

І.Т. БАКУМЕНКО¹, В.І. ПАВЛИШИН²

¹ Львівський національний університет імені Івана Франка
79005, м. Львів, вул. Грушевського, 4
e-mail: geomin@geof.franko.lviv.ua

² Київський національний університет імені Тараса Шевченка
03022, м. Київ, вул. Васильківська, 90

В.С. СОБОЛЄВ — ВИДАТНИЙ ПЕТРОЛОГ І МІНЕРАЛОГ



Володимир Степанович Соболев – багатогранна, науково-історична постать. Дивним чином надзвичайно ефективно Соболев-петролог поєднував свою діяльність з Соболевим-мінералогом, термобарогеохіміком, поетом... Внесок його в геологічну науку вагомий і вражаючий. Життєвий і творчий шлях В.С. Соболева неодноразово висвітлено у публікаціях [1, 4, 5 та ін.]. Як учень і соратник А.К. Болдирева, О.М. Заварицького і В.М. Лодочнікова, він спрямував свою діяльність переважно в мінералогічне і петролого-генетичне русло. Результати його перших самостійних польових робіт і наукових пошуків завершилися публікацією фундаментальної монографії "Петрологія траппов Сибірської платформи" (1936) і низки довоєнних статей, пізніше перевиданих [2]. У монографії подано класичний опис трапової формації регіону і критичний огляд петрології трапів інших регіонів. Особливо важливими є висновки щодо визначальної ролі процесів кристалізаційної диференціації і послідовності кристалізації мінералів у "нормальних" толеїтах, а в разі відхилень – у бік залізистих і лужних різновидів. У толеїтовій серії трапових базальтів виявлено особливий тип кристалізації з накопиченням у залишковому роз-плаві заліза і силіцію. Деякі генетичні проблеми трапів з'ясовують у наш час. Нині є підстави вважати, що для більшості порід материнськими були магнізіальні пікритоїдні магми, а їх фракційна диференціація з відсадкою або олівіну, або плагіоклазу чи інших комбінацій мінералів є основною причиною розмаїття інтрузивних типів порід трапової формації.

Порівняння геологічної будови і особливостей трапового магматизму, а також виявлення на Таймирі специфічних лужних порід типу мелітових базальтів, споріднених з кімберлітами, засвідчили подібність геологічної ситуації на Сибірській платформі й у кімберлітоносній Південноафриканській провінції. Це дало змогу В.С. Соболеву спрогнозувати можливість знаходження і необхідність пошуків кімберлітів "...в северной части Сибірської платформи, и в частности в бассейне Вилля" (з Постанови наради у Відділі мінеральних ресурсів Держплану СРСР у Москві в лютому 1941 р.). Тому післявоєнне відкриття якутських кімберлітових трубок не було випадковим. Пізніше В.С. Соболев за запрошенням Амакінської експедиції консультував проведення петрографічної об-

© І.Т. БАКУМЕНКО,
В.І. ПАВЛИШИН, 2008

робки нового кам'яного матеріалу (підготовлено три монографії по якутських кімберлітах). З алмазною тематикою тісно пов'язаний його інтерес до проблеми мантийного магматизму і мінералоутворення [3].

Підручною книгою українських петрографів є монографія В.С. Соболева "Петрология восточной части сложного Коростенского плутона" (1947). В ній вказано на петрохімічну близькість цього глибинного магматичного комплексу до приповерхневої трапової формації. В.С. Соболев підкреслює гібридну природу рапаківі та їх закономірний зв'язок з основними породами не лише в Коростенському плутоні, а й в інших подібних структурах. Разом з тим він зауважує, що однією контамінацією гранітної магми основною речовиною специфічність складу коростенських рапаківі пояснити важко: рапаківі не мають проміжного складу між габроїдами і звичайними гранітами. Вчений звернув увагу на синтетичні явища: активний тепловий вплив основної магми і масштабні палінгенні процеси часткового повторного переплавлення кислих бічних порід, змішування обох магм і подальша кристалізаційна диференціація утвореної магми. Все це супроводжувалось різким підвищенням відношення вмісту FeO/MgO.

