

розчиняються, або розчиняються не в повному обсязі: SiO₂, TiO₂, Al₂O₃.

Встановлена залежність між нерозчинним залишком, наближення до функціональної R² = 0,9881, що дозволяє

рекомендувати використаний метод рентген-флуоресцентного аналізу для визначення цього параметру.

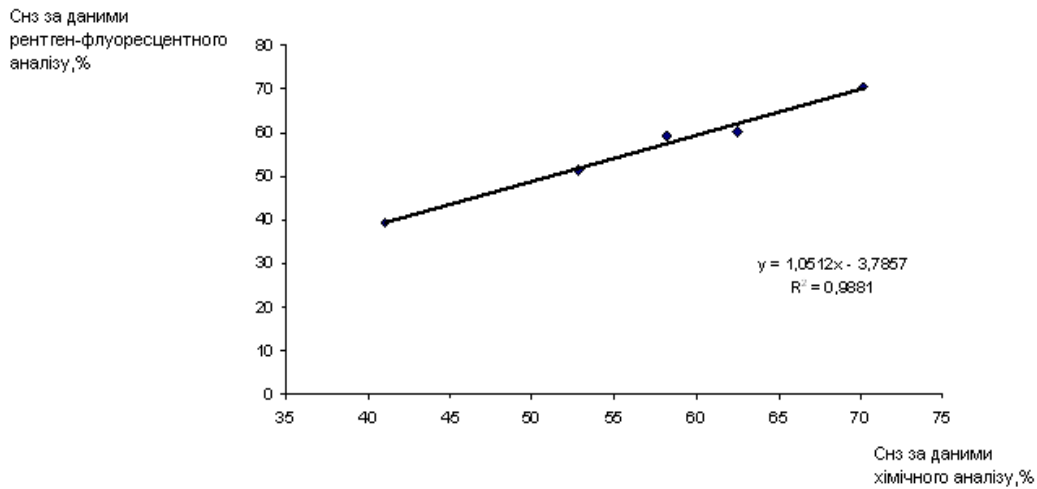


Рис. 1. Залежність між вмістом нерозчинного залишку, визначеного за даними хімічного аналізу та за даними рентген-флуоресцентного методу для досліджених карбонатних порід

Таблиця 3

Порівняння оцінки масової частки нерозчинних компонентів результатів досліджень (у % маси)

№ зразка	Рентген-флуоресцентний аналіз (оцінка)	Хімічний аналіз	Відмінність даних рентген-флуоресцентного аналізу від даних хімічного аналізу
12	58,94	58,16	0,78
17	60,04	62,49	-2,45
21	39,37	41,06	-1,69
52	70,55	70,2	0,35
60	51,45	52,8	-1,35

Висновки. Показана можливість визначення C_{нз} з достатньою точністю за даними рентген-флуоресцентного методу. Даний підхід можна рекомендувати для дослідження не тільки зразків карбонатних і карбонатомісних гірських порід, але й при дослідженні шламу порід-колекторів, що дозволить отримувати узагальнені характеристики на окремих інтервалах.

1. *Вижеа С.* Петроелектричні дослідження керну складно побудованих порід-колекторів // Вісник Київського ун-ту. Геологія. – 2010. – № 50. – С. 4–7. 2. *Вижеа С.А., Рева М.В., Гожик А.П., Онищук В.І., Онищук І.І.* Петроелектричні дослідження керну свердловини Чорноморського шельфу // Вісник Київського університету. Геологія. – 2008. – № 44 – С. 4–

8. 3. *Лукін А.* Примые поиски нефти и газа: причины неудач и пути повышения эффективности // Геолог Украины. – 2004. – № 3. – С. 18–45. 4. Научный сонет по аналитическим методам. Химические методы: Инструкция № 138–Х: Ускоренные химические методы определения породообразующих элементов. – М., 1976. 5. *Орлов О.О., Євдошук М.І., Омельченко В.Г.* Нафто-газопромислова геологія: Підручник / За ред. О.О. Орлова. – К., 2005. 6. *Поляков Е.А.* Методика изучения физических свойств коллекторов нефти и газа. – М., 1981. 7. *Смагунова А.Н., Лосев Н.Ф.* Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ. – Иркутск, 1975. 8. *Шнюков С.Є., Андреев О.В., Савенок С.П.* Фізичні методи дослідження хімічного складу мінеральної речовини: Посібник. – К., 2006.

Надійшла до редколегії 20.10.10

ДИСКУСІЇ

УДК 552.11

В. Шевчук, д-р геол.-мінералог. наук, проф.

