

О. ЛУКІН, О. ЛИСЕНКО, В. ЗАГНІТКО

НОВА МОДЕЛЬ ЗАРОДЖЕННЯ ЖИТТЯ

До найскладніших проблем природознавства належить, безумовно, проблема походження життя, або біопоезу. Нову його модель вдалося запропонувати завдяки відкриттю явища вторгнення у верхню частину земної кори глибинних вуглеводнево-полімінеральних флюїдів.

Теорії самозародження різних живих організмів з неживої субстанції (мулу, твані, роси, гнилої органіки тощо) панували з часів Арістотеля до кінця XVI століття. Та здебільшого вони базувалися на марновірствах, недостовірних даних і помилкових дослідях. Велику роль у їх спростуванні відіграв науковий трактат Франческо Реді «Досліди із самозародження комах» (1668). Але концепція самозародження найпростіших і бактерій проіснувала майже до кінця XIX століття. І лише знамениті експерименти Л. Пастера і Дж. Тіндалля остаточно довели неможливість зародження у звичайних земних умовах будь-яких організмів, включаючи мікроби, які є не результатом, а причиною процесів гниття. Подальші спроби відновлення цих уявлень, зокрема горезвісні лженаукові праці О.Б. Лепешинської та Г.А. Бошьяна, не мали успіху.

Крах концепції самозародження, проголошення принципів «клітина від клітини» (Р. Вірхов) або «живе тільки від живого» (Г. Гельмгольц та ін.) фактично зняли з порядку денного проблему походження життя. Більшість видатних природознавців кінця XIX — початку XX століть (Л. Пастер, Г. Гельмгольц, У. Томсон-Кельвін, С. Ареніус, В. Вернадський та ін.) виходили з уявлень про одвічне співіснування косної та живої матерії, роз'єднаних непереборною термодинамічною межею і якісно різним інформаційним рівнем (останнє стало повною мірою зрозумілим лише у другій половині XX століття після появи робіт Н. Вінера, Л. Брілюєна, А. Колмогорова, К. Шеннона та ін.). Уявлення про самозародження поступилися висунутій У. Томсоном-Кельвіним і розробленій С. Ареніусом концепції панспермії, основні положення якої поділяли Г. Гельмгольц, В. Вернадський, Н. Кольцов, Л. Полінг, І. Шкловський, Ф. Крік та багато інших видатних учених. Її позиції досить міцні і в наш час. Вони існують у вигляді запропонованого Ф. Кріком і Л. Оргелом (1973, 1981) новітнього варіанта — спрямованої панспермії, яка поєднує традиційні панспермічні уявлення (первісність існування життя як невід'ємного поряд з часом і енергією атрибуту матерії; реальність механізмів перенесення спор бактерій і вірусів у космічному просторі шляхом комбінованого впливу на міжзоряний пил рентгенівського, космічного та інших видів випромінювання, кометного і метеоритного факторів) із сучасними положеннями молекулярної біології і біохімії перехідних елементів (необхідність для здійснення основних життєвих функцій молібдену, хрому та інших металів-лігандів з дуже низькими земними кларками).

Після спростування можливості самозародження ніхто із серйозних дослідників — біологів, хіміків, геологів — протягом багатьох років не виявляв інтересу до проблеми походження життя як результату еволюції абіогенної речовини. Спроби наукового відродження принципу безперервності були зроблені О. Опаріним (1924, 1936), Дж. Холдейном (1928) і Дж. Берналом (1947). Основні положення теорії О. Опаріна загальновідомі. Переважають серед них уявлення про можливість (згідно з астрофізичними, порівняльно-планетологічними та історико-геологічними уявленнями

того часу) виникнення складних органічних передбіологічних сполук у певних умовах протоатмосфери і протогідросфери Землі. Вони стимулювали експериментальні дослідження Г. Юрі та С. Міллера. Саме останній у 1957 р. здійснив свій відомий дослід з отримання значної кількості складних органічних сполук, включаючи і найголовніші для білкового синтезу амінокислоти, внаслідок електричного розряду в газовій суміші водню, метану, аміаку. Ця суміш моделювала гаду ранньоархейську земну атмосферу. Той експеримент сприяв перетворенню проблеми, яка була поставлена О. Опарінім, Дж. Холдейном і Дж. Берналом, з суто уможлядної на науково-експериментальну.

