

УДК 551

**МІНЕРАЛЬНІ НОВОУТВОРЕННЯ В КОНКРЕЦІЯХ-СЕПТАРІЯХ:
ГЕНЕЗИС, ДЖЕРЕЛО РЕЧОВИНИ,
ТЕОРЕТИЧНЕ І ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ЇХНЬОГО ВИВЧЕННЯ**

П. Заріцький

*Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна
61077 м. Харків, пл. Свободи, 4
Факс (052) 705-12-61*

З'ясування генетичної природи вторинної мінералізації в конкреціях-септаріях, крім теоретичного, може мати і практичне значення. Тому головну увагу сконцентровано на обґрунтуванні саме пізньодіагенетичного походження мінералів у контракційних тріщинах конкрецій. Зроблено такий висновок: треба застерегти від виникнення псевдоілюзій, коли будь-яку знахідку так званих типово гідротермальних мінералів у конкреціях (зокрема, сульфіди важких металів, барит, дикіт) можна розглядати як розшукову ознаку рудопроявів або родовищ поліметалевих руд.

Ключові слова: конкреції-септарії, вторинна мінералізація, генезис, перерозподіл, стадії літогенезу, розшукова ознака.

Проаналізуємо детально важливі і ще багато в чому такі дискусійні питання: про час виникнення септарних (контракційних) тріщин у тілах конкрецій, час заповнення їх мінеральними новоутвореннями (пірит, галеніт, сфалерит, халькопірит, мілерит, барит, дикіт, кварц, кальцит, хлорит та ін.) (більшість уважає – катагенез), про джерело мінеральної речовини (тіло конкреції, вмісні породи або навіть гідротермальні розчини), парагенетичність та послідовність мінералоутворення, перетворення окремих септарних мінералів у процесі літогенезу й метагенезу тощо.

Діапазон поглядів з усіх цих питань настільки широкий навіть у спеціальній літературі, що можна говорити про недостатнє вивчення цього явища [1–10].

А тому головну увагу зосередимо на обґрунтуванні саме пізньодіагенетичного походження мінералів у септарних тріщинах. Регіональне поширення мінеральних новоутворень у конкреціях-септаріях як на площі, так і в розрізі карбону Донбасу, відсутність будь-якого зв'язку типових септарних тріщин у тілах конкрецій з тріщинами у вмісних породах, наявність у вторинних мінералах лише низькотемпературних однофазових рідинних включень, бідний набір та вміст у них мікроелементів, приуроченість деяких мінералів до певних стратиграфічних горизонтів – усе це свідчить, на нашу думку, про регіональну причину утворення септарних мінералів. Такою причиною є перерозподіл (редепозиція) речовини через мулові розчини в осадах у стадію діагенезу з формуванням конкрецій та їхньої септарної будови на ранній його стадії, а вторинних мінералів – на пізній стадії.

Лише у випадках, коли вмісні породи проходили стадію пізнього катагенезу і раннього метаморфізму (метагенезу), окремі вторинні мінерали адекватно змінювалися (каолініт або дикіт – у гідрослюду), що можна передбачити й урахувати під

час з'ясування первинної природи септарних мінералів. У рідкісних випадках, коли на конкреції-септарії накладалися первинні ореоли гідротермальних родовищ, можливе (і це також описано нами в Донбасі) формування в контракційних тріщинах, крім звичайних пізньодіагенетичних мінералів, також і мінералів гідротермальних (наприклад, кіноварі або дикіту). Проте в цьому разі тріщини не виклинюються, як звичайно септарні, до периферії тіла конкрецій, а перерізають як тіло конкрецій, так і породу, що їх уміщує, тобто є провідниками гідротермальних розчинів.

Час виникнення септарної будови конкрецій. Наголосимо, що за формою конкреції-септарії в цілому не відрізняються від конкрецій тих же груп, які не мають септарної будови і мінеральних новоутворень. Однак інколи за зовнішнім виглядом їх усе ж можна відрізнити. Це стосується лише тих конкрецій-септарій, контракційні тріщини яких не виклинюються, як звичайно, до периферії конкрецій, а проривають цілком тіло конкреції і на її поверхні утворюють полігональний рисунк, який нагадує панцир черепахи.

