

УДК 548.231:552.124

НОМЕНКЛАТУРА І ГЕНЕЗИС СФЕРИЧНИХ МІНЕРАЛЬНИХ АГРЕГАТІВ

М. Куцевол

*Національний гірничий університет
49027 м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19
E-mail: ish-w@yandex.ru*

Розглянуто генезис сферолітових і конкреційних агрегатів мінералів кремнезему, які утворилися внаслідок процесів звігрювання. Запропоновано уточнити поняття конкреція, ооліт, сфероліт.

Ключові слова: сфероліт, конкреція, ооліт, мінеральний агрегат, генезис.

У геологічній літературі є низка термінів для позначення мінеральних агрегатів, що мають сферичну форму або близьку до неї. Ми не аналізуватимемо обґрунтованість уживання всіх цих термінів, а лише звернемо увагу колег-мінералогів на те, що брак сучасної термінологічної довідкової літератури з мінералогії часто призводить до неоднозначного тлумачення таких понять: сфероліти, ооліти, пізоліти, конкреції, мікроконкреції, а також наведемо деякі результати власних спостережень щодо будови, речовинного складу та механізму утворення таких агрегатів у корі звігрювання.

Різні автори по-різному тлумачать поняття конкреція. Навіть у підручниках для студентів геологічних спеціальностей вищих навчальних закладів [2, 7] конкреціями називають “близькі за формою до кулеподібних утворення кристалічних агрегатів з радіально-променевою будовою”. Насправді ж така внутрішня будова не типова для найпоширеніших конкрецій, і її треба вважати винятком, який потребує вивчення історії і механізму формування мінерального тіла, уточнення номенклатури.

В.І. Павлишин [11] зачисляє до конкрецій жовноподібні агрегати із різною будовою: зернистою, волокнистою, зонально-шкаралупчастою. Учений зазначає, що “коли конкреція має радіально-променеву будову, властиву сферолітам, ці поняття збігаються”, отже, що сферичну конкрецію з радіально-променевою будовою, нібито, можна назвати великим сферолітом.

Оолітами називають дрібні (до перших міліметрів) кулясті утворення зі шкаралупчасто-концентричною будовою. Водночас відомо, що розміри конкрецій становлять від часток міліметра до десятків сантиметрів [6]. З огляду на це ооліти можна зачислити до дрібних конкрецій.

Як бачимо, між термінами конкреція і ооліт, конкреція і сфероліт є невизначеність.

Ооліти і конкреції, зазвичай, розвинуті однаково в усіх напрямках, а сфероліти дуже часто, як мінімум, в одному напрямі мають спотворену форму. Це відбувається у тому випадку, коли вони зароджуються і ростуть на якомусь субстраті. Подіб-

но до кристалів, що ростуть на стінках порожнин під час гідротермального процесу (жили виповнення), сфероліти не розвинуті у напрямі підкладки.

Умови утворення (середовище кристалізації) повних сферолітів і “сферолітових кірок”, які формуються вздовж якоїсь поверхні, повинні відрізнятись. О.О. Годвіков та інші автори монографії “Агати” вважають, що як сфероліти, так і сферолітові кірки халцедону утворюються згідно з блоковим механізмом із пересичених колоїдних розчинів, які мають низьку в’язкість. Такі властивості середовища забезпечують необхідну умову кристалізації – “вільне переміщення блоків нуклеації” [3].

Справді, у таких умовах може відбуватися гетерогенне зародження халцедону на стінках порожнин і ріст на них неповних сферолітів з утворенням зон агатів. Однак власне сфероліти, тобто сферичні радіально-променеві агрегати можуть формуватись тільки тоді, коли вони не закріплені на стінках порожнини, а їхні зародження і ріст відбуваються в об’ємі середовища. Це можливе у випадку, коли середовище має високу в’язкість або є твердою речовиною.