Важливими віхами у розвитку молекулярно-еволюційного напрямку досліджень біопоезу стали опубліковані у 60—70-і роки минулого століття широковідомі капітальні монографії М. Кальвіна (1971), С. Фокса (1971), С. Поннамперуми (1975), М. Рутена (1972) та ін., а також фундаментальне дослідження Г. Вдовкіна (1967) щодо вуглецевих і вуглеводневих сполук у метеоритах. На відміну від цієї загальної ідеї теорія О. Опаріна та його численних послідовників про зародження життя шляхом поступової еволюції колоїдного розчину передбіологічних молекул з утворенням коацерватів як попередників клітини опинилася у глухому куті. По-перше, будь-якою тривалістю (а саме на неї поклали надії) не можна пояснити зародження з абіогенних колоїдів живих систем, функціонування яких, як відомо, відбувається всупереч другому началу термодинаміки (Е. Шредінгер, В. Енгельгардт, К. Трінчер та ін.). По-друге, поява найпримітивніших організмів за схемою колоїди—коацервати—клітини суперечить універсальному характеру генетичного коду, відкриття якого свого часу стало найважливішим молекулярно-біологічним аргументом на користь теорії панспермії.

Зв'язок процесу зародження життя з появою механізмів передачі спадкової інформації добре розумів Дж. Холдейн, який був не тільки фізіологом і біохіміком, а й насамперед генетиком. Тому у своїй класичній праці про можливість появи життя у ранньоархейському «первісному бульйоні» (саме Дж. Холдейн — автор цього популярного терміна) він писав про утворення не коацерватів, а макромолекул, здатних до самокопіювання. Розвиваючи уявлення Дж. Холдейна, Дж. Бернал (1932, 1957) припустив, що провідна роль у матричному «самоскладанні» передбіологічного субстрату з бризок «первісного бульйону» на субстраті ранньоархейського реголіту (прототипу кори вивітрювання) належить глинистим мінералам. Припущення Холдейна і Бернала разом з різноманітними експериментальними даними сприяли відродженню інтересу до проблеми самозародження життя з абіогенних сполук.

Від 1957-го (дослід С. Міллера) до середини 1970-х років кількість зарубіжних і вітчизняних робіт з цієї проблеми невпинно зростала. Під час моделювання процесів синтезу в уявній протоатмосфері (суміш вищевказаних газів у різних співвідношеннях) використовувалися найрізноманітніші джерела енергії (електричні розряди, жорстке ультрафіолетове, рентгенівське, радіоактивне випромінювання) і каталізатори (кварц та інші форми кремнезему, каолінит, монтморилоніти, магнезіальні силікати, різні перехідні метали, різноманітні комбіновані каталітичні системи). Це дало змогу одержати різні органічні, у тому числі і передбіологічні, сполуки, здійснити синтез основних складових ДНК і РНК із сахарів, фосфатів, азотистих основ. Більше того, японські дослідники (Р. Егамі та ін.) здійснили абіогенне складання ДНК з аденіну, гуаніну та інших поліфосфатів і складних каталізаторів.

Але спроби абіогенного синтезу білка в умовах «первісного бульйону» виявилися марними. Коли вміст води переважає 5—10 %, зв'язування амінокислот у білок, що, як відомо, супроводжується відщепленням молекул води, повністю гальмується. З другого боку, дані про склад газово-рідинних включень у найдавніших породах Землі —

катархейських кварцитах з ізотопним віком 3,5—4,0 млрд років (велика кількість вуглекислоти, аміаку, наявність соляної кислоти і фтористого водню, відсутність водню та метану) показали, що атмосфера у ранньому археї істотно відрізнялася від тих моделей, які на основі концепції О. Опаріна, Г. Юрі та їхніх послідовників використовувалися у досліджах С. Міллера та інших експериментаторів (переважання вуглекислоти, аміаку і води, незначний вміст метану та водню). До того ж, за всіх вищевказаних сценаріїв біопоезу (крім, можливо, експлозійно-вулканічного) випадкове спонтанне утворення і білка, і ДНК одночасно та в одному місці потребувало б неймовірних збіжностей.

Але головним каменем спотикання під час моделювання процесів походження життя залишаються фундаментальні термодинамічні теорії. Ще Ж. Ламарк вказував на те, що як функціонування живого організму, так і еволюційний процес у цілому суперечать законам термодинаміки. Ервін Шредінгер у своїй широковідомій книзі «Що таке життя з точки зору фізики» (1947) намагався пояснити це протиріччя тим, що біогенне зменшення ентропії супроводжується її зростанням у навколишньому середовищі. Принципово інше тлумачення термодинамічної парадоксальності феномена життя належить К. Трінчеру (1964), який вважав, що живі системи не підпорядковуються законам термодинаміки, оскільки походять від протоматеріальних систем, для яких такі закони не мали сили. Ця глибока думка повністю відповідає сучасним положенням термодинаміки нелінійних відкритих систем: самоорганізація у нерівноважних системах, утворення дисипативних структур тощо. Вона свідчить про те, що зародження життя можливе лише внаслідок потужної енергетичної флуктуації. Щодо цього не тільки теорія О. Опаріна з її сподіваннями на поступовість і колосальну тривалість процесу, а й обґрунтованіші з генетичного погляду уявлення Дж. Холдейна і Дж. Бернала не здаються переконливими. Що ж до експериментів С. Міллера та його послідовників, то електричні розряди і різні види короткохвильових випромінювань — це, певно, лише слабка подібність тих потужних енергетичних імпульсів, за яких можливе виникнення живих систем.