Звичайно вважають, що септарні тріщини виникають у разі зменшення об'єму вихідної колоїдної речовини конкрецій унаслідок дегідратації та перекристалізації (Richardson, 1919; Пустовалов, 1940; Зарицький, 1956, 1957, 1959; Швецов, 1958 та ін.). На нашу думку, таке старіння й дегідратація конкрецієтворної колоїдної речовини відбувається саме в ранньому діагенезі за високого обводнювання вмісних осадів. Така дегідратація починається з поверхневого шару конкрецій, який швидко літифікується (тужавіє), і подальше зменшення об'єму головної (центральної) частини тіла конкреції відбувається з утворенням серії контракційних тріщин і порожнин, що практично не приводить до зміни зовнішньої форми і розміру конкрецій [1, 5].

Деякі автори розглядають септарну будову конкрецій як наслідок епігенетичних процесів (Халифа-Заде, 1962), з чим ми не можемо погодитися. До того ж, септарна будова характерна для конкрецій з алевритово-глинистих порід, тоді як у піщаних породах конкреції-септарії практично не трапляються, що можна пояснити формуванням конкрецій у них зі справжніх розчинів "в обхід" колоїдного стану конкрецієтворних мінералів.

Форма міграції, джерело речовини, мінеральні парагенезиси і час утворення вторинних мінералів. Виникнення в контракційних тріщинах і порожнинах конкрецій різних мінералів пов'язане із вторинними щодо конкрецієутворення процесами, які зумовлені надходженням мінералізованих розчинів після утворення септарної будови. Спочатку можлива перекристалізація стінок тріщин. Під мікроскопом іноді можна спостерігати поступовий перехід криптокристалічного тіла конкрецій до явнокристалічних вторинних мінералів, який супроводжується збільшенням розмірів кристалів-зерен і зміною буруватих зерен перекристалізованої стінки тріщин білими чи безбарвними кристалами-зернами, що вирости після того, як стінки тріщин покрилися кіркою забарвлених домішками зерен. Утворення великих безбарвних (для прозорих мінералів) чи непрозорих рудних мінералів у серединних частинах тріщин і порожнин пов'язане не з перекристалізацією тіла конкрецій, а з підтіканням розчинів із осадів, що вміщують конкреції. У випадках перекристалізації стінок тріщин простежується відповідність складу конкреції та мінерального заповнення тріщин скорочення: в анкеритових конкреціях – анкерит, у кальцитових – кальцит, баритових – барит (Зарицький, 1958), целестинових – целестин (Зарицький, 1959) та ін. Проте ми ніколи не спостерігали, щоб серед вторинних мінералів найпоширеніших залізо-карбонатних конкрецій траплявся сидерит

чи магній-сидерит, тобто конкрецієутворювальні мінерали. Повсюдний розвиток вторинного кальциту в тріщинах скорочення як кальцій-, так і залізо-карбонатних конкрецій, на нашу думку, пояснюється тим, що іон кальцію незалежний від Eh і менше залежний від рН середовища. Зростання значення рН у пізньому діагенезі сприяє випаданню вуглекислого кальцію, тоді як енергійна міграція заліза виникає лише в ранньому діагенезі за високої концентрації CO₂ в мулових розчинах і знижених значень рН. Іншими словами, мінеральні новоутворення в конкреціях-септаріях формуються в нових геохімічних умовах, які суттєво відрізняються від умов раннього діагенезу, коли утворюються карбонатні (та інші) конкреції від суто кальцитових через змішанокарбонатні до суто сидеритових, що відображає фаціальний характер осадів, що їх уміщують.

Значний матеріал, який маємо з Донецького басейну, спостереження та збори, зроблені нами у вугільних басейнах Кладно й Остраво-Карвінському (Чехословаччина), Верхньо- і Нижньо-Сілезьких басейнах (Польща), а також у деяких басейнах Шотландії та Північної Англії, Китаю та Росії дають нам підставу категорично спростувати уявлення про те, що в сидеритових конкреціях “ніколи не простежувалось виділення кальциту” і що “кальцит міг виділятися лише в кальцитових або змішаних конкреціях, але тільки не в сидеритових” (Виталь, 1959). Однак кальцит у сидеритових конкреціях не є результатом перекристалізації стінок тріщин, а його утворення цілком пов’язане з підтіканням розчинів ззовні. Те ж стосується і всіх інших септарних мінералів (карбонатів, сульфідів, сульфатів, оксидів, силікатів).