Наприклад, простежено утворення повних сферолітів внаслідок розкристалізації аморфних речовин (зокрема, вулканічного скла), у випадку метасоматичного утворення мінералів, під час кристалізації сильно переохолоджених розплавів [9 та ін.], вирощування кристалів у гелях [1 та ін.]. Діаметр сферичних агрегатів у останньому випадку може сягати 0,5–1,0 см. У монографії “Агати” зазначено, що кварцин в агатах, які виповнюють порожнини базальтів і андезитів, не утворює сферолітів, а трапляється у формі їхніх сегментів. Проте у псевдоморфозах мінералів кремнезему по ангідритових конкреціях кварцин простежується у вигляді ізольованих повних сферолітів. Н.З. Євзікова описала сферичні агрегати преніту, який утворився в парагенезисі з іншими мінералами метасоматичним способом у базальті. Ці сфероліти, як і у випадках прямої кристалізації з розчинів або розплавів, утворювалися внаслідок розщеплення кристалів. Крім преніту, такий генезис і таку форму агрегатів мали й інші мінерали – гематит, цеоліти [5].

Під час дослідження агатів та інших самоцвітів групи кремнезему з кори звірювання ультрабазитів Середнього Побужжя ми вивчили їхню форму й особливості внутрішньої будови, що дало змогу зробити висновки щодо генезису мінеральних агрегатів. Виявилось, що різним самоцвітам властива певна форма мінеральних агрегатів. Агати та яшми пов’язані із жилами. У вигляді жовен (конкрецій) утворилася плазма – халцедон зі значним вмістом хлориту.

Особливу увагу привернув рідкісний текстурний різновид агату, малюнок якого зумовлений невеликими (діаметром до 2,5 мм) “кульками” білого кольору, ізольованими одна від одної. Кульки – це сферолітові агрегати кварцину, оточені халцедоном із неоднорідним ясно-бурим, оранжево-бурим забарвленням.

Для з’ясування генезису цього мінерального агрегату важливими є такі спостереження: сфероліти кварцину густіше розташовані вздовж тонких прожилків, що перетинають головну жилу; у центрах великих сферолітів за сильного збільшення можна побачити скупчення мікроскопічних зерен кварцу; забарвлення халцедону, який оточує кварцинові сфероліти, нерівномірне; халцедон утворює мікроскопічні сфероліти. За всіма переліченими фактами кристалізаційна історія описаного агату, мабуть, така. Порожнина (тріщина) у вилугуваній породі була заповнена колоїдним розчином кремнезему. Згодом надійшла невелика порція розчину гідроксиду заліза, що спричинило коагуляцію колоїдів і утворення гелю. Через якусь причину в поро-

ді з'явилися нові тріщини, крізь які знову почав надходити розчин кремнезему. З нього на скупченнях мікроскопічних зерен розпочалася кристалізація кварцу. У процесі росту його кристали розщеплювалися, утворюючи перисті агрегати волокнистих субіндивідів – кварцин. Кварцин ріс у радіальних напрямках, формуючи сфероліти, які завдяки високій в'язкості середовища перебували в "підвішеному" стані. З часом відбувалося старіння гелю і його розкристалізація, унаслідок чого утворився агрегат мікроскопічних сферолітів халцедону.

Досліджені нами конкреції мінералів кремнезему поширені не по всій площі кори звітрювання ультрабазитів. Вони містяться серед пухких продуктів звітрювання у зонах контактів та підвищеної тріщинуватості вихідних порід. У таких місцях простежено ланцюжкове розташування жовен уздовж лінії з крутим нахилом.

Розміри конкрецій становлять від 2 до 20 см у діаметрі, форма здебільшого округло-сплюснена. Трапляються групи "зліплених" жовен різного розміру.

Головними мінералами конкрецій є халцедон і опал. Халцедон розміщений у їхній центральній частині, а опал зовні, становлячи від 5 до 80 % об'єму. Халцедон представлений зернистими агрегатами лускуватих індивідів. Конкреції містять значну кількість майже мономінеральних включень, які зумовлюють забарвлення агрегатів. Хлорит визначає темно-зелений колір халцедону в плазмі, а вилугуваний хлорит – ясно-зелений колір опалових зовнішніх зон [8]; вермикуліт надає жовто-зеленого кольору окремим опаловим жовнам, монтморилоніт – білого, ясно-жовтого, а гетит – коричневого кольору. Гетит утворює дисперсні включення у монтморилоніті, а також псевдоморфози по ньому й вермикуліту.