Великий інтерес викликають отримані в 70—80-і роки минулого століття дані Є. Мархініна та Н. Подклетова про синтез різноманітних органічних сполук, включаючи вуглеводні, синильну кислоту, сахари, азотисті основи та амінокислоти в експлозивних хмарах попелу під час виверження вулканів. Ці умови характеризуються поєднанням потужних теплових та електричних імпульсів з ультрафіолетовим випромінюванням, алюмосилікатними (за присутності домішок різних перехідних металів) каталізаторами. Але, незважаючи на безперечне значення цього відкриття, сам по собі «вулканічний сценарій» біопоезу викликає великі сумніви. По-перше, умови вулканізму на ранніх стадіях розвитку Землі докорінно відрізнялися від сучасних вивержень на Камчатці, Курилах, о. Балі, де проводилися ці дослідження. По-друге, тут ще проблематичнішими, ніж у вищезгаданих моделях процесів у первісних атмосфері і гідросфері, видаються як подальша доля передбіологічних сполук (існує висока ймовірність їх дисипації та швидкого згоряння), так і можливість біосинтезу білка з виникненням вірусів і перших клітин.

Таким чином, є певні підстави для песимістичної оцінки перспектив розв'язання проблеми походження життя на Землі. Тут доречно послатися на фундаментальну книгу «Світ РНК», яка аналізує її стан наприкінці ХХ століття. Випущена вперше у 1993 р. славетною американською лабораторією «Колд Спринг Харбор», керівником якої є Нобелівський лауреат Дж. Уотсон, вона начебто вказала на можливість виходу з глухого кута, в якому опинилися спроби розгадати загадку появи життя. Цьому сприяло відкриття Т. Чеха і С. Альтмана, які встановили спроможність РНК розрізати ДНК і з'єднувати її фрагменти в єдиний ланцюг у присутності фосфатно-органічних сполук. Це дало змогу припустити можливість виникнення нуклеотидних ланцюжків внаслідок випадкового поєднання

атомів і радикалів у первісному бульйоні. Але в другому виданні цієї книги (2000) переважають скептичні оцінки перспектив розв'язання проблеми походження життя. Так, Л. Оргел вважає, що спонтанне виникнення «архаїчної РНК» межувало б з дивом, а Т. Чех твердить, що така РНК «занадто складна для першої самовідтвореної молекули, здатної з'явитися без будь-якої підготовки, наче Афіна з голови Зевса».

Останніми роками розглядаються й інші можливі механізми виникнення біомолекул. Зокрема, слід назвати такі схеми біосинтезу, де увага приділяється не тільки визначенню ролі мінеральної матриці, а й процесові кристалізації. Це моделі репродукування самоподібних утворень, а також недавно розроблений Н. Юшкіним (1998) вуглеводнево-кристалізаційний варіант біосинтезу, який базується на вивченні волокнистих кристалів кериту з пегматитів Волині. Безперечний інтерес викликають ідеї Н. Бульєнкова (1991) про можливу роль гідратації як фактора матричного синтезу біополімерів, на основі яких Ю. Колясников (1995) припускає, що провідним чинником виникнення рацемічних передбіотичних сполук є первісно хіральною молекулярною структурою води. Нарешті, дуже перспективними є дослідження Л. Меклера і Р. Ідліс (1993) із стереокомплементарності амінокислот як основи генетичного коду.

Праці Дж. Бернала, А. Кернса-Сміта, Н. Бульєнкова, Л. Меклера та інших дослідників утворюють новий напрям розробок у галузі біопоезу, який доречно назвати кристалізаційно-фрактальним. Поряд із сучасним обґрунтуванням «принципу безперервності», тобто принципової можливості утворення біомолекул з найпримітивніших живих організмів абіогенним шляхом (праці О. Опаріна, Дж. Холдейна, Дж. Бернала, Г. Юрі, С. Міллера, М. Кальвіна, С. Поннамперуми, М. Рутена, С. Фокса та інших), і вченням про самоорганізацію у нерівноважних системах з утворенням дисипативних структур (І. Пригожин, Г. Ніколіс, Г. Хакен, М. Ейген та ін.) кристалізаційно-фрактальний аспект теж має неабияке значення для розв'язання проблеми біопоезу. Саме з ним пов'язана можливість пізнання природи того селекційного механізму, який забезпечив домінування певних хіральних асиметричних біомолекул над їх антиподами, що є найважливішою рисою життя. Але й тут немає відповіді на головне питання про природу тих енергетичних флуктуацій, які спричинили Головний Стрибок від «речовини до істоти»¹.

