

Роман ПАНЬКІВ

**МІКРОСТРУКТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ І ГЕНЕЗА  
СУЦІЛЬНОЇ ПРИХОВАНOKРИСТАЛІЧНОЇ СІРКИ  
ПЕРЕДКАРПАТСЬКИХ СІРЧАНИХ РОДОВИЩ**

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, м. Львів,  
e-mail [igggk@mail.lviv.ua](mailto:igggk@mail.lviv.ua)

Прихованокристалічна сірка є первісною і домінуючою у Передкарпатському сірконосному басейні. Вона представлена двома різновидами: тонкорозсіяною і суцільною, яка утворює компактні мономінеральні агрегати кристалічних часток. Їхня внутрішня мікроструктура вивчалася на електронному мікроскопі. Агрегати складені округлими, овальними і видовженими гранулами розміром 1-2 мкм, які мають заокруглені або звивисті контури і нерівну, часто пористу поверхню, деякі з них – химерної форми, деформовані і короновані. Сферичні і овальні пори розміром ~ 0,04 мкм (0,008 - 0,1), деякі спарені, є, ймовірно, бактеріального походження. Вони з різною густиною покривають деякі зерна. Пори були, ймовірно, заповнені реліктами материнських сіркотворних газово-рідких солянок. Спорадично трапляються у формі білих глобул (0,08 мкм) або видовжених включень (0,8x0,04 – 0,08 мкм) рештки бактерій. Деякі зерна містять тверді тонкі (0,06 – 0,17x0,7 мкм) включення гіпсу чи бариту, або вони розташовані між зернами сірки. Місцями зерна частково регенеровані і мають прямолінійні обмеження. Ділянками сірка складена нитками гранул (діаметром 0,04 – 0,1 мкм) бактеріальної генези. На поверхні сірчаних скупчень поширені своєрідні «кратери», які також, напевно, мають бактеріальне походження. Деякі з описаних структур подібні до виявлених у Польщі професором В. Рикою, хоча є і певні відмінності. Внутрішня структура агрегатів суцільної сірки наводить на думку про їхню бактеріальну генезу. Встановлено, що парагенними цій сірці є Барій, Стронцій, Аргентум, Молібден, Станум, Плюмбум, а також Селен, Телур, Арсен. Аналіз просторових взаємовідношень сірки з різними породами показує, що остання формувалась шляхом метасоматичного заміщення гіпсу і вапняку та шляхом гідrogenного заповнення порожнин.

Сірчані поклади Передкарпаття утворились шляхом інфільтраційно-метасоматичного заміщення товщі сульфатолітів за таких літологічних і геохімічних умовин:

Заміщенню підлягали верхня і середня частини товщі зернистих і гігантокристалічних гіпсолітів з домішкою осадового вапняку. Остання зумовила більше зростання проникності товщі при дорудній тектонічній активності і забезпечила буферність системи рудоутворення – утримування нейтрально-слабколужного середовища та її мозаїчність. Це зумовило наявну локалізацію руд в такому порядку: вгорі залягають вкраплені руди і руди з тонкорозсіяною сіркою, нижче – вкраплено-гніздові руди (по гігантокристалічних гіпсах); величина скупчень сірки зростає до подошви. В рудах поширені аналогі прибережних мікролітофацій гіпсолітів.

Газовий режим формування покладів був несталим у просторі і часі, про це свідчить різноманітний склад розсіяних у первинних сірчаних рудах ре-

літкових газів. Середній їхній склад такий (об. %):  $\text{CO}_2$  – 70,8,  $\text{N}_2$  – 21,5,  $\text{C}_3\text{H}_8$  – 2,9,  $\text{C}_2\text{H}_6$  – 1,9,  $\text{CH}_4$  – 1,7,  $\text{H}_2$  – 1,2. Відношення  $\text{CO}_2:\text{N}_2=3,3$ . Діоксид вуглецю утворився у процесі сульфатредукції – його вуглець ізотопно ідентичний вуглецю метану.

Енергетичним джерелом бактеріальної сульфатредукції у процесі рудоутворення був природний газ, при цьому в його складі зростає вміст  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}_2$ , ТВ. Отже, встановлено нове явище - парагенеза сірчаних покладів і проявів природного газу характерного складу. Останній є прогноною ознакою покладів сірки на глибині. Існує обернений зв'язок запасів сірки і газу у регіоні. Необхідні об'єми метану надходили із Зовнішньої зони та із антиклінальних структур на глибині. Відсутність гіпергенних вапняків за наявності сульфатолітів може свідчити про можливу їхню газонасність.

За реакцією  $\text{H}_2\text{S}+\text{O}_2\rightarrow\text{S}_8$  на утворення Язівського родовища необхідно 36 млн тонн кисню, а для його міграції –  $3071 \text{ км}^3$  інфільтраційних вод, що в 56 тисяч раз перевищує статичні запаси вод горизонту. За динамічними запасами вод – 34,5 тис.  $\text{м}^3/\text{добу}$  – на витрату такого об'єму вод потрібно біля 243 тис. років. Це може бути орієнтовною ознакою терміну утворення родовища сірки.

У процесі метасоматичного утворення маса речовини зменшується на 9,6 % при заміщенні ангідритолітів і зростає на 7,14 % при заміщенні гіпсолітів. Найрухоміші – вуглець, сірка, кальцій і кисень. Привносились, у формі метану, майже весь вуглець 7,4 % і сірка – 6,1-14,3 % у формі  $\text{H}_2\text{S}$ , виносився кисень – 15-18 %. Кальцій при заміщенні ангідриту виноситься – 5,3 %, при заміщенні гіпсу вноситься – 4,6 %, при заміщенні ангідритоліту вносились мікроелементи:  $\text{Sr}>\text{Ba}>\text{Mg}>\text{Ti}>\text{La}>\text{Cu}>\text{Sr}>\text{Ni}>\text{Cr}>\text{Pb}>\text{U}>\text{Mo}>\text{Co}>\text{Ga}$ . Найоптимальніше метасоматоз проходить по бімінеральних сульфатолітах.

Валова сірка руд ПСБ за ізотопним складом ( $\delta^{34}\text{S}=12,3 \%$ ) значно легша ніж сірка сульфатолітів, що зумовлено бактеріальною сульфатредукцією і привнесенням ізотопно легкої сірки у формі  $\text{H}_2\text{S}$ .

Первинна прихованокристалічна сірка Передкарпатського сірконосного басейну утворилася у середовищі підземних сірководневих хлоридних лужноземельнонатрієвих солянок ( $76-106 \text{ г}/\text{дм}^3$ ), що вміщують  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$ . Відповідно бактерії десульфовібріо десульфуріканс і Th. Thioparus були облігатно галофільними. Ймовірно їх джерело це седиментогенні солянки тираського часу. При формуванні покладів відбувалася еволюція складу речовин від солянок до маломінералізованих сульфатних кальцієвих вод.