мінералізації є фактом, не залежним від навколишнього геологічного середовища. Логічно припустити, що їхнє джерело має незалежне більш глибоке походження і досить глобальний характер поширення в масштабі земної кулі. Це добре узгоджується з уявленнями А. Лукіна.

Експериментально підтверджено, що подібна мінералоїдно-мінеральна асоціація може утворюватись під дією високотемпературних флюїдів водневого складу на мантіїні породи перидотитового парагенезису [18]. З'ясовано, що формується самородна фаза, складена відокремленими залізом, міддю, свинцем, вюститом, мінералами рідкісноземельних елементів. Утворена аморфна фаза (скло) має алюмосилікатний склад, на відміну титан-манган-силікатного, що ми спостерігаємо у сферулах. За природних умов алюмо-залізо-силікатне скло супроводжує прояви самородного заліза в породах основного складу [15]. Утворення титанового скла можна пояснити окисненням розплаву заліза, що містить домішки Si, Mn, Ti. Саме в зоні окиснення більше споріднені з киснем сполуки можуть утворювати розплав, що відповідає складу сферул. Відновлення (металізація) мантіїних порід воднем повинна супроводжуватись утворенням води [15]. У такому випадку вона була б у складі сферул, принаймні за умов порівняно замкненої системи.

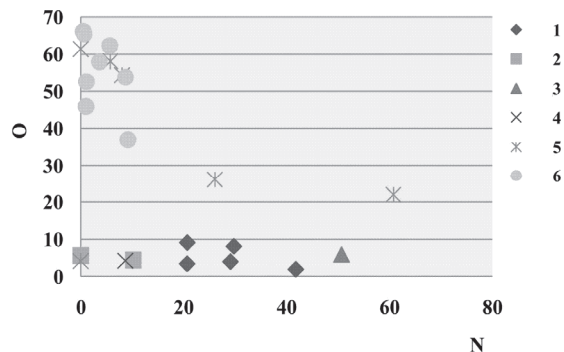
Зазначимо, що, згідно з теорією В. Ларіна [8], металізований шар розміщений на значно менших глибинах і його контакт з окисно-силікатним шаром відповідає межі С–В (400 км), на відміну від моделі М. Семененка (2 800 км) [17].

Отже, на нашу думку, прояви флюїдизаційно-експлозивної діяльності різного типу супроводжуються транспортуванням глибокої речовини безпосередньо з глибокого шару, якому притаманний відновлений стан речовини. Це пояснює і характер нелінійної металогенії, що супроводжує флюїдизаційно-експлозивні процеси, і прояви некогерентної поведінки елементів. Цілком імовірно, що саме завдяки активному флюїдному режимові, який супроводжує металізовані геосфери, активно відбуваються ліквідаційні процеси. Саме ці процеси призводять до розщеплення (гетерогенізації) глибокої речовини на окремі металеві, сульфідні фази – явище, яке можна спостерігати за умов експерименту [18].

Важливим результатом дослідження є визначення значної кількості азоту як однієї з основних складових глибоких флюїдів (рис. 4).

Рис. 4. Вміст азоту й кисню (ат. %) у складі легких компонентів у сферулах (1–4) і магматичних породах (5, 6):

1 – рудні й силікатні сферули, шлакоподібні частинки експлозивного походження [4]; 2 – тектит-індошеніт; 3 – сферули (трубка “Айхал”) [10]; 4 – ультраужне скло (Захарівська ділянка, УЩ) [1]; 5 – газові включення в кварці (трубка “Удачна”) [6]; 6 – вулканіти Тихоокеанського поясу [12].



На відміну від азоту, водень у сучасних моделях трактують як важливу складову найбільш глибоких частин Землі, як головну складову трансмантіїних флюїдів. За умов надвисокого тиску він здатен утворювати порівняно нестабільні сполуки (гідриди), які впливають на геофлюїдодинаміку мантії. Хімічні властивості азоту дають підставу вва-

жати, що його сполуки за умов високого тиску також можуть відігравати визначальну роль у глибинних фізико-хімічних процесах. Наявні три типи сполук азоту з металами (нітридів): з іонним зв'язком (нітриди лужних і лужноземельних металів), ковалентним і металічним. Два останні утворюють стійкі сполуки з високою температурою плавлення. Нітриди металів першої та другої груп нестабільні, взаємодіють з водою, утворюючи гідроксиди й аміак. За умов високої температури нітриди металів п'ятої, шостої та восьмої груп розкладаються з утворенням вільного азоту або твердих розчинів азоту в металі. Відомо обмежену кількість нітридів переважно метеоритного походження, визначене телуричне походження мають сидеразот ( $\text{Fe}_5\text{N}_2$  – вулкани Етна, Везувій), осборніт ( $\text{TiN}$  – Східноприазовський блок УЩ, офіоліти Тибету, Китай [20]).