Внаслідок кумуляції плагіоклазу в ході кристалізаційної диференціації гібридної магми утворюються лабрадорити, тобто немає специфічної анортозитової магми. Схема кристалізації коростенських гібридизованих основних магм відрізняється від схеми кристалізації "нормальної" магми трапів тим, що значна частина плагіоклазу кристалізувалася раніше олівіну та інших фемічних мінералів, а ортопіроксен кристалізувався одночасно з клінопіроксеном і навіть пізніше (в більш залізистих породах). Глибинне переплавлення бічних кислих порід і подальша кристалізаційна диференціація залишкового евтектоїдного гранітного розплаву зумовили утворення рапаківі й інших гранітоїдних дериватів. Різка зниження температури гомогенізації розплавних включень у кварці пізніших диференціатів порівняно з температурою гомогенізації включень у рапаківі цілком підтвердило ідеї В.С. Соболева. В монографії наведено докази, що овоїди в рапаківі утворюються із заміщенням ксенокристалів плагіоклазу калієвим польовим шпатом, а знаменита плагіоклазова облямівка утворюється пізніше в ході зворотного процесу. Після утворення овоїдів відбувається евтектична кристалізація кварцу, ортоклазу і плагіоклазу основної маси.

Важливою особливістю рапаківі є їхня ультразалізистість – наявність високозалізистих олівіну, амфіболу і біотиту, на постмагматичному етапі – грюнериту, який утворюється замість гіперстену.

З переїздом до Львова В.С. Соболев публікує низку статей і монографій, присвячених мінералогії і петрографії магматичних порід України. Серед них колективна робота "Петрография неогеновых вулканических пород Ужгород-Хустского хребта" (1947) (у співавторстві з Н.С. Варганою і О.М. Горбачевською). Ці вулканіти верхньої лавової товщі Вигорлат-Гутинського пасма залягають на істотно пірокластичній товщі. Описано вулканіти від базальтів до ліпаритових обсидіанів. З огляду на переважний розвиток андезитів і суттєву асиміляцію глиноземистої речовини автори навіть наголошували на наявності особливого карпатського типу ефузивної серії. Пізніше було видано узагальнювальну колективну працю "Петрография неогеновых вулканических пород Советских Карпат" (1955, у співавторстві з В.П. Костюком та ін.) і низку статей, в яких описано неогенові гіпабісальні, вулканічні та пірокластичні породи Вигорлат-Гутинського пасма і Березівського пагорба.

Ще один потужний напрям наукової і педагогічної діяльності Володимира Степановича – вивчення процесів метаморфізму. Для студентів він спільно з М.Л. Добрецовим і О.М. Ушаковою підготував навчальні посібники "Теоретические основы метаморфизма" (1974) та "Метаморфические фации и формации" (1980), в яких стисло і доступно відтворено сучасний стан мета-

морфичної проблематики. Разом із колегами підготовлена серія карт з районуванням метаморфічних фаций на теренах СРСР, Азії та Європи. Карті супроводжені пояснювальними нотатками і статтями. Великий резонанс у науковців викликало видання за редакцією і безпосередньою участю В.С. Соболева серії фундаментальних монографій ("Фации метаморфизма", 1970; "Фации контактового метаморфизма", 1970; "Фации регионального метаморфизма умеренных давлений", 1972; "Фации регионального метаморфизма высоких давлений", 1974). У цих працях наведено нову схему фаций, зокрема верхньомантийних, узагальнено інформацію про мінеральні особливості, речовинний склад і характерні парагенезиси розглянутих фаций, обговорено роль летких компонентів. За цикл цих унікальних праць у 1976 р. В.С. Соболеву разом із співробітниками присуджена Ленінська премія.

Велику увагу приділяв В.С. Соболев проблемам мантийного мінералоутворення й алмазності [3]. Він заперечував зв'язки алмазів з базальтами, але разом з тим підкреслював, що кімберлітові і лампроїтові розплави відігравали лише роль транспортера. Вивчення мантийних ксенолітів і кристалічних включень в алмазах багатьма закордонними і радянськими дослідниками, зокрема В.С. Соболевим і його учнями, засвідчило надзвичайну гетерогенність мантиї і наявність двох типів силікатного субстрату, в якому кристалізувались алмази, – еклогітового і ультраосновного. В останні два десятиліття встановлена поширеність сульфідів поряд з іншими кристалічними включеннями. Сульфіди часто спостерігаються у вигляді проростань з олівіном, енстатитом, піропом, хромітом, омфацитом. Є також повідомлення про включення самородного заліза і вкститу.

Нові експерименти із синтезу алмазу показали, що за встановлених за допомогою мінеральних термометрів і барометрів помірних (не ультрависокобаричних) *PT*-параметрів алмаз не кристалізується в суто силікатних розплавах, аналогічних за складом алмазозносним ксенолітам. Тому була висловлена думка, що природні алмази утворюються в гетерогенних сульфідно-силікатних мантийних розплавах із перехідними металами-катализаторами, а силікатна складова відіграє лише пасивну роль фаз-супутників.