Таким чином, резюмуючи результати теоретичних та експериментальних досліджень з проблеми походження життя, слід зазначити, що живі системи можуть утворюватися абіогенним шляхом лише в умовах взаємодії чотирьох основних передумов біопоезу: сумішей різноманітних органогенних і неорганічних компонентів, «критична маса» та асортимент яких достатні для синтезу не тільки передбіологічних сполук та «інформаційних молекул», а й для виникнення структур типу рибосом, які здійснюють синтез білка; субстратів з широким діапазоном каталітичних властивостей (композиція різноманітних алюмосилікатних і кремнеземних матеріалів, модифікованих домішками перехідних металів) і потужних енергетичних імпульсів, тобто флуктуацій, здатних забезпечити перехід від дисипативних структур до впорядкування живих систем; різноманітних екологічних ніш, які б підтримували існування і розвиток протоорганізмів.

Жодна з існуючих гіпотез походження життя не задовольняє такі умови. Найвразливішим місцем переважної більшості з них є відсутність досить потужних енергетичних флуктуацій. Що ж до вулканічного сценарію біопоезу, то він практично повністю ігнорує питання про наявність умов для збереження і розвитку протоорганізмів.

Усіх згаданих вище недоліків позбавлена запропонована нами нова модель біопоезу, яка базується на відкритті явища вторгнення у верхню шарувату частину земної кори

глибинних вуглеводнево-полімінеральних флюїдів. Вони зумовлюють утворення специфічних ін'єкційних форм локалізації темнокольорової пелітоморфної полімінеральної речовини (ТППР). Ця речовина локалізується у стилізованих тріщинах природного гідравлічного розриву, а також рясно ін'єкціює всі послаблені поверхні, пов'язані з мікро- та тонкою шаруватістю, літогенетичними діаклазами тощо (рис. 1).

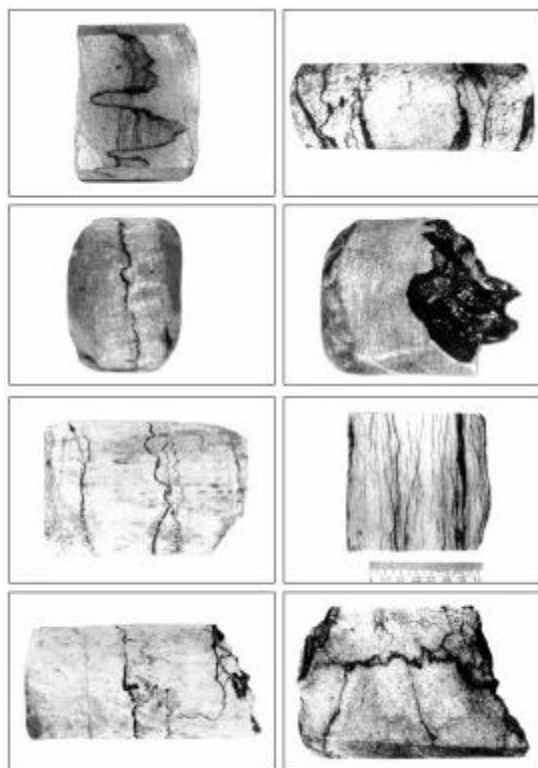


Рис. 1. Ін'єкційні форми ТППР у стилізованих тріщинах природного гідравлічного розриву порід різних нафтогазоносних регіонів.

Дані рентгеноструктурного аналізу, інфрачервоної спектроскопії, а також електронної мікроскопії свідчать про велику мінералогічну різноманітність і погану окристалізованість ТППР (ультрамікроскопічні розміри мінеральних складових, велика роль аморфних і напівморфних фаз). Вона містить тверді вуглецеві (антраксоліт—графіт—шунгітові фази з різними домішками) та глинисті (гідрослюди політипів, коалініт, дикіт, хлорити, смектити), а також різні сульфіді і велику кількість інших мінералів (магнезіальні силікати, давсоніт, апофіліт, цеоліти), включаючи недиагностовані фази.

З ТППР пов'язана так звана некогерентна геохімічна асоціація, що є унікальною як за різноманітністю асортименту сидеро-, літо- і халькофільних елементів, так і за аномально високими концентраціями багатьох з них. Так, максимальний вміст у ТППР титану сягає 6,5 %, цирконію — 1,7, барію — 0,65, урану — 0,25, хрому — 0,05, бору — 0,04, лантану — 0,03, цезію — 0,025, ніобію — 0,02, торію — 0,015, золота — 0,01, ртуті — 0,0016 %. Як бачимо, у цій асоціації поєднуються геохімічні риси лужного та ультраосновного мантійного магматизму і глибинних гранітотворних трансмагматичних розчинів (Д. Коржинський). Така геохімічна асоціація нагадує карбонатити і кімберліти, а ще більше — лампроїти — глибинні породи, які в останні роки, після відкриття багатого алмазного родовища трубки Аргайл у Західній Австралії, привернули до себе увагу не тільки як кімберлітове джерело алмазів, а й як чи не найглибинніша з усіх відомих у наш час вивержених порід. Ця подібність, зокрема, підтверджується підвищеним вмістом у ТППР магнію (до 2 %) і калію (до 1,2 %) за істотного переважання відповідно над кальцієм (до 0,5 %) і натрієм (до 0,15 %). Але загалом геохімічна асоціація ТППР багатша на породи