З воднем, окрім аміаку, азот здатний утворювати гідразин ( $\text{N}_2\text{H}_4$  – потужний відновник) та азотисто-водневу кислоту ( $\text{HN}_3$ ). Азотисто-воднева кислота та її солі (особливо важких металів) належать до вибухових речовин. Азиди містять велику кількість атомів азоту (наприклад,  $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ ); за правилом Ле-Шательє, їхньому утворенню сприяє високий тиск. Азот загалом має здатність до утворення вибухових речовин, причому як у випадках, де він виявляє електронегативні властивості (азиди), так і у випадках, коли він є електропозитивним (хлорид, йодид азоту та ін.). Дослідники схильні трактувати рух глибинних флюїдів як нерівномірно-імпульсний, спричинений вибуховими процесами: детонацією важких вуглеводнів [7], гідроекструзивними процесами [2], фреатомагматизмом [5]. З огляду на факт наявності азоту в глибинних геосферах та його хімічні особливості можна гіпотетично припустити, що сполуки азоту можуть бути чинником, який зумовлює глибинні експлозивні явища в безкисневому середовищі.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алмазоносные формации и структуры юго-западной окраины Восточно-Европейской платформы. Опыт минерогенеза алмаза / [Г. М. Яценко, Д. С. Гурский, Е. М. Сливко и др.]. – Киев : УкрГГРИ, 2002. – 331 с.
2. Анфилов В. Н. Гидроэкструзия – возможный механизм движения диапиров, куполов и мантийных плюмов / В. Н. Анфилов // Геохимия. – 2006. – № 8. – С. 873–878.
3. Бекеша С. Особливості морфології та внутрішньої будови мікросферул України / С. Бекеша, І. Яценко // Мінерал. зб. – 2010. – № 60, вип. 2. – С. 89–96.
4. Братусь М. Д. Состав флюидных включений в закаленных частицах из взрывных кольцевых структур и кимберлитовых трубок / М. Д. Братусь, В. И. Татаринцев, Б. Э. Сахно // Геохимия. – 1987. – № 11. – С. 1563–1568.
5. Ваганов В. И. Алмазные месторождения России и Мира (основы прогнозирования) / В. И. Ваганов. – М. : Геоинформмарк, 2000. – 371 с.
6. Зинчук Н. Н. Кимберлитовая трубка Удачная / Н. Н. Зинчук, З. В. Специус, В. В. Зуенко, В. М. Зуев. – Новосибирск : Изд-во Новосибирского ун-та, 1993. – 148 с.
7. Карпов И. К. Детонация в мантийных потоках тяжелых углеводородов / И. К. Карпов, В. С. Зубков, В. А. Бычинский // Геология и геофизика. – 1998. – Т. 39, № 6. – С. 754–762.
8. Ларин В. Н. Наша Земля (происхождение, состав строение и развитие изначально гидридной Земли) / В. Н. Ларин. – М. : Агар, 2005. – 242 с.



9. Лукин А. Е. О включениях природного соединения кальция и углерода в минеральных образованиях, связанных с внедрением суперглубинных флюидов / А. Е. Лукин // Доп. НАН України. – 2007. – № 1. – С. 122–130.
10. Маршинцев В. К. Природа сфероидных образований в кимберлитах. Следы космических воздействий на Землю / В. К. Маршинцев. – Новосибирск : Наука, 1990. – С. 45–57.
11. Матяш И. В. О газовой составляющей в некоторых мантийных породах Украины / И. В. Матяш, А. М. Калиниченко, Л. Ф. Пасальская // Геохимия и рудообразование. – 1980. – Вып. 8. – С. 98–102.
12. Моисеенко В. Г. Глубинные флюиды вулканизм и рудообразование Тихоокеанского пояса / В. Г. Моисеенко, В. Г. Сахно. – М. : Наука, 1982. – 191 с.
13. Никольский Н. С. Флюидный режим эндогенного рудообразования / Н. С. Никольский. – М. : Наука, 1987. – 200 с.
14. Особливості хімічного складу силікатних мікросферул з експлозивних та вулканогенно-осадових формацій України / С. Бекеша, І. Яценко, Н. Білик [та ін.] // Мінерал. зб. – 2011. – № 61, вип. 1–2. – С. 134–145.
15. Рябов В. В. Самородное железо сибирских траппов / В. В. Рябов, А. Л. Павлов, Г. Г. Лопатин. – Новосибирск : Наука, 1985. – 169 с.
16. Сандимирова Е. И. Магнитные сферулы из вулканогенных пород Курильских островов и Южной Камчатки / Е. И. Сандимирова, С. Ф. Главатских, С. Н. Рычагов // Вестник КРАУНЦ наук о Земле. – 2003. – № 1. – С. 135–139.
17. Семенов Н. П. Геохимия сфер Земли / Н. П. Семенов. – Киев : Наук. думка, 1987. – 160 с.
18. Шарапов В. Н. Экспериментальное исследование взаимодействия восстановленных газов с ксенолитами лерцолитов в кимберлитах / В. Н. Шарапов, М. П. Мазуров, В. А. Фалеев // Электронный Вестн. Отделения наук о Земле РАН. – 2009. – № 1 (27). – С. 1–3.
19. Шафрановский Г. И. Сфероиды из пород кимберлитовой трубки Катока (СВ Ангола) / Г. И. Шафрановский, В. Н. Зинченко // Федоровская сессия 2010 : междунар. науч. конф. : материалы. – СПб., 2010. – С. 63–66.
20. Qusongite (WC): A new mineral / Fang Qingsong, Bai Wenji, Yang Jingsui [et al.] // Amer. Mineral. – 2009. – Vol. 94, N 2–3. – P. 387–390.