ГРАНІТОЇДИ ОБЛАСТЕЙ ТЕКТОНО-МАГМАТИЧНОЇ АКТИВІЗАЦІЇ: ПРОБЛЕМИ ТИПІЗАЦІЇ ТА ГЕНЕЗИСУ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол.-мінералог. наук, проф. В.І. Павлишиним)

Розглядаються генетичні особливості і типізація гранітоїдів областей тектоно-магматичної активізації. Аргументується синхронний розвиток палінгенно-метасоматичних та метаматичних гранітоїдів, формування яких пояснюється взаємодією трансмантіїних флюїдів із твердими коровими субстратами у першому випадку і різноглибинними розплавами базит-ультрабазитового складу – у другому.

Genetic peculiarities and classification of granitoids in tectonomagmatic activation area are considered. Simultaneous evolution of palingene-metasomatic and metamagmatic granitoids is proved. Granitoid formation is explained by the interaction of transmantle fluids with the solid crust substrates in the first case and different depth basit and ultrabasite melts in the second one.

Постановка проблеми та мета повідомлення. Серед найбільш значимих проблем сучасної геології, докола яких час від часу розгортаються масштабні дискусії, належить так звана проблема гранітів. Перш за все йдеться про походження порід суттєво кварц-польовошпатового складу, якими складена значна

частина континентальної кори, хоча окрім генетичного проблема має також термінологічний і класифікаційний аспекти. Тривале протистояння гіпотез магматичного і метасоматичного походження гранітів, доповнене комп-

© Шевчук В., 2011

ромісною гіпотезою Д.С. Коржинського про гранітоутворення як магматичне заміщення, ще й досі не вважається вичерпаним.

Необхідність поглиблення досліджень проблем гранітоїдного петрогенезису підкреслюється, окрім іншого, незадовільністю існуючих класифікацій, зокрема розподілом гранітоїдів на комплекси регіонального значення або на формації із виключно петрографічним звучанням або далеко не завжди однозначним тектонічним змістом. Генетичні та класифікаційні проблеми особливо гостро відчуються в межах Українського щита, у докембрійській історії якого за загальним визнанням виділяється два етапи надзвичайно потужного гранітоутворення. На відміну від архейського плагіогранітоїдного магматизму, протерозойський етап відзначився виразним калієвим характером гранітоутворення [7]. Такі уявлення збігаються із результатами досліджень в межах інших древніх платформ планети, за якими на рубежі архею і протерозою усе більш впевнено фіксується докорінна зміна геохімічного профілю масового гранітоутворення (із натрового на калієвий), причому калієвий профіль зберігається на усіх наступних етапах геологічної еволюції планети.

Сучасна геологічна думка не заперечує реального співіснування різних шляхів гранітоїдного петрогенезису. Розв'язання ж проблеми масового гранітоутворення зводиться до з'ясування масштабності реалізації тих чи інших механізмів на основі ідентифікації структурно-тектонічних, структурно-текстурних, мінералого-петрографічних та геохімічних ознак гранітоїдів того чи іншого генетичного типу. На формування таких ознак має безпосередній вплив чимало факторів. Вагомими серед них визнаються геотектонічна позиція та геодинамічні режими областей масового гранітоутворення. Тривалий час аналіз цього спрямування та формаційні класифікації гранітоїдів базувалися на засадах геосинклінально-платформної гіпотези, з розвитком концепції тектоніки літосферних плит акценти змістилися у бік типізації гранітів за співставленнями із магматитами сучасних геодинамічних обстановок, що суттєво ускладнило класифікаційні проблеми. В обох випадках в Україні достатньо сильні позиції утримували уявлення про формування протерозойських гранітоїдів, принаймні значної їх частини, в умовах тектоно-магматичної активізації (ТМА). Співставлення генетичних особливостей протерозойського гранітоїдного магматизму УЩ та інших областей різновікової ТМА та позначення шляхів вирішення класифікаційних проблем є метою даного повідомлення.

Процеси ТМА у просторі і часі. Термін ТМА важко вважати загальноновизнаним, бо й досі тривають дискусії щодо суті процесів, які він охоплює, та масштабів їх прояву, хоча металогенічні особливості багатьох регіонів різних континентів пов'язують саме з ТМА. Розвиток уявлень про структури ТМА як про третій тип геоструктур континентів розпочався ще у 20-і роки минулого століття починаючи з робіт В.А. Обручєва і Е. Аргана. Г.Ф. Мірчінк у 40-і роки поряд з платформами і геосинкліналями виділяв брилові структури. Пізніше Є.В. Павловський ввів поняття аркогенезу, котрий видозмінює структуру платформ і супроводжується гранітними інтрузіями та строкатим вулканізмом. Але й після цього такі області називались або відродженими геосинкліналями (А.Д. Архангельський), або активізованими платформами (В.В. Белоусов). У роботах М.І. Ніколаєва і М.П. Хераскова була запропонована назва "орогенічні зони і області" з розподілом на епіплатформні і епігеосинклінальні. Ці терміни були сприйняті О.Л. Яншиним і В.Ю. Хаїним, з роботами яких пов'язане розповсюджене поняття "епіплатформний орогенез". У 60–70-х роках

