

## **ІСТОРІЯ НАУКИ**

УДК 548.4:082.2

### **ФЕНОМЕН УСПІХУ ТЕРМОБАРОГЕОХІМІЇ МИКОЛИ ЄРМАКОВА (ДО 100-РІЧЧЯ ВІД НАРОДЖЕННЯ)**

**Г. Кульчицька, Д. Возняк, Д. Черниш**

*Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М. П. Семененка НАН України,  
просп. акад. Палладіна, 34, 03142 м. Київ, Україна  
E-mail: igmr@igmof.gov.ua*

Учення про флюїдні включення в мінералах як новий науковий напрям у генетичній мінералогії, що пізніше отримав назву термобарогеохімія, нерозривно пов'язане з іменем професора Львівського й Московського університетів Миколи Порфіровича Єрмакова. Хоча вивчення включень у мінералах тривало давно, бурхливий розвиток нової науки розпочався у другій половині ХХ ст. Перша група дослідників включень створена у стінах Львівського університету, де протягом 1945–1951 рр. працював М. Єрмаков. Успішна робота цієї групи і вихід у світ монографії М. Єрмакова “Исследование минералообразующих растворов” дали старт широкомасштабному розвитку нового наукового напрямку, який дуже швидко вийшов за межі Львова, охопивши простори Радянського Союзу, а згодом і зарубіжжя. Із десятка термінів, якими називали або пропонували називати нову науку, найширше прижився термін, запропонований Миколою Порфіровичем, – термодинамічна геохімія (термобарогеохімія).

Причин небувалого розмаху термобарогеохімічних досліджень декілька. Цьому сприяли зовнішні умови, організаторські здібності фундатора термобарогеохімії, а найголовніше – застосування для дослідження електронагрівальної камери. Примітивний устрій камери забезпечив їй найширше використання, а отримані дані дали змогу перетворити флюїдні включення в мінералах на самореєструвальні термометри. Удосконалення методів дослідження включень розширило кількість отримуваних числових характеристик мінералоутворювального процесу. Термобарогеохімія перетворилася на точну науку, яка спирається на фактичні дані, отримані з мірою і числом, експериментом і аналізом. Усе це зробило дослідження включень респектабельною галуззю.

*Ключові слова:* Микола Порфірович Єрмаков, флюїдні включення, термобарогеохімія, термокамера Єрмакова.

Розвиток нового наукового напрямку в мінералогії, що пізніше отримав назву термобарогеохімія, нерозривно пов'язаний з іменем Миколи Порфіровича Єрмакова. Предметом дослідження нової науки стали включення в кристалах мінералів, насамперед рідкі й газово-рідкі, що їх розглядали як частинки того середовища, у якому виріс кристал. Термін *термобарогеохімія* також належить Миколі Єрмакову.

**Історія вивчення включень.** Вивчення включень у мінералах розпочалося задовго до М. Єрмакова. Основоположником нової науки поправу вважають Генрі Кліфтона Сорбі, члена Лондонського королівського товариства. Дехто веде літочислення ще з часів появи трактату “Мінералогія, або Книга зведень для пізнання коштовностей” (1038) хорезмського придворного вченого Абу Алі Райхана Біруні (ал-Біруні) (рис. 1). Ал-Біруні, виявивши у кристалах смарагду, рубіну й гірського кришталю чужорідні домішки типу пухирців повітря і крапель води, трактував їх як доказ “походження прозорих мінералів шляхом затвердіння рідин” [1]. Однак основи термометричного методу реконструкції умов мінералоутворення заклав Г. Сорбі (рис. 2) у середині XIX ст. Аналітичний огляд його праць детально зробив Ф. Сміт [14].

Це був час бурхливого вдосконалення мікроскопічної техніки і початку промислового випуску мікроскопів на заводах К. Цейса. Широко залучаючи мікроскоп для спостережень, Г. Сорбі навіть прославився деякими удосконаленнями. Він не лише описав включення, що трапляються в різноманітних природних і синтезованих мінералах, а й дослідив закономірності утворення включень у вирощених ним кристалах солей, виявив залежність між швидкістю росту кристала, розміром включень та їхньою кількістю. Учений вимірював розширення водних розчинів різного складу й концентрації, нагріваючи їх у запаяних трубках, і визначив константи їхнього розширення. Він вивчив вплив тиску на розмір газового пухирця та вивів рівняння залежності між відносним розміром газового пухирця, температурою й тиском. Генрі Сорбі, зробивши висновок, що пухирець у включеннях утворюється внаслідок стискання рідини зі зниженням температури (отже, співвідношення води й пари у включенні можна використати для визначення температурних умов утворення кристала), заклав підвалини термометричного методу. Доповідь, з якою він звернувся до Лондонського наукового товариства у 1858 р. [16], взято за початок відліку розвитку цього методу в геології. Учений завершив доповідь такими словами: “Я довів, що не існує обов’язкового зв’язку між розмірами явища та його значенням, і хоча описані мною зразки малі, висновки, що треба зробити зі спостереження над ними, – великі” (переклад наш. – Г. К.) [14, с. 16].



Рис. 1. Абу Алі Райхан Мухаммад ібн Ахмад ал-Біруні (973–1048).