Очевидно, що матеріал для формування вторинних мінералів унаслідок виклинування контракційних тріщин у напрямі до периферії тіл конкрецій надходив у вигляді справжніх водних розчинів дифузійним способом. Кристалізація зі справжніх розчинів, як відомо, сприяє утворенню кристалічної структури і навіть монокристалічних виділень, що і простежується в септарних мінеральних новоутвореннях. Крім того, яснокристалічна структура і монокристалічність вторинних мінералів свідчать про їхнє утворення з розчинів низької концентрації і протягом тривалого часу. А з урахуванням малої розчинності сульфідів важких металів, сульфату барію, силікатів можна припускати, які значні об’єми слабоконцентрованих розчинів знадобилися для утворення значних (помітних) їхніх скупчень у конкреціях-септаріях.

З огляду на це ми вважаємо малоімовірним уявлення Ф.М. Малиновського (1959) про те, що мінерали в контракційних тріщинах і порожнинах є результатом перерозподілу речовини в самих конкреціях. Мінеральні новоутворення в септарних тріщинах конкрецій Н.В. Свяжин (1955) також розглядав як просту “витяжку” із конкрецій, хоча і не наводив будь-яких аргументів на користь такого висновку. “Пізньоконкреційний комплекс” мінералів, за К.О. Барановим (1960), також виник із розчинів, відтиснутих у разі затвердіння та зменшення об’єму конкрецієутворювальної речовини. Такі уявлення простежуються (повторені некритично) і в пізніших працях (Хетагуров, 1968).

Результати наших досліджень суперечать цьому. Насамперед, об’єми розчинів, з яких утворилися значні (у мінералогічному сенсі) кількості малорозчинних вторинних мінералів, непорівнянні з тими об’ємами, які спроможна “відтиснути” гелева конкрецієутворювальна речовина в разі гістерезису. Точніше, повинно йтися не про об’єми розчинів як таких, а про кількість речовини в розчинах, необхідної для заповнення (у більшості випадків суцільного) об’єму тріщин і порожнин скорочен-

ня. Порівняльний мінеральний, хімічний і спектральний аналіз (а це сотні зразків) тіл конкрецій і мінеральних новоутворень у них не свідчить про прямий речовинний зв'язок між ними. В карбонатних конкреціях, наприклад, вміст Ba, Zn, Cu, Ni, Si, Al та інших елементів дуже малий, тоді як у септарних тріщинах і порожнинах містяться порівняно великі монокристалічні виділення бариту, галеніту, сфалериту, халькопїриту та інших мінералів. Річ у тім, що важкі метали не розсіюються внаслідок кристалохімічного відбору в ґратках поширених конкрецієтворних і новоутворених карбонатних або сульфідних мінералів заліза, а утворюють власні кристалічні фази (галеніт, сфалерит, халькопїрит, мілерит, барит та ін.), так характерні для пізньодіагенетичного комплексу мінералів септарних тріщин. Ще М.М. Страхов (1953) наголошував: чим менше кларк елемента, тим більшу роль відіграють процеси діагенезу у виникненні його осадових родовищ або, принаймні, його мінералогічних проявів.

З іншого боку, детальний аналіз (мінералогічний, хімічний, спектральний) конкрецій, узятих з одного і того ж місця, з септарною текстурою і вторинними мінералами та конкрецій без них засвідчив ідентичність їхнього складу щодо як конкрецієутворювальних мінералів, так і перелічених вище хімічних елементів. Іншими словами, не простежується ніякого збіднення цими хімічними елементами порівняно з конкреціями без вторинних мінералів. А тому нема ніяких підстав розглядати утворення вторинних мінералів, так би мовити, “за рахунок” конкрецій, у замкненій системі. До речі, завдяки вивченню сульфідноносних фосфоритових конкрецій Поділля Є.К. Лазаренко (1947) й О.П. Фурман (1953) дійшли висновку про інфільтраційне утворення вторинних мінералів у них.