*Стаття: надійшла до редакції 15.05.2012  
прийнята до друку 29.05.2012*

**VOLATILE COMPONENTS IN ENDOGENOUS SPHERULES  
AND THE PROBLEM  
OF FLUIDIZATE-EXPLOSIVE MANTLE ORE GENESIS****I. Yatsenko<sup>1</sup>, G. Yatsenko<sup>1</sup>, I. Naumko<sup>2</sup>, S. Bekesha<sup>1</sup>,  
N. Bilyk<sup>1</sup>, O. Shvayevskiy<sup>1</sup>**<sup>1</sup>*Ivan Franko National University of Lviv,  
4, Hrushevskiy St., 79005 Lviv, Ukraine  
E-mail: Yatsenko1941@list.ru*<sup>2</sup>*Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of NASU,  
3a, Naukova St., 79053 Lviv, Ukraine  
E-mail: naumko@ukr.net*

Comparative analysis of gaseous component content in volcanic rocks and spherules is made. The problem is of considerable interest in connection with the new data on the deep mantle origin of the spherules. The study confirmed existing ideas to increase the high-reduced fluids with depth. The increasing of the nitrogen content with the depth has been determined; its content is close to the content of the main component – hydrogen. We suggest a significant increasing of nitrogen's role at the deep levels of the Earth. Based on the results of the gas, mineral and chemical composition of the spherules we suggest that their formation is connected with hypogene processes occurring at the boundary of metal and oxide-silicate geospheres.

*Key words:* spherule, volatile components, fluidizate-explosive process, hypogene mantle fluid.

**ЛЕТУЧИЕ КОМПОНЕНТЫ В ЭНДОГЕННЫХ СФЕРУЛАХ  
В СВЯЗИ С ПРОБЛЕМОЙ ФЛЮИДИЗАТНО-ЭКСПЛОЗИВНОГО  
МАНТИЙНОГО РУДОГЕНЕЗА****И. Яценко<sup>1</sup>, Г. Яценко<sup>1</sup>, И. Наумко<sup>2</sup>, С. Бекеша<sup>1</sup>,  
Н. Билык<sup>1</sup>, А. Шваевский<sup>1</sup>**<sup>1</sup>*Львовский национальный университет имени Ивана Франко,  
ул. Грушевского, 4, 79005 Львов, Украина  
E-mail: Yatsenko1941@list.ru*<sup>2</sup>*Институт геологии и геохимии горючих ископаемых НАН Украины,  
ул. Научная, 3а, 79053 Львов, Украина  
E-mail: naumko@ukr.net*

Проведено сравнительный анализ содержания летучих компонентов в вулканических породах и сферулах в контексте новых данных об их глубинном, мантийном происхождении. Исследование подтвердило существующие представления о возрастании содержания восстановленных флюидов с глубиной. Вместе с тем установлено факт увеличения с глубиной концентрации азота, содержание которого приближается к содержанию основного компонента – водорода. Предположено значительное возрастание роли азота наряду с во-

дородом в геофлюїдодинаміці суперглибинного рівня. Основуючись на аналізі газового, мінерального і хімічного складу сферул і характеру супутуючих мінералоїдо-мінеральних образунків, зроблено передположення, що їх формування зв'язано з глибинними процесами на рівні границі металічної і окисно-сілікатної геосфер.

*Ключеві слова:* сферула, летучі компоненти, флюїдизатно-експлозивний процес, глибинний мантійний флюїд.