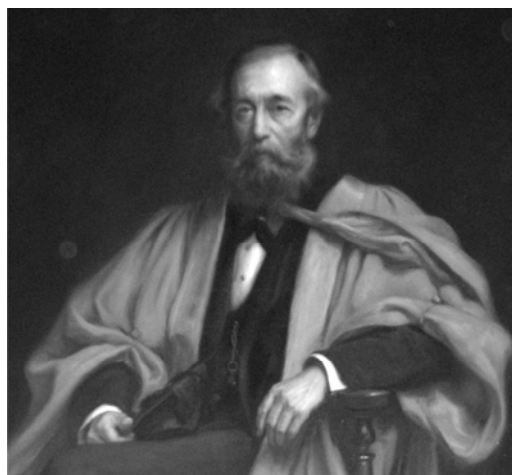


Рис. 2. Генрі Кліфтон Сорбі (Henry Clifton Sorby) (1826–1908).

Г. Сорбі зробив такі висновки також не на порожньому місці. До цього вже було відомо, що тиск газу у включеннях може бути меншим і більшим від атмосферного, отримано дані про його склад із включень у кам'яній солі. Окрім води й сольових розчинів, у включеннях виявлено скло, нафту, бітуми, рідкий  $\text{CO}_2$ . Пріоритет діагностики рідкого  $\text{CO}_2$  належить Д. Брюстеру, який тривалий час (1923–1963) досліджував “два нові незмішувані флюїди у кавернах мінералів”. Публікація доповіді Г. Сорбі спонукала до нового витка досліджень включень у мінералах, про що свідчить різке збільшення повідомлень на цю тему (рис. 3).

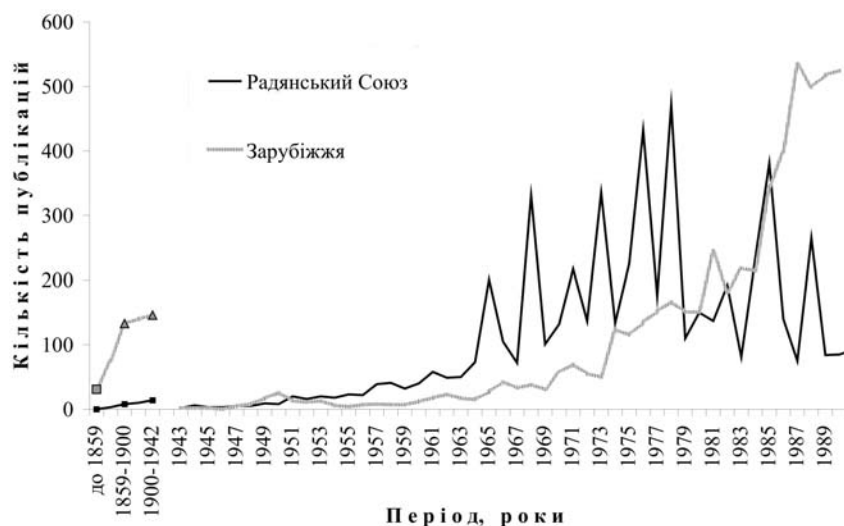


Рис. 3. Динаміка зростання кількості публікацій з термобарогеохімії у Радянському Союзі й зарубіжжі (за даними [4, 14] і наступних щорічних (з 1972 по 1993 рр.) бібліографічних випусків “Включення растворов и расплавов в минералах”). У нижньому лівому кутку графіка – дані для Російської імперії та довоєнного Радянського Союзу.

Ще один висновок Г. Сорбі: що кристали з водними включеннями утворилися з води, а з включеннями скла – із вулканічних розплавів, дуже сподобався нептуністам і плутоністам, які використовували його як аргумент у протистоянні. Тому поява статей на кшталт “Про водяне походження гранітів” (А. Вуyson, 1881) не викликала здивування в наукових колах. Такого типу праці, а також відсутність необхідної фізико-хімічної бази і деякі неточності, яких допустилися фундатори методу, призвели до його дискримінації серед петрографів. Мало минути майже 100 років, щоби спостереження Г. Сорбі набули цінності. Однак це не означає, що термометричний метод був повністю відкинтий. З 1859 по 1900 рр. у Старому й Новому світі публікували в середньому три статті в рік, і такі самі темпи збереглися в наступні 48 років – з 1900 по 1942 рр. Паралельно з розширенням геологічних досліджень збільшувалася кількість наукових праць, що стосувалися фізико-хімічних властивостей природних флюїдів – наукової бази для обґрунтування нового методу реконструкції умов мінералоутворення.

У Російській імперії кількість праць про включення за цей період на порядок менша: вісім праць відомо до 1900 р. і 14 після нього (див. рис. 3). Початком термобарогеохімічних досліджень у Росії, як уважав М. Єрмаков [4], стала праця А. Ауербаха, опублі-

кована в Записках Мінералогічного товариства [2]. Характеристика цієї та інших раритетних праць міститься у доповненні, зробленому Г. Леммлейном до книги Ф. Сміта [14]. А. Ауербах, описуючи включення в кристалах топазу, припустив, що дрібніші порожнини можуть бути наслідком перекристалізації великих. З погляду сьогодення, він перший висловив думку про розшнування включень. Заслужують на увагу також дослід А. Карпінського (1870), якому вдалося гомогенізувати включення з CO<sub>2</sub> в аметисті, розрахувати тиск флюїду, обчислити глибину утворення мінералу і зробити з цього “глобальні” висновки про форми знаходження вугільного ангідриду “під землею” [4, 14].