Перерозподіл речовин у тілах конкрецій справді відбувається, однак він призводить не до утворення кристалічно-зернистих мінералів у септарних тріщинах, а до виникнення мікроконкрецій, розсіяних у масі провідного конкрецієутворювача. Прикладом є поширені мікроконкреції дисульфїду заліза в карбонатних конкреціях, а також мікроконкреції фосфатів кальцію в багатих на фосфор карбонатних конкреціях (Заріцький, 1956, 1957).

Усе це, на нашу думку, суперечить уявленню про синеретичну природу розчинів для новоутворених септарних мінералів. Вони виникають з інфільтраційних справжніх розчинів за сприятливих умов вільного простору контракційних тріщин і порожнин.

Треба також з усією впевненістю наголосити, що нема будь-якого зв'язку описуваного мінералоутворення з гідротермальною діяльністю, хоча польські автори думають інакше [8]. Я. Войцеховський [7], полемізуючи з нами [9], продовжував наполягати на гідротермальному генезисі сфалериту й анкериту в карбонатних конкреціях Ленчиці (Польща). На жаль, головним аргументом цей автор вважає те, що описані ним септарні мінерали “типово гідротермальні”. Полігенетичність багатьох сульфідів важких металів, не кажучи вже про інші мінерали (кварц, барит, дикіт, хлорит), – сьогодні безсумнівний факт [7–10].

Ми вважаємо також, що нема ніяких підстав визначати “генетичні взаємовідношення” мінералоутворення в конкреціях-септаріях з гіпотетичними “телетермальними процесами” (Баранов, 1961).

Вирішення питання про генезис мінеральних новоутворень у конкреціях-септаріях може мати і суто практичне значення. Деякі автори вважають можливим вико-

ристання знахідок сульфідів важких металів, бариту, дикіту в септарних тріщинах як розшукової ознаки гідротермальних поліметалевих руд.

У випадку розгляду питання про генезис мінералів септарних тріщин, крім термометричних досліджень, важливо вивчити й особливості їхнього хімізму з урахуванням даних про набір і вміст мікроелементів у мінералах визначеного походження: осадово-діагенетичного чи гідротермального [4]. Особливу увагу треба приділяти поширенню ртуті, оскільки гідротермальні жильні й рудні мінерали відрізняються саме високим її вмістом. Важливо також знати типові парагенезиси мінералів септарних тріщин, щоб використати нехарактерні для них мінерали (кіновар, наприклад) як індикатори гідротермального процесу. Такий випадок ми описали в Північно-Західному Донбасі. Проте в цьому разі кіновар, дикіт і кальцит заповнювали не типові септарні тріщини, що виклинюються до периферії тіла конкреції, а тріщини, які як перетинають тіло конкреції, так і виходять за її межі в бічну породу.

Водночас конкреції з септарною будовою та не завжди суцільним заповненням тріщин пізньодіагенетичними мінералами є сприятливішими для локалізації і гідротермальних утворень, ніж бокові породи. Також і сама речовина конкрецій (найпоширеніших карбонатних) більше здатна до взаємодії з гідротермальними розчинами, ніж породи, що вміщують конкреції.

Справді, гідротермальна мінералізація супроводжується метасоматичним заміщенням тіла конкрецій (стінок тріщин) і наявністю тріщин, заповнених тими ж мінералами, що перетинають як конкреції, так і бічні породи. А тому легше макроскопічно виявити вторинну (у тім числі й гідротермальну) мінералізацію, якщо спостерігати, перш за все, конкреції-септарії. Однак така гідротермальна мінералізація розвинута в конкреціях, які розташовані на невеликій відстані від рудних тіл, тобто в межах первинних ореолів навколо них [6].

У випадку з'ясування генезису сульфідної мінералізації, як і будь-якої іншої, потрібно брати до уваги, крім зазначених вище особливостей, також і всю сукупність геологічної ситуації, умови залягання, частоту, її локальність чи регіональність, наявність і тип тріщинуватості тощо.