У розрізі жовен неозброєним оком можна побачити, що мінеральні включення розподілені рівномірно і не мають орієнтації у просторі. Хлорит і монтморилоніт утворюють червоподібні зростки лускуватих індивідів (розмір цих агрегатів до 5×1 мм), вермикуліт – досить великі луски (до 4 мм). На поверхні деяких жовен плазми простежено опалові псевдоморфози по зростках хлориту у вигляді зігнутих "черв'ячків". Під мікроскопом у шліфах видно, що халцедон і опал містяться у просторі між індивідами й агрегатами названих вище силікатів, а також усередині цих агрегатів. Розміри "зерен" халцедону неоднакові в різних ділянках: у межах зростків хлориту індивіди халцедону набагато менші, ніж між ними (відповідно, 2–5 і 10–20 мкм).

Склад мінеральних включень залежить від просторового і гіпсометричного розташування конкрецій. Разом трапляються хлорит-халцедонові та хлорит-опалові конкреції, окремо від них – вермикуліт-халцедонові та гетит-халцедонові жовна.

Генезис описаних конкрецій можна пояснити так. Під час звітрювання водні розчини, які містили велику кількість кремнезему, інфільтрувалися з верхнього горизонту ультрабазиту в нижчі вздовж сприятливих для цього зон. До них належали і ділянки контактів ультрабазитів з гранітоїдами, де були розташовані метасоматити (слюдити і хлоритові породи). Перенасичені розчини кремнезему заповнювали пори у пухкому агрегаті і вступали у взаємодію з хлоритом, біотитом або іншими мінералами. Відбувалося їхнє часткове розчинення, а також висолування у межах їхніх зростків мінералів кремнезему, тобто утворювалися псевдоморфози халцедону й опалу по шаруватих силікатах. Вивільнення із мінералів деяких хімічних елементів у розчин спричинило зміну стану середовища мінералоутворення. Відомо, що за наявності іонів Al^{3+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} або гідроксидів цих та деяких інших

елементів різко знижується розчинність кремнезему [10]. Імовірно, унаслідок цього відбувалася коагуляція колоїду, він перетворювався на гель.

Експериментальні дослідження засвідчили [12], що після дегідратації подібних колоїдів утворювався гель, який містив аморфні частинки сферичної форми діаметром від 3 нм до 2 мкм, а також частинки “псевдополіедричної” форми аналогічних розмірів (таку форму обґрунтовували неупорядкованою агрегацією ультрамікроскопічних волокон). Ці факти пояснюють будову описаних агрегатів халцедону.

Якщо у гелі переважали сферичні частинки, то утворювався агрегат дрібних сферолітів (наприклад, як в описаному вище агаті). У гелі, з якого утворилися жовта плазма, переважали “псевдополіедричні” частинки, тому його кристалізація привела до появи агрегату зернистого халцедону. Розміри “зерен” халцедону у плазмі відповідають розмірам псевдополіедричних частинок коагуляту.

Завдяки високій в’язкості гель огортав індивіди і зростки мінералів субстрату. Коли сусідні плівки з’єднувалися, формувалася загальна поверхня майбутньої конкреції (форма поверхні підпорядковувалася дії сил поверхневого натягу).

Конкреції звичайно є частиною осадових гірських порід і в універсальній десятичній класифікації зачислені до розділу петрографія. Більшість дослідників вивчали ці мінеральні тіла з позицій літології.

Питання генезису конкрецій практично не вирішували за допомогою онтогенічного методу мінералогії, який дає змогу з’ясувати важливі деталі їхнього утворення.

Конкреції осадових порід звичайно містять включення сторонніх мінералів у незначній кількості. Наприклад, кремій майже цілком складається з SiO_2 (97–99 мас. %) [4]. На відміну від цього, досліджена нами плазма із конкрецій містить лише 85–87 мас. % SiO_2 з урахуванням кремнезему, що є в складі силікатних включень. У процесі утворення конкрецій відбувається заміщення мінералів субстрату. За механізмом утворення конкрецій можна порівняти з пойкилітами або метакристалітами залежно від того, який процес переважав під час їхнього росту (захоплення, огортання зерен субстрату або їхнє заміщення).