Прихильниками дослідження включень були такі відомі природодослідники першої половини ХХ ст., як Я. Самойлов та В. Вернадський. Я. Самойлов (1906) уважав, що включення – це дорогоцінний матеріал для найважливіших висновків про походження мінералу, а В. Вернадський, якому взагалі було властиво точно оцінювати перспективність наукових напрямів, щодо цього писав: “Включення ... требуют сейчас самого настойчивого, систематического изучения. Это изучение во многом изменит наши представления об истории природных вод в более глубоких участках земной коры... Тот, кто возьмется за эту работу сейчас, имеет перед собой область огромных и важных достижений” [3, с. 206]. В. Вернадський був ознайомлений з працями Г. Сорбі та підтримував їх: “...мы обратим внимание, насколько слабо представлена в списке вод вода включенный (в главной части – микроскопических) горных пород и минералов. В сущности, после основных работ Г. Сорби наши знания о химизме процесса остановились; получены лишь отдельные поправки и частности” [3, с. 206].

Окрім таких заохочувальних публікацій, у Росії, а пізніше в Радянському Союзі перед Другою світовою війною проводили лише поодинокі експерименти, спрямовані на розробку теоретичних засад методу вивчення включень. Такими були повідомлення у німецькому журналі Г. Леммлейна (1929) про утворення первинних і вторинних включень у сольових мінералах, спостереження О. Шубнікова (1935) про захоплення маточного розчину під час росту кристалів, експериментальні дані з характеристики водних розчинів М. Хітарова та Л. Іванова (1940). Наступний виток термометричних досліджень розпочався у перші повоєнні роки. Проблемою термометричного методу в СРСР займалися Д. Григор’єв, Г. Грушкін, Г. Леммлейн та інші, проте їхні праці не отримали такого резонансу, як праці М. Єрмакова.

**Львівський період Миколи Єрмакова.** Микола Порфірович почав досліджувати включення ще у Московському геологорозвідувальному інституті, де навчався в аспірантурі. Завдяки участі в розшукових експедиціях на території Середньої Азії учений зібрав кам’яний матеріал і 1943 р. на гірничому факультеті Середньоазійського індустріального інституту (м. Ташкент) захистив кандидатську дисертацію на тему “Геология месторождений оптических минералов Средней Азии и температуры их образования”. Для гомогенізації включень він використав примітивну електронагрівальну камеру, сконструйовану 1941 р. разом з П. Цибишевим, що поміщалася під бінокляром і давала змогу нагрівати пластинку мінералу з включенням до 300 °С [5, 6].

У 1945 р. молодий кандидат наук переїхав до Львова, де невдовзі очолив кафедру загальної геології у Львівському університеті. Довкола нього згуртувалися молоді науковці, переважно вчорашні й майбутні випускники геологічного факультету – Ю. Долгов, Н. М’язь, В. Калужний, В. Лесняк, Є. Вульчин, Р. Сухорський, Л. Колтун, О. Винар, А. Пізнюр, О. Щириця (рис. 4). Ці прізвища незабаром стали відомі всьому Радянському

Союзові як імена піонерів серед дослідників вклучень, а геологічний факультет Львівського університету отримав славу першого наукового центру дослідження вклучень. Інтенсивна колективна праця принесла плоди, до 1951 р. львів'яни фактично були монополістами серед дослідників вклучень (рис. 5).



Рис. 4. Перша у Радянському Союзі група дослідників вклучень (Львівський університет, 1951 р.) Зліва направо сидять: М. Єрмаков, Н. М'язь, А. Пізнюр, стоять: В. Калужний, Л. Колтун, Ю. Долгов, С. Лазько, В. Лесняк [9].

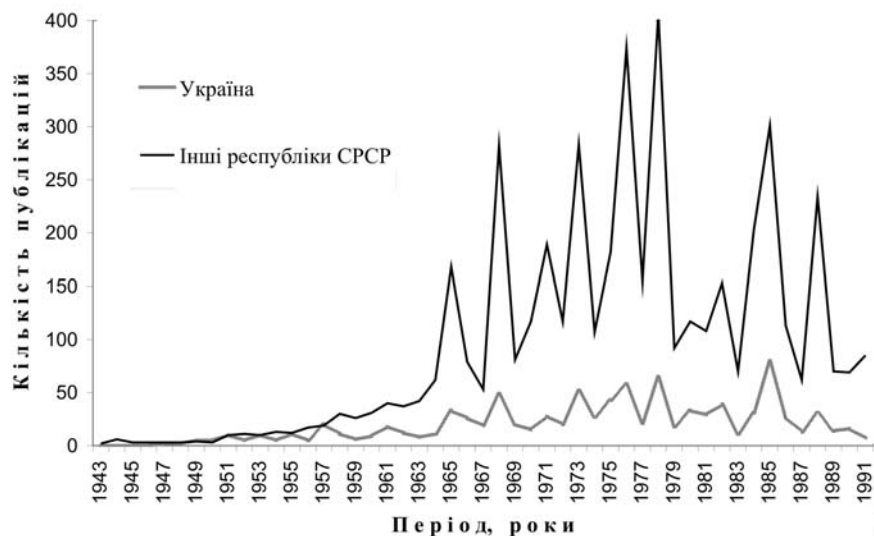


Рис. 5. Динаміка зростання кількості публікацій з термобарогеохімії у Радянському Союзі (за даними [4, 14] і наступних щорічних (з 1972 по 1993 рр.) бібліографічних випусків "Включення растворов и расплавов в минералах").