лужно-основної формації порівняно з лампроїтами і кімберлітами. За асортиментом елементів вона нагадує вуглисті хондрити, але має ще більші (до 50—60 %) концентрації органічного вуглецю. Тут доречно підкреслити, що серед макроелементів (до категорії яких у цій незвичайній речовині потрапили також титан і цирконій) поряд з вуглецем і кремнієм (до 15 %), алюмінієм (до 12 %) присутні азот (до 3 %), сірка (до 2 %), водень (органічний і неорганічний — по 1%), фосфор (до 1 %) тощо.

Таким чином, до складу висхідного флюїду, з вторгненням якого пов'язане утворення ін'єкційних вкраплень ТППР, входив безпрецедентно широкий асортимент елементів. Саме це і забезпечило автокаталітичні властивості системи (формування різних алюмосилікатів, наявність високих концентрацій Co, Ni, Zr, Ti, Nb, Au та ін.), її підвищену радіоактивність, а також цілий діапазон біоелементів, необхідних для синтезу практично всіх «біомолекул».

Виникає закономірне запитання: що є джерелом цієї дивовижної субстанції і які механізми формування її вкраплень у породах? Уже вищенаведених геохімічних особливостей досить для висновку про безперечний зв'язок флюїдів, що утворили ін'єкції ТППР, з аномальною недеплетованою мантією. Про це однозначно свідчать дані ізотопних досліджень.

Для визначення джерела ТППР-утворюючих флюїдів найцікавішими є дані про ізотопний склад стронцію та неодимію (дослідження виконані на мас-спектрометрі МІ-1201-АТ в Інституті геохімії, мінералогії і рудоутворення НАН України). Співвідношення $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ виявилось тут таким же, як у лампроїтах Західного Кімберлі в Австралії, для яких доведено зв'язок з процесами мантійного метасоматозу, зумовленого надходженням флюїдів з нижньої мантії. Це дає змогу визначити вік ТППР — 3,6 — 3,4 млрд років.

Уперше такі вкраплення ТППР вдалося виявити у Дніпровсько-Донецькій западині (ДДЗ) у 1968—1978 рр., коли істотно зросла глибина пошуково-розвідувального буріння. Вони були рясні і дуже різноманітні за морфологією стилолітових швів і товщиною плівок. Знаходили їх, починаючи з рівня 3800 метрів до глибини 5500—6000 метрів і більше, у кварцових пісковиках і кристалічно-зернистих вапняках нижнього карбону ДДЗ. Саме під час вивчення цих вкраплень встановили ін'єкційний (а не розчинно-залишковий, як то часто спостерігається на стилолітах) їх характер та зв'язок з тріщинами природного гідравлічного розриву. Були зафіксовані надзвичайно специфічні риси мінералогії, геохімії та мікробудови ТППР.

Згодом аналогічні утворення знайшли у кварцових пісковиках середнього девону і карбонатах нижнього палеозою Печоро-Колвинського авлакогену (на глибинах понад 3000 м), у кам'яновугільних і девонських вапняках і доломітах Прикаспійської западини (понад 3500 м), у тріасових (Уренгойська надглибока свердловина — від 5000 м і глибше) і нижньоюрських (Середньоширотне Приоб'я — від 2500 м) пісковиках та гравелітах, верхньокрейдяних вапняках Криму і північно-західного шельфу Чорного моря (500—4500 м).

В останні роки ін'єкції ТППР виявили у тріщинах гідророзриву і брекчіях дроблення у різновікових (докембрій — мезозой) магматичних і метаморфічних порід. Вони були присутні у різноманітних тріщинах і порожнинах поряд з іншими мінеральними та бітумними генераціями. Ареали «зараженості» порід різновікових нафтагазоносних комплексів вищевказаних регіонів характеризуються, з одного боку, максимальною інтенсивністю нафтагазонакопичення (найбільші родовища, найвища щільність ресурсів вуглеводнів), а з другого — сукупністю сейсмічних міток літосфери, типових для

аномально-мантійних явищ (плюми, мантийний діапїризм). У переважній більшості нафтогазоносних басейнів світу глибина буріння не сягає того рівня, на якому з'являються ін'єкції ТППР. Але географія районів їх проявів досить велика і різноманітна за геотектонічними умовами, тому можна визнати цей зв'язок закономірним.