З нашими уявленнями про пізньодіагенетичну природу септарних мінералів, у тому числі й типово "гідротермального" дикіту (Зарицкий, 1956, 1957, 1959) погодилися чехословацькі дослідники (Povondra, Slansky, 1964), які описали дикіт у новому місці Кладно-Раковницького вугільного басейну. Дикіт з конкрецій-септарій цього басейну як пізньодіагенетичний мінерал ми схарактеризували раніше [2, 3].

На жаль, багато дослідників без достатнього обґрунтування традиційно зачисляють утворення вторинних мінералів у конкреціях-септаріях до різних етапів епігенезу (катагенезу) (Константинов, 1954; Сапожников, 1961; Коссовская, Шутов, 1957; Халифа-Заде, Аббасова, 1963; Копелинович, 1962; Логвиненко, Карпова, Шапошников, 1961; Skocsek, 1961 та ін.).

Отже, септарні контракційні тріщини та порожнини в тілах конкрецій виникали в ранньому діагенезі внаслідок старіння й дегідратації вихідної колоїдної речовини конкрецієутворювачів. Джерелом речовини для формування мінеральних новоутворень у конкреціях-септаріях є осади, що вміщують конкреції. Можливості десорбції та міграції в мулових розчинах хімічних елементів сприятливіші в діагенезі (навіть пізньому), ніж у катагенезі, після літифікації відкладів.

Вторинні мінерали в контракційних тріщинах і порожнинах утворюються в стадію пізнього діагенезу за достатнього ще для дифузії хімічних елементів обводнювання осадових порід, але в умовах дещо зміненої геохімічної ситуації в осадах, про що свідчить суттєва різниця хіміко-мінерального складу конкрецій і мінеральних новоутворень у них. А тому неправомірно ці утворення називати “пізньоконкреційним комплексом мінералів” або говорити про “пізньоконкреційне виділення конкрецієутворювачів”.

Виділення вторинних мінералів у конкреціях-септаріях за характером і масштабом є акцесорними (особливо це правильно щодо мінералів важких металів) унаслідок малої концентрації (через їхню малу розчинність та низький кларк) у пізньодіагенетичних мулових розчинах. Утворенню найменше розчинних сполук важких металів – сульфідів – сприяє наявність H_2S в мінералотворному середовищі в пізньому діагенезі.

Те, що нема будь-яких слідів впливу мінералізувальних розчинів на конкреції і породи, що їх уміщують, можна пояснити відносною рівновагою тих і інших. А це характерне для мулових розчинів, які закономірно, але мало змінилися до пізнього діагенезу, на відміну від розчинів гідротермальних.

Парагенетичні асоціації мінералів у контракційних тріщинах однакові, за винятком легко зрозумілого переходу дикіту в мусковітову гідрослюду в районах і товщах, які пройшли стадію пізнього катагенезу та початкового метаморфізму. Це, відповідно, свідчить про формування комплексу септарних мінералів до переходу осаду в породу, тобто в стадію діагенезу, хоча і пізнього. Зафіксований вище виняток (зміна деяких мінералів у катагенезі) лише доводить правильність такого висновку.

Зона катагенезу успадковує комплекс ранньодіагенетичних конкрецієутворювальних мінералів і пізньодіагенетичних мінералів септарних тріщин. Процеси мінералоутворення протягом катагенезу приводять до виникнення збідненої порівняно з діагенезом асоціації мінералів (пірит, кальцит) у катагенетичних тріщинах, які перерізають і конкреції з їхніми мінеральними новоутвореннями, і бокові породи.

Процеси пізнього катагенезу і раннього метаморфізму мало впливають на хіміко-мінеральний склад конкрецієтворних та новоутворених мінералів, що дає змогу реконструювати умови мінералоутворення в ранньому та пізньому діагенезі.

Регіональне поширення мінеральних новоутворень у конкреціях-септаріях, відсутність будь-якого зв'язку з диз'юнктивними порушеннями та зв'язку септарних тріщин з тріщинами у породах, що вміщують конкреції, наявність у мінералах лише низькотемпературних однофазових рідинних включень – усе це разом з викладеними вище доказами свідчить про холодноводну природу мінералотворних розчинів та суперечить уявленню про гідротермальний генезис такої мінералізації.