У 1950 р. Микола Порфірович у Москві захистив докторську дисертацію на тему “Исследование температуры и агрегатного состояния минералообразующих растворов”. Монографія, що побачила світ того ж року [7], принесла йому загальносоюзне, а незабаром і світове визнання. У 1965 р. монографія “Исследование минералообразующих растворов”, доповнена новими працями М. Єрмакова та інших радянських дослідників включень, вийшла англійською мовою як один із томів “Series of Monographs in Earth Sciences” за редакцією Е. Рьоддера [15]. Як стверджує Хі Джілі, після “Пегматитів” О. Ферсмана це була друга наукова праця, перекладена з російської англійською [18]. Стосовно цього Е. Рьоддер згадував: “Його книга плюс публікація статей, у яких користь від вивчення включень у рудних утвореннях була доведена, допомогли зробити дослідження флюїдних включень респектабельною галуззю” (переклад наш. – Г. К.) [19].

**Зародження термобарогеохімії.** У 1952 р. Микола Порфірович переїхав до Москви, де незабаром обійняв посаду директора Музею землезнавства при Московському університеті, залишивши у Львові школу досвідчених дослідників включень, яка дедалі більше розширялася й розгалужувалася. Центри дослідження включень очолили вже учні М. Єрмакова – В. Калюжний в Інституті геології і геохімії горючих копалин, м. Львів; А. Пізнюр у Львівському університеті, Ю. Долгов в Інституті геології і геофізики, м. Новосибірськ. Стрімко розширювалося коло дослідників, зростала оцінка важливості їхньої роботи, лабораторії з вивчення включень створено майже в усіх обласних центрах Радянського Союзу, де були наукові або навчальні заклади геологічного профілю. До середини 1960-х років школа радянських дослідників зміцніла, здобувши кількісну перевагу над зарубіжними (див. рис. 3). На дослідників включень уже працювали фізико-хімічні лабораторії та установки для синтезу мінеральної сировини. Нова наука, що зароджувалась на очах, спочатку отримала назву *вчення про мінералоутворювальне середовище* [8], скорочено – *мінералофлюїдологія* [11].

Окрім реконструкції температурних умов гідротермального мінералоутворення, яка стала вже рутинною справою, відбувався пошук нових методів реконструкції, удосконалення старих і конструювання нових приладів для дослідження включень. Застосування високотемпературних камер (з температурою нагрівання щонайменше до 1 200 °С), дало змогу гомогенізувати включення скла і перейти до вивчення умов магматичного мінералоутворення. Окремі конструкції камер давали змогу нагрівати в інертному середовищі або за умов підвищеного тиску. Отже, метод термометрії можна було застосувати для включень у мінералах найширшого генезису, а нова наука отримала назву *мінералогічна термометрія за включеннями* в мінералах [9].

Упровадження кріокамер, у яких вели спостереження за глибоко охолодженими включеннями, дало змогу порівняно легко визначати густину законсервованих газів. З використанням сингенетичних включень води й газу дослідники отримували числові характеристики не лише для температури, а й для флюїдного тиску в середовищі мінералоутворення, розраховуючи його за температурою гомогенізації різних за складом включень. Метод термометрії перетворився на метод термобарометрії, а нову науку стали називати *мінералогічною термометрією і барометрією*. Саме під такою назвою опубліковано матеріали Першої всесоюзної наради, яка відбулася в Москві 1963 р. [13].

Кріоскопічні спостереження давали змогу отримувати інформацію також про хімічний склад водних розчинів та їхню концентрацію, ідентифікувати стиснений газ. Для визначення хімічного складу включень застосовували ще інші методи – від прямих хі-

мічних до непрямих фізичних. У міру впровадження нових фізичних методів для дослідження мінеральної речовини розвивалося їхнє пристосування для визначення хімічного складу включень. Інтенсивний потік інформації про хімічний склад законсервованих флюїдів, тобто газів, розчинів і розплавів, дав змогу класифікувати нову науку як *мінералогічна термобарометрія і геохімія*, або *термодинамічна геохімія*, назва якої з легкої руки Миколи Порфіровича скоротилася до *термобарогеохімії* (ТБГХ) [9]: “Таким чином 60-ті роки знаменувалися становленням термобарогеохімії як галузі знань, що зайняла проміжне становище на стику геохімії і мінералогії” (переклад наш. – Г. К.) [10, с. 10]. І хоча справедливо лунали нарікання на еkleктичність терміна [11], у якому поєднано назви методів і науки та не відображено об’єкта дослідження, скорочена назва науки була визнана раціональнішою, термін глибоко вкоренився і не лише на терені Радянського Союзу. Ще 1970 р. в Японії дослідники включень з усього світу на II Міжнародному симпозиумі офіційно затвердили назву нової галузі геологічного знання як термобарогеохімія [17].

**Організатор нарад з термобарогеохімії.** Микола Порфірович, переїхавши зі Львова до Москви, активно займався створенням нових центрів дослідження включень, рекламою методів ТБГХ і практичним використанням їхніх здобутків. За його підтримки лабораторії ТБГХ були організовані в університеті, ВІМС, ГеоХІ, МГРІ, ІГЕМ, ЦНДГРІ та інших наукових закладах Москви, а також у Новосибірську, Ленінграді, Ташкенті, Києві, Ростові-на-Дону, Душанбе, Владивостоку тощо [19].