У 1949 р. Володимир Соболев опублікував підручну книгу всіх мінералогів "Введение в минералогію силикатов", визначивши на багато років основні наукові напрями розвитку мінералогії, й не лише в СРСР. Назва книги, переповненої новаціями, вийшла далеко за її межі. Вона всебічно на прикладі насамперед найпоширеніших у природі мінералів – силікатів – висвітлює "силікатні" та загальномінералогічного значення закономірності, які стосуються кристалохімії, морфології, властивостей, класифікації, генезису та синтезу мінералів.

В.С. Соболев уперше в широкому аспекті обґрунтував кристалохіміко-генетичне значення координаційного числа (КЧ) мінералів – його зв'язок з температурою, тиском і концентрацією компонентів у середовищі мінералоутворення, який підпорядковується таким закономірностям: 1) підвищення тиску у середовищі мінералоутворення сприяє збільшенню КЧ; 2) підвищення температури сприяє зменшенню КЧ; 3) підвищення активності сильних катіонів, особливо лужних, сприяє утворенню мінералів з меншим КЧ. Нині ці закономірності широко використовують і на кількісній основі допрацьовують в ученні про типоморфізм мінералів.

Практично впродовж усього життя В.С. Соболева хвилювала проблема хімічного складу мінералів, причини його зміни. Спільно зі своєю сестрою Ольгою Степанівною на основі ізоморфізму в мінералах акцентовано увагу на кореляції між типами діаграм стану (за Розебумом) і відносною різницею радіусів

іонів, що заміщують один одного $\left(\Delta r = \frac{r_1 - r_2}{r_2} 100\% \right)$: а) коли $\Delta r \leq 10-15\%$, то

діаграма належить до типу I, а ізоморфізм є досконалим; б) коли $10-15 < \Delta r < 25-40$, то діаграма належить до типу III з безперервним рядом твердих розчинів, які зі зниженням температури розчинів розпадаються на окремі фази; в) коли $\Delta r > 25-40\%$, то змішуваність стає цілком недосконалою, навіть за температури плавлення (діаграма типу V), тобто в цьому випадку пара – речовин не дає ні твердих розчинів, ні сполук – маємо просту евтектичну діаграму. Цю кореляцію потім удосконалювали фізико-хіміки та кристалохіміки, найбільше О.С. Поваренних і В.С. Урусов [1].

У подальшому В.С. Соболев уточнює вплив зовнішніх і внутрішніх чинників на ізоморфну змішуваність у мінералах (**правило Соболева**, за нашою термінологією [1]): можливість та межі ізовалентного ізоморфізму залежать від властивостей іонів, що заміщують один одного (іонного радіуса і типу іона); від хімічного складу й кристалічної структури речовин; від зовнішніх чинників рівноваги.

Особливою новацією в цьому правилі є вплив кристалічного середовища на ступінь досконалості ізоморфізму. Ще на початку ХХ ст. П. Грот, пізніше Д.П. Григор'єв і особливо В.С. Соболев [1] виявили: ускладнення хімічного складу кристала сприяє розвитку в ньому ізоморфних заміщень. Цю залежність з погляду енергетичної теорії ізоморфізму висвітлює В.С. Урусов і сформулював **правило сприяння**.

Вплив тиску на ізоморфне змішування В.С. Соболев з'ясував також упродовж тривалого часу. В цій залежності засадничими виявилися два теоретичні положення, висловлені ним ще у 1940-х роках, але докладніше сформульовані в 1965 р.: 1) зміна тиску мало впливає на межі ізоморфного змішування, якщо крайні компоненти ізоморфної суміші ізоструктурні або близькі за структурою, і, можливо, що цей вплив є протилежний дії температури; 2) значні зміни меж змішування під дією тиску можливі у складніших системах, в яких утворення твердих розчинів пов'язане зі зміною КЧ і відповідає істотній зміні об'єму; збільшення тиску сприятиме переходу катіонів у вищу координацію.

Ці положення донині активно використовують і розвивають. На їх засадах напрацьовані нові правила ізоморфізму та закономірності змішуваності в твердих розчинах у зв'язку з питаннями мінералогічної термометрії й барометрії (праці В.А. Киркінського, В.С. Урусова, В.О. Курепіна та ін.).

