

ДО ПИТАННЯ МІНЕРАЛОУТВОРЕННЯ ПІД ВПЛИВОМ ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНИХ ПОЛІВ

З другої половини ХХ ст. у геологічній літературі активно розвивається напрям, що розглядає закономірності природних процесів з використанням моделей електричного поля. Цьому сприяли успіхи в теоретичній петрології, досягнуті школою акад. Д.С. Коржинського. Г.Л. Поспелов враховував вплив електричних полів на процеси метасоматозу [1]. Вже не викликає сумніву роль електрохімічних процесів під час мінералоутворення, а саме: електрохімічні явища виникали в умовах формування зон окиснення, відновлення самородних елементів, перебігу окисно-відновних реакцій в ендегенних процесах, розчинення первинних мінералів під дією струму тощо [2].

Авторами статті раніше були проведені експериментальні дослідження з вивчення одночасного впливу теплового і електричного (електротермічних) полів на процеси мінералоутворення і перерозподілу рудних компонентів у золотовмісних метасоматитах зон катаклазу і мілонітизації Середньопридніпровського мегаблока Українського щита [3]. Загальним критерієм відбору зразків для досліджень була відсутність видимої під мікроскопом мінералізації благородних металів, яка була встановлена за результатами сцинтиляційного емісійного квантометричного експрес-аналізу (ЦАТД, Державний вищий навчальний заклад (ВНЗ) "Національний гірничий університет" (НГУ)). Після електротермічної обробки спостерігалась поява мікротріщинуватості в межах агрегатів кварцового прожилка з проявом контурів одиничних зерен і включень видимої мінералізації срібла в окремих кварцових зернах. Структурно-речовинні перетворення відбувалися лише за одночасної дії теплового і електричного полів. Просто нагрівання або тільки дія електричного поля не приводили до подібних результатів.

Для детальнішого вивчення процесів мінералоутворення і збірної кристалізації під впливом електротермічних полів авторами були продовжені експериментальні дослідження у цьому напрямі. Роботи проводили в лабораторії фізико-хімічних досліджень кафедри будівництва і геомеханіки Державного ВНЗ НГУ. Досліджуваний зразок встановлювали всередині циліндричного корпусу з нагрівальним елементом і затискали з торців стрижнями-електродами. Для створення надійного контакту між зразком і електродами поміщали мідну фольгу завтовшки

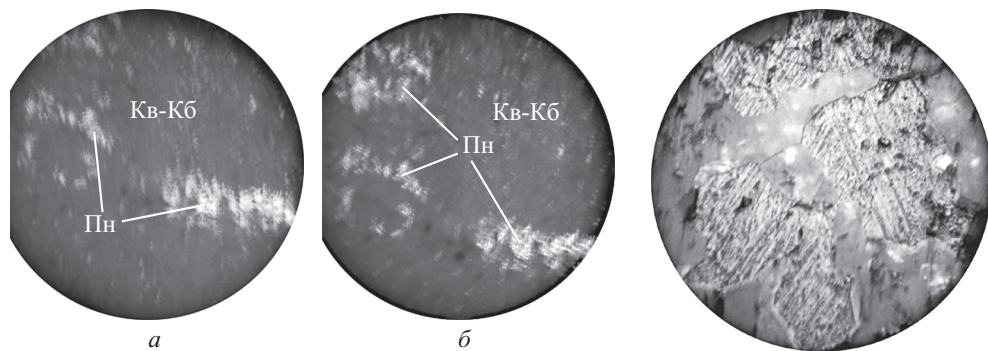


Рис. 1. Агрегати піротину в кварцовому сидеритоліті (Кв-Кб): *а* — до електротермічної обробки (зб. 200, світло відбите, без аналізатора); *б* — збірна рекристалізація агрегатів піротину (Пн) в кварцовому сидеритоліті після електротермічної обробки (зб. 200, світло відбите, без аналізатора)

Рис. 2. Агрегати новоутвореного неодигеніту по халькопіриту за типом гратчастих структур розпаду твердих розчинів після електротермічної обробки. Зб. 120, світло відбите, без аналізатора