З 1963 р. майже кожні два роки організовували всесоюзні наради, метою яких була “консолідація зусиль для всебічного використання включень мінералоутворювальних розчинів і розплавів для науки і практики” [10, с. 9]. На першій же нараді з ініціативи М. Єрмакова при Науковій раді з рудоутворення АН СРСР створено Секцію рудоутворювальних розчинів у включеннях, фактично всесоюзну асоціацію дослідників включень. Завданням організації стала координація роботи дослідників, головно завдяки обміну досвідом під час всесоюзних нарад. Результати не забарилися. Наради збирали величезну кількість учасників, і вчені з України серед них були далеко не на останньому місці (рис. 6), чого не можна сказати про роки незалежної України. Заявок на участь надходило так багато, що доводилося робити регіональні наради, щоб розвантажити програму всесоюзної конференції. Такою була нарада у Львові “Углерод и его соединения в эндогенных процессах минералообразования (по данным изучения флюидных включений в минералах”, 1975), яка зібрала рекордну кількість учасників з України, а також наради у Благовіщенську (1984) й Алма-Аті (1987). Дослідники включень брали активну участь у багатьох нарадах, організованих Науковою радою з рудоутворення. Цілком очевидно, що піки “паперової” активності дослідників включень (див. рис. 5) корелюють з часом проведення нарад з ТБГХ різного рівня (див. рис. 6).

З ініціативи й підтримки М. Єрмакова у 1954 р. створено Всесоюзний інститут п’єзооптичної сировини (ВНИИП), більше відомий як ВНИИСИМС (м. Александров Московської обл.), перед яким поставлено завдання синтезу мінералів з використанням даних дослідження включень у природних кристалах. Ці питання висвітлювали у спеціальному щорічному збірнику (Труды ВНИИП-ВНИИСИМС), головним редактором якого був М. Єрмаков [19].

Скоро М. Єрмаков вийшов на міжнародний рівень. У 1960 р. у Копенгагені зустрілися троє провідних учених світу в галузі вивчення включень – М. Єрмаков (СРСР), Е. Рьоддер (США) та Г. Дейша (Франція); вони домовились про заснування міжнарод-

ного органу для координації досліджень включень у мінералах [19]. На XXII сесії Міжнародного геологічного Конгресу (1984) при Міжнародній асоціації з генезису рудних родовищ (International Association on Genesis of Ore Deposits (IAGOD)) організовано Комісію рудоутворювальних флюїдів за включеннями (COFFI, сьогодні Fluid Inclusion Research (FIR)), яку очолив М. Єрмаков, а Е. Рьоддер став заступником.

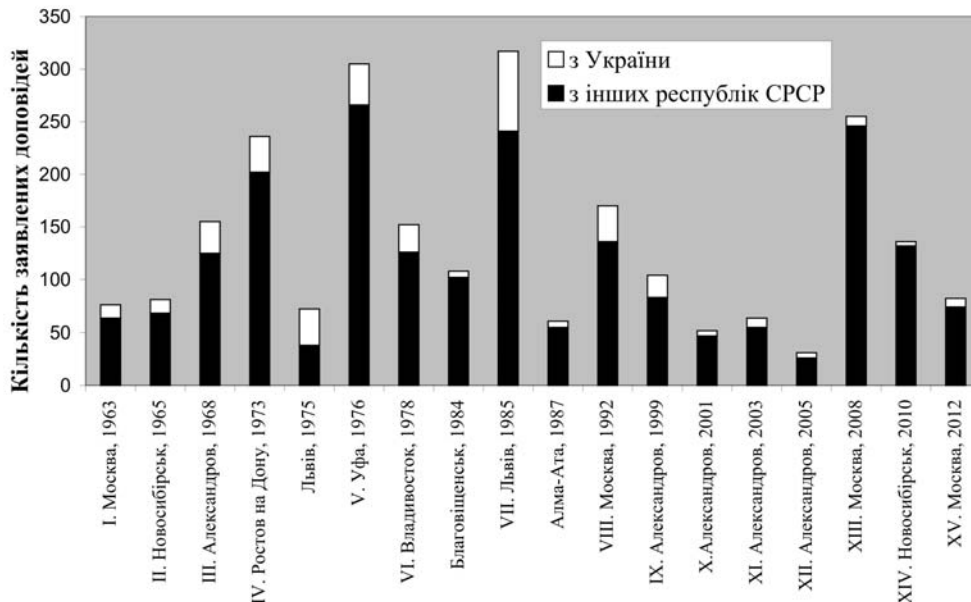


Рис. 6. Гістограми участі наукових працівників Радянського Союзу у всесоюзних і регіональних нарадах з термобарогеохімії (за матеріалами нарад).

За десять років головування М. Єрмакова COFFI організувала і провела кілька міжнародних симпозіумів з ТБГХ, перший з яких відбувся в Празі 1968 р. (рис. 7). Пізніше почали функціонувати регіональні комісії – Європейська (ECROFI), Панамериканська (PACROFI) та Азіатська (APIFIS). Термобарогеохімія охопила весь світ. Коли з 1974 р. почали виходити випуски з тезами доповідей до нарад, проведених під егідою COFFI та IAGOD, крива публікацій за кордоном стрімко “поповзла” вгору (див. рис. 3).