Про масштаби вмісту ТППР у породах різновікових комплексів свідчить найбільш вивчена Дніпровсько-Донецька западина, де щільність глибокого (понад 3500—4000 м) буріння найбільша в Євразії. Тут це явище спостерігається в центральній частині западини, яка характеризується максимальним здійманням поверхні Мохоровичича (до 35—30 км), підвищеною подрібненістю астеносферного блоку та іншими прямими і опосередкованими ознаками мантийного діапїризму, встановленого та всебічно вивченого багатьма відомими українськими геофізиками і геологами (В. Сологуб, А. Чекунов, В. Старостенко, Ю. Оровецький, В. Гавриш, В. Козленко, С. Красовський та ін.).

Починаючи з глибини 3800 м (± 100 м), плівки та примазки ТППР, які докорінно відрізняються за речовим складом від бітумів, не тільки рясно ін'єкціують міцні кварцові пісковики та вапняки, а й буквально пронизують дуже поширені тут у глибокозанурених нижньокам'яновугільних відкладах тонко- і мікроперешарування. Порівняно високий ступінь геолого-геофізичної вивченості глибинних комплексів центральної частини ДДЗ дав можливість закартувати тут масив (у формі циліндру) нижньокам'яновугільних порід, мінімальні площа та висота якого відповідно 100 км^2 і 2 км. І хоча на ТППР припадає від 0,01 до 0,1 % потужності вмісних порід (місцями ця частка істотно більша), великі масштаби вторгнення відповідних вуглеводнево-полікомпонентних флюїдів (мільярди м^3) цілком очевидні.

Унікальність геохімічної асоціації ТППР полягає у тому, що вона, так би мовити, поєднує у собі всі відомі геохімічні аномалії, пов'язані з різноманітними гідротермальними проявами твердих бітумів, мінерально-вуглеводневими парагенезами лужних і ультраосновних магматичних порід (включаючи карбонатити, кімберліти), а також нафту різної металогенічної спеціалізації. Водночас вона дуже подібна до геохімічної асоціації вуглистих хондритів, а також до таких похідних аномальної мантиї, як лампроїти, які інтенсивно вивчаються останніми роками через їх петрологічне значення та алмазоносність.

Це свідчить про безумовний зв'язок ТППР з флюїдами аномально-мантійного лужно-ультраосновного магматизму. Ізотопно-геохімічні дослідження цілком підтверджують його глибинну природу. Причому вивчені ізотопні параметри ТППР характеризуються дивовижною сталістю. Так, ізотопний склад як органічної, так і сульфідної сірки, цілком відповідає метеоритно-троїлітовому стандарту. Водень істотно обважнений порівняно з органічною речовиною і нафтидами вмісних порід, цілком відповідаючи вуглеводневій речовині вуглистих хондритів, як відомо, дуже збагачений дейтерієм (дані Г. Юрі, Г. Вдовикіна, А. Маракушева та інших дослідників). Кисню у карбонатній складовій ТППР мало порівняно з іншими генераціями карбонатів вмісних порід. Його тут стільки, скільки містять карбонати лужних магматичних порід і карбонатитів. За ізотопним складом ТППР близька до самородного свинцю Челекєну та свинцю гарячих розсолів Червоного моря. Значення «валового» вуглецю всіх вивчених проб ТППР практично однакові, певно, відбиваючи його усереднені характеристики. Ширше варіює ізотопний склад органічного вуглецю. Він істотно відрізняється від ізотопного складу вуглецю нафт, бітумів, вугілля та розсіяної органічної речовини вмісних порід і водночас цілком «укладається» в діапазон значень вуглецю у метані мантийних газових потоків (дані Г.І. Войтова та ін.).

Найпоказовіші з генетичної точки зору відомості про ізотопний склад стронцію і геохімію рідкісноземельних елементів. За їхнім розподілом та ізотопним складом стронцію ТППР найближчі до лампроїтів з трубок вибуху Західного Кімберлі (Австралія).

ТППР — найдавніші з усіх відомих архейсько-нижньопротерозойських магматичних і метаморфічних порід фундаменту ДДЗ та суміжних геоструктур (вік найдавніших архейських сірих гранітів Середньопридніпровського блоку Українського щита сягає 3100—3200 млн років) і всіх інших регіонів. Це дає змогу припустити, що речовина, яка утворила ТППР, відокремилася від мантиї у ранньому археї.

Оскільки система «ядро—мантия» (з появою нижньомантийних плюмів) виникла близько 3,6—3,8 млрд років тому, є всі підстави припускати, що інтенсивні імпактозумовлені викиди флюїдів відбувалися в археї і протерозої. При цьому масштаби та характер їхніх проявів були, природно, зовсім іншими, ніж на рубежі крейди і палеогену. Тоді існувала потужна континентальна кора з розвиненою стратисферою, а в більшості великих осадових басейнів уже сформувалася катагенетична зональність, і вторгнення цих флюїдів відбувалося на глибинах, близьких до сучасних. Є підстави припускати також велику роль імпактозумовлених викидів глибинних вуглецьвмісних полікомпонентних флюїдів в історії розвитку інших планет та їх супутників, в утворенні вуглистих хондритів.