У 1955 р. П. Хартман і В. Пердок опублікували концепцію періодичних ланцюжків зв'язку (ПЛЗ) щодо зв'язку морфології з кристалічною структурою мінералів. Згідно з нею, до уваги беруть не плоскі сітки, не ретикулярну щільність граней, а структурно важливі напрямки. Подібні ідеї висловлювали у різні часи О.М. Аншелес, І.І. Шафрановський, В. Клебер, П. Нігглі, але найповніше В.С. Соболев, який ще в 1949 р. сформулював таке правило: найважливіші габітусні грані (пояси) розвиваються паралельно напрямку міцного хімічного зв'язку в кристалічній ґратці. І хоча пріоритет концепції ПЛЗ міцно закріпився за П. Хартманом і В. Пердоком, не слід забувати, що основна ідея ПЛЗ у вигляді наведеного вище правила вперше висловлена у Львові В.С. Соболевим.

Заслужовує на увагу також концепція В.С. Соболева [1], яка висвітлює зв'язок структури та форми мінералів з рухливістю компонентів у середовищі кристалоутворення: в умовах високої рухливості компонентів у середовищі провідна (габітусна) роль належатиме граням (сіткам) з максимальною підсумковою щільністю атомів. Коли в середовищі рухливість компонентів низька і

неоднакова, то ця роль переходить до граней з максимальною щільністю атомів лише певного (одного) сорту.

На основі цієї концепції П.К. Вовк і В.І. Павлишин (1968) розтлумачили розподіл різних габітусних типів польових шпатів на розрізі пегматитових тіл, що, в свою чергу дало змогу уточнити умови формування пегматитових тіл.

Особливу прозорливість проявив В.С. Соболев, хоча це не єдиний випадок, стосовно структури та морфології серпентинових мінералів [1]. За кілька років до рентгенівських досліджень цих мінералів (Е. Віттекер, 1953–1957; Дж. Зусман, 1954 та ін.) він стверджував, що волокна хризотилу – це не “амфіболові голки”, як дехто вважає, а закручені шари, і тому В.Л. Брегг, який приписує хризотилу формулу амфіболу, не має рації.

Нині ми достеменно знаємо, що волокниста природа хризотилу не пов'язана з наявністю у його структурі кремнієкисневих ланцюгів, а є, як і передбачав В.С. Соболев, наслідком певних особливостей його шаруватої структури.

Наукові заслуги Володимира Степановича в розвитку мінералогії і петрології відзначено обранням його президентом Міжнародної мінералогічної асоціації (1974), почесним членом декількох закордонних мінералогічних товариств і головою Міжнародного координаційного комітету “Еволюція магматизму і метаморфізму” в міжнародному проекті “Літосфера”. З 1975 р. він очолював Петрографічний комітет АН СРСР, а з 1977 р. – Міжвідомчу наукову раду з геології алмазних родовищ при Президії СВ АН СРСР. У зв'язку з 70-річчям В.С. Соболеву присвоєно звання Героя Соціалістичної праці.

Всіх, хто спілкувався з В.С. Соболевим – вченим-педагогом, видатним мінералогом і петрологом, вражала доступність і готовність сприймати нові факти, навіть якщо вони суперечили його поглядам. Імпонувала ерудованість, здатність до глибоких наукових узагальнень і дивне відчуття мінералів у шліфах, що робило його чудовим діагностом. Усі ми пам'ятаємо його підтримку, доброзичливість, влучні поради і аргументовані відповіді на нестандартні наукові запитання.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Минералогический журнал*. Посвящается памяти выдающегося минералога и петролога академика Владимира Степановича Соболева (1908–1982). – 1998. – **20**, № 6. – С. 3–37.
2. *Соболев В.С. Избранные труды. Петрология траппов*. – Новосибирск: Наука, 1986. – 208 с.
3. *Соболев В.С. Избранные труды. Петрология верхней мантии и происхождение алмазов*. – Новосибирск: Наука, 1989. – 252 с.
4. *Владимир Степанович Соболев* / Сост. Н.С. Дворцина; Авт. вступ. статьи В.П. Костюк, Е.А. Костюк. – М.: Наука, 1990. – 114 с. – (Материалы к библиографии ученых СССР. Сер. геол. наук, вып. 38).
5. *Калужний В.А. Роль В.С. Соболева у розвитку теоретичних основ вчення про мінерало-утворюючі флюїди // Матеріали наук. конф., присвяч. 90-річчю від дня народження акад. В.С. Соболева*. – Львів: Вид-во Львів. держ. ун-ту, 1998. – С. 14–21.