**Причина успіху.** Микола Єрмаков був не єдиним дослідником включень в СРСР у середині ХХ ст.

Включення в природних мінералах активно вивчав Г. Грушкін, кристалграфічними аспектами утворення включень цікавився Г. Леммлейн, який фактично заклав усі головні підвалини вчення про включення: поняття первинних і вторинних включень, гомогенного й гетерогенного стану захопленого флюїду, його зв'язок з материнським середовищем. Він вивчав перетворення форми включень під впливом температури, відкладання речовини на стінках включення, розшнуровування і розтріскування включень. Однак класичні праці Г. Леммлейна та його співробітників не знайшли відповідного відгуку, вони були затребувані значно пізніше, коли термобарогеохімія Єрмакова досягла апогею. Нема підстав сумніватися, що поштовхом до бурхливого розвитку термометричних досліджень стали праці Миколи Порфіровича й особливо його монографія “Ис-



следование минералообразующих растворов”. З рис. 3 бачимо, як з 1951 р., відразу після виходу монографії, кількість публікацій з ТБГХ почала зростати. Причому до 1957 р. лівова частка праць належала авторам з України (див. рис. 4). Вихід монографії збігся із загальним посиленням інтересу до включень у світі, однак за кордоном він швидко послабився, а у Союзі продовжував неухильно зростати.

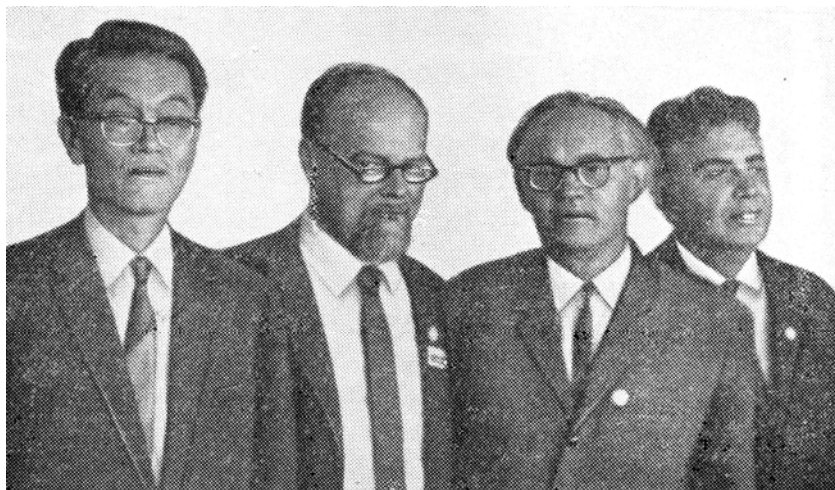


Рис. 7. Учасники I Міжнародного симпозіуму з ТБГХ (Прага, 1968) Зліва направо: Хідекі Імаї (Японія), Едвін Рьоддер (США), Микола Єрмаков та Юрій Долгов (СРСР) [9].

У чому ж причина такого успіху монографії?

На нашу думку, причин декілька. По-перше, Микола Єрмаков опинився в потрібному місці в потрібний час. Його перехід на роботу у Львівський університет збігся (чи зумовлений) з перебуванням на посаді декана геологічного факультету, а згодом ректора Львівського університету Є. Лазаренка, у майбутньому академіка АН УРСР. Великий організатор науки, Євген Костянтинович зібрав потужний науковий колектив геологічного факультету, усіма способами сприяв науковим дослідженням і всебічно залучав до науки молодь. Разом з Євгеном Лазьком вони опублікували рецензію на монографію М. Єрмакова, яка тільки-но вийшла, зробивши їй хорошу рекламу [12]. Користуючись сучасною термінологією, Є. Лазаренко виявив себе як талановитий маркетолог, мерчандайзер і офіс-менеджер в одній особі. Вірогідно, за його сприяння монографія була висунута на здобуття Сталінської премії. У 1951 р. доценту М. Єрмакову присуджено Сталінську премію третього ступеня – 50 тис. крб., що широко відкривало двері чиновницьких кабінетів.

По-друге, сам Микола Порфірович за організаторськими здібностями не поступався Євгену Костянтиновичу. Особливо ці здібності виявились у московський період його наукової діяльності, про що зазначено вище. За час перебування у Львівському університеті він багато зробив для зміцнення геологічного факультету, доклав зусилля до організації Львівського геологічного товариства та його друкованих органів.

По-третє, і це, на нашу думку, найголовніше, він застосував нагрівальну камеру для дослідження включень і так перетворив флюїдні включення на самореєструвальні термометри, як це намагався зробити ще Г. Сорбі. Включення нагрівали ще за часів Г. Сорбі.

бі й пізніше, однак цей процес був дуже працезатратний. Для нагрівання використовували громіздкі водяні й парафінові ванни з обмеженою температурою нагрівання. М. Єрмаков застосував просту повітряну камеру, настільки примітивну, що її міг виготовити кожен дослідник, більш-менш ознайомлений із законами електрики. Зрозуміло, що в інші часи це було б неможливо. Так само, як удосконалення оптичних мікроскопів стимулювало досліди Г. Сорбі, електрифікація СРСР прискорила створення широкодоступної нагрівальної камери, яка потребувала лише електричної розетки.

На підтвердження цієї думки зазначимо, що криоскопічні камери, які з'явилися пізніше, не набагато відрізнялися від термокамери складністю конструкції, проте потребували постійного забезпечення рідким азотом, тому були далеко не в кожній престижній лабораторії, тоді як термокамери були навіть у глухих закутках.