Треба застерегти геологів-розшуковців від виникнення псевдоілюзій, коли будь-яку знахідку так званих типово гідротермальних мінералів (сульфідів важких металів, бариту, дикіту, зокрема) можна розглядати як розшукову ознаку наявності в регіоні рудопроявів або родовищ гідротермальних поліметалевих руд. Для правильної оцінки значення мінеральних новоутворень у конкреціях-септаріях як генетичного чи розшукового індикатора необхідно і достатньо в кожному конкретному випадку вирішити питання про генетичну природу цих мінералів.

З мінералого-геохімічного погляду описаний нами в Донецькому басейні пізньодіагенетичний комплекс мінералів у карбонатних конкреціях-септаріях (за ви-

нятком деяких можливих деталей) є характерним (типовим) для палеозойських вугленосних відкладів узагалі.

1. *Зарицкий П.В.* Минеральные новообразования в конкрециях угленосных отложений западной части Донецкого бассейна // Докл. АН СССР. 1957. Т. 116. № 1. С. 131–134.
2. *Зарицкий П.В.* Диккит из конкреций-септарий угольного бассейна Кладно // Acta Universitatis Carolina. Geologica. 1963. N 3. P. 191–196.
3. *Зарицкий П.В.* Экзогенный диккит в конкрециях-септариях угольного бассейна Кладно (Чехословакия) // Минерал. сб. 1964. № 18. Вып. 4. С. 475–479.
4. *Зарицкий П.В.* Особенности химизма минеральных новообразований в конкрециях-септариях угленосных отложений Донбасса // Докл. АН СССР. 1966. Т. 167. № 2. С. 426–429.
5. *Зарицкий П.В.* О генезисе минералов в конкрециях-септариях и возможном использовании их как поискового признака рудных тел // Зап. Всесоюз. минерал. об-ва. Сер. 2. 1969. Ч. 98. Вып. 1. С. 108–113.
6. *Стариков В.С., Ольховский Г.П.* Конкреционные образования из аалленских отложений Северной Осетии и их значение // Тр. Северокавказ. горно-металлург. ин-та. 1961. Вып. 16.
7. *Wójciewowski I.* W sprawie genezy mineralizacji w konrecjach-septarjach // Przegląd Geol. 1968. N 1. S. 8–13.
8. *Wójciewowski J., Ziomek I.* O występowaniu sfalerytu w syderytach serii rudnej w Leczycy // Przegląd Geol. 1966. N 7. S. 5.
9. *Zarickij P.W.* O genezie minerałów w szczelinach kontrakcyjnych węglanowych konrecje-septarjów // Przegląd Geol. 1968. N 1. S. 6–7.
10. *Zarickij P.W.* O genezie minerałów w konrecjach-septarjach i możliwości ich wykorzystania jako wskaźnika w poszukiwaniu złóż rudnych // Przegląd Geol. 1969. N 12. S. 601–605.

**NEW MINERAL FORMATIONS IN CONCRETIONS-SEPTARIA:
GENESIS, SOURCE OF THE MATTER,
THEORETICAL AND PRACTICAL SIGNIFICANCE OF THEIR STUDYING**

P. Zarits'kyi

*V.N. Karazin National University of Kharkiv
Svobody Sq. 4, UA – 61077 Kharkiv, Ukraine
Fax: +38 057 7051261*

Investigation of secondary minerals genesis in concretions-septaria is important both theoretically and practically. Most attention is therefore concentrated on the late diagenetic genesis of minerals in the contraction cracks of the concretions. This leads to the conclusion: one should be warned against pseudo-illusions that appear when each finding of the so-called typical hydrothermal minerals in concretions (in particular, sulphides of heavy metals, barite, dikkite) may be regarded as indicator minerals of polymetallic ores.

Key words: concretion-septarium, secondary minerals, genesis, redeposition, stages of lithogenesis, indicator minerals.

Стаття надійшла до редколегії 02.09.2004

Прийнята до друку 15.11.2004