Процес росту конкрецій не завжди є збиральною кристалізацією. У деяких випадках речовина конкрецій на ранній стадії є аморфною фазою, а кристалізація відбувається на пізній стадії утворення цих сферичних тіл. Крім того, конкреції можуть утворюватися без “збирання” розсіяної речовини, безпосередньо із розчинів.

На відміну від конкрецій, сфероліти формуються під час розщеплення кристалів або у разі росту видовжених індивідів навколо точкового центра кристалізації, нерідко з проявом геометричного відбору. Щоб набути сферичної форми, цим агрегатам необхідні особливі умови. Утворення повних сферолітів можна порівняти із ростом метакристалів або прима-кристалів магми, тому що в цих випадках середовище кристалізації забезпечує всебічний розвиток індивідів (або радіальний ріст субіндивідів).

Умови утворення оолітів досить специфічні й відрізняються від умов формування конкрецій. Якщо оолітами вважати лише такі кулеподібні агрегати, які зароджуються і ростуть у рухомому середовищі (із гарячих джерел або в разі формування хомогенно-механічних осадів у прибережній зоні моря), то межа між поняттями ооліт і мікроконкреція стане очевидною. Під час формування оолітів мінеральна речовина, що утворюється, накопичується на якихось затравках: уламках сторонніх мінералів або навіть повітряних пухирців. Хомогенного заміщення мінералів

навоколишнього середовища, яке часто відбувається під час формування конкрецій, у цьому разі нема.

Отже, терміни конкреція, ооліт та сфероліт є історично вживаними, тому від жодного з них не можна відмовитися. Вони позначають схожі за виглядом мінеральні агрегати, головна відмінність між якими полягає в умовах і механізмі утворення, що не завжди беруть до уваги. Саме тому потрібно уточнити ці поняття на авторитетному зібранні фахівців з мінералогії та створити оновлений довідник з мінералогічних термінів.

1. *Асхабов А.М.* Процессы и механизмы кристаллогенеза. Л., 1984.
2. *Булах А.Г.* Минералогия с основами кристаллографии. М., 1989.
3. *Годовиков А.А., Ритинен О.И., Моторин С.Г.* Агаты. М., 1987.
4. *Дэна Дж., Дэна Э.С., Фрондель К.* Система минералогии. Т. 3. Минералы кремнезема. М., 1966.
5. *Евзикова Н.З.* Генезис сферолитовых агрегатов пренита в месторождениях исландского шпата // Генезис минеральных индивидов и агрегатов. М., 1966. С. 234–244.
6. *Зарицкий П.В.* Изучение аутигенной минерализации (особенно конкреций) осадочных пород и его значение для решения общегеологических и литологических вопросов // Минерал. журн. 2001. Т. 23. № 4. С. 67–71.
7. *Куровець М.І.* Кристаллографія і мінералогія. Ч. 1. Кристаллографія мінералів. Львів, 1996.
8. *Куцевол М.Л.* Минералогия и генезис плазмы из коры выветривания ультраабазитов Среднего Побужья // Минерал. журн. 1998. Т. 20. № 3. С. 33–39.
9. *Мазур В.И., Сердюк А.Г., Таран Ю.Н.* Эвтектическая кристаллизация при больших скоростях охлаждения // Рост и дефекты металлических кристаллов. К., 1972. С. 347–352.
10. *Мицюк Б.М., Горогоцкая Л.И.* Физико-химические превращения кремнезема в условиях метаморфизма. К., 1980.
11. *Павлишин В.І.* Основи морфології та анатомії мінералів: навчальний посібник. К., 2000.
12. *Педро Ж.* Экспериментальные исследования геохимического выветривания кристаллических пород. М., 1971.

**NOMENCLATURE AND GENESIS
OF SPHERICAL MINERAL AGGREGATES**

M. Kutsevol

*National Mining University
Karl Marx Av. 19, UA – 49027 Dnipropetrovs'k, Ukraine
E-mail: ish-w@yandex.ru*

The genesis of the spherulitic and concretion aggregates of the silica minerals, which have been formed due to the weathering, is examined. The author proposes to specify terms “concretion”, “oolite”, “spherulite”.

Key words: spherulite, concretion, oolite, mineral aggregate, genesis.

Стаття надійшла до редколегії 02.09.2004

Прийнята до друку 15.11.2004