Усі подальші вдосконалення камери зводились до зменшення її розмірів і збільшення діапазону нагрівання. Якщо перший варіант камери був ще досить громіздким і вимірювання температури виконували за допомогою ртутного термометра, то вже через п'ять років його замінила термопара.

Удосконалений нагрівальний прилад, який отримав назву *мікротермокамера Єрмакова*, давав змогу нагрівати включення вже до 650 °С і спостерігати за ними в мікроскоп [10]. Діаметр зовнішнього корпусу камери Єрмакова був не більше 7 см, а висота – 3–4 см. Портативність і доступність камери забезпечили широкий інтерес до неї. Проте найголовніше – камера давала цифрове значення. Процес мінералоутворення отримав конкретну числову характеристику, виражену в градусах Цельсія, і його можна було порівнювати з іншим процесом, який був у зовсім іншому місці. Сам Микола Порфирович зазначив, що нова галузь науки “спирається на фактичні дані, отримані з мірою і числом, експериментом і аналізом” [9, с. 9]. І далі: “Термодинамічна геохімія (термобарогеохімія) досліджує з мірою і числом фізико-хімічні параметри розвитку минулих процесів і явищ глибинного мінералоутворення у нестійких системах рівноваги природних розчинів і розплавів, законсервованих як включення у мінералах, з урахуванням мінеральних парагенезисів і геологічної обстановки їхнього знаходження” [9, с. 11]. Пізніше він знову наголосив: “Термобарогеохімія елементів і мінералів, що виникла на стику геохімії й мінералогії, ґрунтується на різнобічних, з мірою і числом, дослідженнях мінералоутворювальних розчинів і розплавів, законсервованих у включеннях” (переклад наш. – Г. К.) [10, с. 3].

Геологія з науки описової перейшла у клас наук точних. Попри всю недосконалість апаратури, низьку точність вимірювання і помилковість генетичних інтерпретацій, це був неймовірний стрибок уперед у галузі генетичної мінералогії.

Отже, науку можуть розвивати генії-одинаки, як це було до ХХ ст., або вона може бути масовою, коли тисячі експериментаторів, як стрільці на стрільбищі, намагаються поцілити в мішень. Лише деякі з них влучають у ціль і так просувають науку вперед. Микола Єрмаков не був генієм, але він бачив ціль і вивів маси для стрільби. Масові дослідження забезпечили термобарогеохімії такий стрибок уперед, якого досі не знала жодна наука.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ал-Бируни Абу-р-Райхан Мухаммад ибн Ахмад. Собрание сведений для познания драгоценностей (Минералогия) / Абу-р-Райхан Мухаммад ибн Ахмад ал-Бируни. – М. : Изд-во АН СССР, 1963. – 519 с.
2. Ауэрбах А. Наблюдения над кристаллами топаза под микроскопом / А. Ауэрбах // Зап. Минерал. об-ва. – 1870. – Сер. 2, № 5. – С. 162–168.
3. Вернадский В. И. История минералов Земной коры. Т. 2 / В. И. Вернадский // Избранные сочинения в 6 томах. Т. 4, кн. 2. – М. : Изд-во АН СССР, 1960. – С. 3–536.
4. Включения растворов и расплавов в минералах. Библиография русской литературы за 100 лет (с 1870 до 1970 г.) / [Ред. Н. П. Ермаков, сост. И. В. Богоявленская, Н. П. Ермаков, В. Б. Наумов]. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1971. – 182 с.
5. Ермаков Н. П. Определение температур образования гидротермальных минералов путем изучения жидких включений / Н. П. Ермаков // Докл. АН СССР. – 1944. – Т. 45, № 5. – С. 217–219.
6. Ермаков Н. П. Температура образования гидротермальных оптических минералов / Н. П. Ермаков // Советская геология. – 1944. – № 1. – С. 28–45.
7. Ермаков Н. П. Исследование минералообразующих растворов / Н. П. Ермаков. – Харьков : Изд-во Харьков. ун-та, 1950. – 460 с.
8. Ермаков Н. П. Значение исследования включений в минералах для теории рудообразования и учения о минералообразующей среде / Н. П. Ермаков // Тр. ВНИИП. – 1957. – Т. 1, вып. 2. – С. 3–24.
9. Ермаков Н. П. Геохимические системы включений в минералах / Н. П. Ермаков. – М. : Недра, 1972. – 376 с.
10. Ермаков Н. П. Термобарогеохимия / Н. П. Ермаков, Ю. А. Долгов. – М. : Недра, 1979. – 271 с.
11. Калюжный В. А. Основы учения о минералообразующих флюидах / В. А. Калюжный. – Киев : Наук. думка, 1982. – 240 с.
12. Лазаренко Е. К. О книге Н. П. Ермакова “Исследование минералообразующих растворов (температура и агрегатное состояние)” / Е. К. Лазаренко, Е. М. Лазько // Минерал. сб. – 1951. – № 5. – С. 359–368.
13. Минералогическая термометрия и барометрия. – М. : Наука, 1965. – 32 с.
14. Смит Ф. Г. Геологическая термометрия по включениям в минералах / Ф. Г. Смит. – М.: Иностр. л-ра, 1956. – 165 с.
15. Research on the Nature of Mineral-Forming Solution / N. P. Yermakov et al. // Ser. of Monographs in Earth Sciences. – New York : Pergmon Press, 1965. – Vol. 22. – 743 p.
16. Sorby H. C. On the microscopical structure of crystals, indicating the origin of minerals and rocks / H. C. Sorby // Quarterly Journal of the Geol. Society of London. – 1858. – Vol. 14. – P. 453–500.
17. Yermakov N. P. The principal trends of the development of thermobaro-geochemistry of the endogenous processes of mineral formation / N. P. Yermakov // Proc. IMA-IAGOD Meeting. – 1971. – IAGOD Vol. Spec. Issue. – N 3. – P. 319–320.
18. Zhili H. In memory of fluid inclusion research pioneers E. Roedder, N. P. Ermakov, H. C. Sorby and Aly Raichan Beruny / H. Zhili, H. A. Akbarov, Z. Diquing //