0,25 мм, яку притискали із зусиллям 150—200 Н. Один з електродів виконаний з осовою порожниною, в якій розміщена платинородієва термопара, відградуйована з точністю до 5 °С. Напругу, що виникала на кінцях термопари, вимірювали вольтметром. Нагрівальний елемент — котушка з ніхромового дроту діаметром 1,2 мм, яка коаксіально суміщена з термокамерою. Кількість витків котушки $n = 24$, довжина котушки $l = 10$ см. У ланцюг нагрівального елемента за допомогою джерела струму подавали постійний струм, що генерував у зразку магнітне поле. Режим нагрівання і максимальну температуру зразка регулювали за показаннями амперметра і вольтметра. Для пропускання струму через зразок використовували джерело живлення постійного струму, за допомогою якого стабілізували режим за струмом ($I = 299$ мА) і напругою ($U_{\max} = 299$ В). Напругу на зразку і силу струму, що пропускали через зразок, вимірювали за допомогою вольтметрів.

Досліджували зразки, вирізані з керна або блоків гірських порід у вигляді паралелепіпедів з довгою стороною до 20 мм, короткою — 10 мм. Такий розмір вибирали з урахуванням можливостей установки і основної вимоги, що пред'являється до зразків, під час вимірювання електропровідності мінералів і гірських порід — розмір зразка гірської породи має у декілька разів перевищувати розміри зерен, оскільки інакше його не можна вважати показним через превалюючу роль окремих мінералів або їх випадкове поєднання, а також неоднорідності структури [4]. Робочі поверхні зразків шліфували, розбіжність у паралельності граней не перевищувала $\pm 0,1$ мм.

Досить цікавими виявилися результати електротермічної обробки фрагментів кварцових прожилків із зразка метасоматично зміненого кварцового сидеритоліту (з двома генераціями карбонату) і високим вмістом піротинової мінералізації. Вся рудна мінералізація сконцентрована у сидеритоліті, при цьому орієнтована під кутом до ранньої шаруватості породи, що є свідченням її епігенетичного утворення. Параметри обробки: температура до 450 °С, сила струму до 0,2 А, тривалість обробки 2,5 год.

У результаті проведених експериментальних досліджень встановлено виразний прояв процесу збірної кристалізації, а точніше рекристалізації, агрегатів піротину (рис. 1). Застосування цього терміна прийнятніше, оскільки на

відміну від збірної кристалізації, що характеризує явище укрупнення зерен за термальній перекристалізації в твердому стані, без попередніх деформацій, під терміном “рекристалізація” (або повторна кристалізація) розуміємо укрупнення і зростання зерен в інтенсивно деформованому матеріалі, що в нашому випадку підтверджується проявом структурних ознак мікродеформацій порід. За зіставлення мікрофотографій, зроблених до і після термоелектричної обробки, відзначено появу додаткового новоутвореного мінерального агрегату з кристалів піротину в лівій частині аншлифа (рис. 1, а, б).

В іншому зразку, з більшим вмістом халькопіритої рудної мінералізації, після електротермічної обробки (одночасні нагрівання до 350 °С і пропускання струму силою до 0,25 А протягом 1,5 год) на ділянках халькопіриту спостерігали появу новоутворених мінеральних агрегатів, які за результатами мінераграфічних ознак відповідають неодигеніту (за даними П. Рамдора [5], — суміші халькозину і ковеліну). Особливу увагу привертає характер поширення неодигеніту за типом ґратчастих структур розпаду твердих розчинів (рис. 2). Механізм утворення мінеральних агрегатів неодигеніту потребує вивчення із залученням електронно-мікроскопічного обладнання після обробки більшої кількості зразків. Нами появу неодигеніту відзначено лише у двох зразках метасоматично змінених порід, тому ці відомості наведено як виявлені закономірності, які потребують подальшого вивчення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Поспелов Г.Л.* Парадоксы, геолого-физическая сущность и механизмы метасоматоза. — М.: Наука, 1973. — 355 с.
2. *Хайретдинов И.А.* Введение в электрогеохимию. — М.: Наука, 1980. — 255 с.
3. *Рузина М.В., Билан Н.В., Соболев В.В.* Экспериментальные исследования влияния электротермических полей на процессы перераспределения минерального вещества золотосодержащих метасоматитов // Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр: Материалы IX Междунар. конф., Москва (Россия) — Котону (Бенин), 13—19 сент. 2010 г. — М.: РУДН, 2010. — С. 478—481.
4. *Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Кожевников Д.А.* Петрофизика. — М.: Недра, 1991. — 368 с.
5. *Рамдор П.* Рудные минералы и их сростания / Под ред. А.Г. Бетехтина. — М.: Изд-во иностр. лит., 1962. — 1132 с.