Отже, формування ін'єкцій ТППР на межі крейди і палеогену можна розглядати як модель надзвичайно важливого, раніше не вивченого процесу. Тому великий інтерес викликають усі супутні явища, виявлені під час вивчення речовинного складу і мікроморфологічних особливостей ТППР. Поєднання полімінеральності й поганої окристалізованості дали змогу віднести ТППР до так званих заморожених сумішей, які виникають внаслідок надзвичайно швидких і різких знижень тисків (від кількох кбар майже до вакууму в момент гідророзриву пласта) й температур (від понад 1000°C до менше 100°C). «Заморожування» нерівноважних високотемпературних мінералоутворюючих флюїдів — явище досить поширене у тих гідротермальних родовищах, що формувалися з глибинних флюїдів в умовах, близьких до тих, які існують на земній поверхні. Але його прояви у ТППР незрівнянно яскравіші і різноманітніші. Тут спостерігається співіснування зовсім різних мінералогічних фаз, котрі утворюються за несумісних термодинамічних умов.

Термодинамічна парадоксальність мінеральної асоціації ТППР дала можливість одному з авторів цієї статті (О. Лукіну) виділити новий тип природних мінеральних асоціацій під назвою пригожинітів — на честь одного із засновників термодинаміки нелінійних відкритих систем лауреата Нобелівської премії І. Пригожина.

Різко нерівноважний характер цієї асоціації перебуває у повній відповідності з ультрамікроморфологічними особливостями ТППР, які, зокрема, характеризуються поєднанням різноманітних мікрокристалічних агрегатів з великою кількістю «натічних» (глобулярних, волокнистих, волокнисто-глобулярних, вусо- і гіфоподібних) форм. Їх наявність зумовлена імпульсним вакуумуванням тріщинних порожнин під час гідророзриву. Підтвердження колосального перепаду тисків під час вторгнення флюїдів у тріщини гідророзриву — широкий діапазон розмірів ультрамікроскопічних крапельподібних утворень. Таке інтенсивне дроблення флюїду можливе лише за гранично великих значень числа Вебера — співвідношення тиску газу на момент впорскування і поверхневого натягу рідини, яка з нього конденсується².

Таким чином, формування ТППР — унікальна природна модель утворення мінерально-органічних агрегатів з глибинних флюїдів в екстремальних термодинамічно

нерівноважних умовах, яке супроводжується складними і різноманітними кінетичними явищами — аж до проявів різних форм самоорганізації. Про це свідчить наявність у ТППР, по-перше, проблематичних біоподібних утворень типу «організованих елементів» (коацерватоподібних силікатних «крапель» з вуглецевою оболонкою, гіфоподібних структур тощо), виявлених у вуглистих хондритах (рис. 2). По-друге, тут були відкриті різноманітні амінокислоти (АК), а також порфірини та інші «передбіологічні» сполуки. При цьому, на відміну від вулканічно-попільної органіки, у ТППР відсутні вільні АК. Усі вони тут пов'язані з гідролізом пептидних ланцюжків, які утворюють мікроглобулярні структури. У кожній з 22 проб ТППР з різновікових (девон—верхня крейда) порід різних регіонів виявлені підвищені концентрації амінокислот. При цьому встановлений повний спектр білкових АК за значних варіацій співвідношень між кислими, нейтральними і основними.

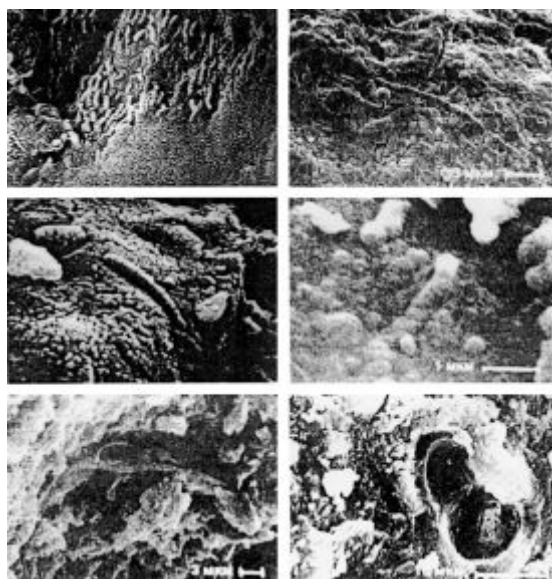


Рис. 2. Електронно-мікроскопічні знімки метеоритів — вуглистих хондритів (за Р. Гувером, С. Жмуром, О. Розановим, А. Фолсомом та ін.).