- 13 Междунар. конф. по термобарогеохимии и 4 симпозиум АРІFIS : материалы. – М. : ИГЕМ РАН, 2008. – Т. 1. – С. 10–13.
19. Николай Порфирьевич Ермаков – основатель термобарогеохимии / В. М. Старостин, Ф. П. Мельников, Е. В. Полянский, В. С. Польшковский // Электронный ресурс. Режим доступа: [web.ru/conf/CD\\_Smirnov/html\\_99/19\\_star/index.html](http://web.ru/conf/CD_Smirnov/html_99/19_star/index.html)

*Стаття: надійшла до редакції 12.08.2014  
прийнята до друку 02.12.2014*

## **PHENOMENON OF THE SUCCESS OF MYKOLA YERMAKOV'S THERMOBAROGEOCHEMISTRY (ON THE 100<sup>th</sup> ANNIVERSARY OF HIS BIRTH)**

**H. Kulchytska, D. Voznyak, D. Chernysh**

*M. P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of NASU,  
34, Acad. Palladin Av., 03142 Kyiv, Ukraine  
E-mail: [igmr@igmof.gov.ua](mailto:igmr@igmof.gov.ua)*

The development of investigations of fluid inclusions in minerals as a new scientific direction in the genetic mineralogy, that was later named thermobarogeochemistry, is inseparably linked with name of professor of Lviv and Moscow Universities Mykola Porfyrovych Yermakov. Although the study of inclusions in minerals lasted for a long time, the rapid development of the new science started from the middle of the 20<sup>th</sup> century. The first group of researchers of inclusions appeared in the Lviv University, where M. Yermakov worked in 1945–1951. The successful work of this group and publication the Yermakov's book "The study of the mineral-forming solutions" gave the start to the development of a new method, which soon gone beyond Lviv, took over the Soviet Union, and later abroad. Of the many terms that were used or proposed to be used for the name of the new science, the term *thermodynamic geochemistry* (thermobarogeochemistry), proposed by M. Yermakov, is in widest use.

There are several reasons for unprecedented expand of thermobarogeochemical researches. The external circumstances, organizational skills of the founder of thermobarogeochemistry, and, the most importantly, use for study of inclusion of an electrically heated chamber promoted the dissemination of these researches. Very simple chamber construction allowed it to became the most widespread, and the data collected with it made possible to use the fluid inclusions in minerals as self-registering thermometers. Further development of research methods led to the expansion of number of numeral characteristics of mineral-forming process that were possible to register using these methods. Thermobarogeochemistry has become an exact science that is based on evidences obtained from the measurements and numbers, experiments and analyses. All this has made the study of inclusions in minerals respectable field.

*Key words:* Mykola Porfyrovych Yermakov, fluid inclusions, thermobarogeochemistry, Yermakov's electrically heated chamber.

**ФЕНОМЕН УСПЕХА ТЕРМОБАРОГЕОХИМИИ  
НИКОЛАЯ ЕРМАКОВА  
(К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)**

**А. Кульчицкая, Д. Возняк, Д. Черныш**

*Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н. П. Семеновко НАНУ,  
просп. акад. Палладина, 34, 03142 г. Киев, Украина  
E-mail: igmr@igmof.gov.ua*

Развитие учения о флюидных включениях в минералах – нового научного направления в генетической минералогии, которое позже получило название термобарогеохимия, неразрывно связано с именем профессора Львовского и Московского университетов Николая Порфирьевича Ермакова. Хотя исследование включений в минералах длилось давно, бурное развитие новой науки началось с середины XX ст. Первая группа исследователей включений создана в стенах Львовского университета, где в 1945–1951 гг. работал Н. Ермаков. Успешная работа этой группы и выход книги Н. Ермакова “Исследование минералообразующих растворов” дали старт развитию нового метода, который вскоре вышел за пределы Львова, захватил просторы Советского Союза, а затем и зарубежья. Из многих терминов, которые использовали либо предлагали использовать для названия новой науки, больше всего прижился термин, предложенный Н. Ермаковым, – термодинамическая геохимия (термобарогеохимия).

Существует несколько причин небывалого размаха термобарометрических исследований. Этому способствовали внешние обстоятельства, организаторский талант основателя термобарогеохимии, но самое главное – использование для исследования включений электронагревательной камеры. Примитивное устройство камеры обеспечило ей самое широкое распространение, а полученные данные давали возможность использовать флюидные включения в минералах как саморегистрирующие термометры. Усовершенствование методов исследования расширило количество получаемых по включениям характеристик минералообразующего процесса. Термобарогеохимия стала точной наукой, опирающейся на фактические данные, полученные с мерой и числом, экспериментом и анализом. Все это сделало исследование включений в минералах уважаемой областью.

*Ключевые слова:* Николай Порфирьевич Ермаков, флюидные включения, термобарогеохимия, термокамера Ермакова.