Оскільки умови формування ТППР виключають асиміляцію біогенних органічних сполук висхідними глибинними флюїдами з порід стратисфери, залишається припустити, що вони були синтезовані саме під час гідророзриву завдяки специфічним термодинамічним умовам (ідеться, як уже зазначалося, про миттєве зниження тиску до вакууму і різке охолодження за наявності різноманітних органічних сполук, металоорганічних комплексів, вільних радикалів у висхідному глибинному флюїді). До всього цього додалися і автокаталітичні фактори: «свіжі» поверхні розриву кварцу, карбонатів та інших мінералів вмісних порід; аномально високі концентрації каталітично високоактивних металів (включаючи перехідні елементи, яким після відомих досліджень Ф. Егамі, Л. Оргела, Ф. Кріка надається особливе значення у процесі зародження життя); мікроагрегати пластинчастих, голчастих і спірально-волокнистих силікатних та вуглецевих мінералів, що могли виконувати функції матриць під час складання «біомолекул».

Усе це дало змогу І. Пригожині розглядати ці нерівноважні дисипативні системи як можливий тип природних реакторів, де синтезувалися передбіологічні сполуки і молекули життя ³.

Притаманні цьому типу природних реакторів умови синтезу (відновний характер флюїдів, велика роль вуглеводневих сполук тощо) незрівнянно сприятливіші для зародження

біомолекул, ніж у вулканічних реакторах (Е. Мархінін). Слід також враховувати, що на ранніх стадіях розвитку Землі та інших планет (включаючи експлозійні руйнування «батьківських тіл» метеоритів) існували передумови безпосередньої взаємодії цих систем і з «первісним бульйоном» мілководних водоймищ, і з депресіями океанічного дна, і з реголітами (прототипами кори вивітрювання), а також з іншими можливими структурами, необхідними для зародження життя, про які йдеться у працях Опаріна, Холдейна, Бернала, Юрі, Міллера, Горовіца, Сагана, Фолсома та інших.

Можливо, саме імпактнозумовлені експлозійні викиди високоентальпійних вуглецьвмісних флюїдів з надр різних планетних тіл і утворюють той самий універсальний механізм, подальше вивчення якого дасть змогу об'єднати концепцію панспермії і «принцип безперервності» у проблемі походження життя. А це означатиме новий крок на шляху до розв'язання цієї проблеми, філософські аспекти якої охоплюють такі категорії, як сутність життя, критерії «живого» і «неживого», існування позаземних цивілізацій. Розшириться система уявлень, необхідних для розуміння закономірностей розвитку біосфери, природи імунітету та онкогенних вірусів, суті канцерогенезу, причин виникнення глобальних епідемій та багатьох інших аспектів життя людини.

О. Лукін, О. Лисенко, В. Загнітко

Нова модель зародження життя

Резюме

Викладено теоретичні засади сучасних уявлень про походження життя, або біопоез. Проаналізовано причини краху концепції самозародження живих організмів з неживої субстанції. На підставі конкретних теоретичних та експериментальних досліджень обґрунтовано нову модель біопоезу, яка базується на відкритті явища вторгнення у верхню шарувату частину земної кори глибинних вуглеводнево-полімінеральних флюїдів.

О. Lookin, O. Lysenko, V. Zagnitko

New Model of Life Origin

Summary

Theoretical substantiation of the modern ideas about life genesis or biopoesis is represented. The causes of the conceptions crash as for the living organism self-generation from inanimate substance were analyzed. The new model of biopoesis grounded on the phenomenon discovery with respect to deep (abyssal) hydrocarbon-polymineral ectoplasm intrusion into the upper stratified part of the earth crust was founded on a basis of specific theoretical and experimental investigations.

© ЛУКІН Олександр Юхимович. Доктор геолого-мінералогічних наук. Завідувач відділу Інституту геологічних наук НАН України (Київ).

ЛИСЕНКО Ольга Борисівна. Кандидат геолого-мінералогічних наук. Старший науковий співробітник Інституту геохімії навколишнього середовища НАН України і МНС (Київ).

ЗАГНІТКО Василь Миколайович. Доктор геолого-мінералогічних наук. Завідувач відділу Інституту геохімії, мінералогії і рудоутворення НАН України (Київ). 2002.

¹ [\[до тексту\]](#) Лукин А. Е. Инъекции глубинного углеводородно-полиминерального вещества в глубокозалегающих породах нефтегазоносных бассейнов: природа, прикладное и гносеологическое значение // Геол. журн.— 1999. — №4. — С. 7—22.

² [\[до тексту\]](#) Лукин А.Е. Литодинамические факторы нефтегазонакопления в авлакогенных бассейнах. — К.: Наук. думка, 1997. — 240 с.

³ [\[до тексту\]](#) Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. — М.: Недра, 1979. — 512 с.