зростаючий інтерес до металогенії таких областей позначився появою цілої низки нових понять. Нагадаємо дива-структури Чень-Гоа, епігонілі Ю.В. Комарова і П.М. Хренова, кіматогенез Л. Кінга, дейтерогенез К.В. Боголепова. Іноді у назвах підкреслювалась географія цих зон: структури східно-азіатського типу, тихоокеанського типу тощо. Однак, найбільш розповсюдженим, таким, що у різних словосполученнях сприймається більшістю дослідників, став термін "тектоно-магматична активізація". Розглядаючи питання типізації структур ТМА, М.С. Нагібіна, В.Ю. Хаїн і О.Л. Яншин дійшли висновку про те, що за морфологічними і формаційними ознаками вони розподіляються на: брилово-складчасті структури із гранітоїдним магматизмом, брилово-склепінні – з проявами базальтоїдного магматизму і брилово-склепінні структури, що не супроводжуються магматичною діяльністю [3]. Особливу вагу з металогенічних позицій мають структури гранітоїдної активізації (ревівачії, за М.С. Нагібіною), котрі відзначаються потужним розвитком різнотипних гранітоїдів і дещо потоншеною корою. Їх зв'язок з двома іншими типами може бути лише опосередкованим.

Процеси ТМА мали широке розповсюдження в історії планети. Зокрема, протерозойські активізаційні структури відомі у Східних Саянах, на південному заході Сибірської платформи, на Таймирі, в межах Українського щита та Африканської платформи. В палеозої широкий пояс структур цього типу прослідковується від Західної Європи до Монголії. Найбільш потужного розвитку процеси ТМА набули у мезозої, в межах майже замкнутого кільця довкола Тихого океану. Тут вони виявились накладеними на гетерогенну основу: древні Сибірську, Китайську, Північно- та Південно-Американську платформи, а також байкальські, каледонські, герцинські та кімерійські складчасті зони із раніше сформованою континентальною корою. Саме на цих прикладах з'ясовувались головні особливості неолітійного орогенезу та спряжених з ним процесів структуроутворення та магматизму, тобто сукупності процесів, котрі об'єднуються поняттям тектоно-магматична активізація орогенного типу.

Особливості гранітоїдів Східно-Азійського мезозойського орогенного поясу. Тектонічна позиція та особливості мезозойських гранітоїдів Тихоокеанського орогенного поясу обговорювались у роботах Є.К. Устієва, М.С. Нагібіної Т.В. Молчанової, І.М. Томсона, М.О. Фаворської, В.Ю. Хаїна, Ю.М. Шейнмана, М.І. Іцксона, Л.І. Красного та ін. В узагальненні М.С. Нагібіної зі співавторами підтверджується потужна активізація у мезозої тектонічних рухів на сході Азійського материка, що супроводжується інтенсивним гранітоїдним магматизмом, який послідовно омолоджується у східному напрямку. Автори приходять до висновку про глобальні причини ТМА, яка не обмежувалась активними континентальними країнами, а охоплювала значні території у глибині континенту. Азійській ситуації, за К.Кемпбелом, відповідає омолодження гранітоїдного магматизму Центральних Анд із заходу на схід, тобто від древньої платформи у бік океану. Однак, дані по Північно-Американських Кордильєрах (Ф.Б. Кінг, К. Сейферт, В.Ю. Хаїн та ін.) свідчать про прямо протилежну полярність – омолодження орогенезу і гранітоїдного магматизму від океану у глибину континенту, з виходом далеко за межі складчастих систем на древню платформу. Ця обставина загострює питання причинного взаємозв'язку орогенезу і гранітоутворення з попереднім власне геосинклінальним розвитком та з геодинамікою активних тихоокеанських країн.

Усебічний аналіз гранітоїдного магматизму як в межах Східно-Азійського, так і Кордильєрського орогенних поясів

показує чіткий розподіл гранітоїдів за двома генетичними типами. Найбільш повно вони охарактеризовані в межах Східного Забайкалля, де аргументовано загальний синхронний розвиток утворень обох генетичних типів [4].

Гранітоїди одного з них пов'язані із строкатими за складом комагматичними ефузивами у вулканно-плутонічній асоціації. Другий тип об'єднує плутонометаморфічні утворення батолітоподібних масивів та лінійних палінгенно-метасоматичних зон Інрузивні комплекси вулканно-плутонічної асоціації об'єднують масиви крупно-, гігантопорфіровидних та рапаківидних біотит-роговообманкових гранітів і гранодіоритів, штоки дрібно- та середньопорфіровидних і нерівномірнзернистих роговообманкових і біотит-роговообманкових кварцевих діоритів, габро-піроксенітів, габро-монзонітів, монзонітів і граносієнітів, дрібні штоки і дайки граніт-порфірів, сієніт-порфірів, діоритових порфіритів та лампрофірів. Для усіх утворень цього типу стійкими є наступні характеристики. 1) Суміщення ознак глибинної і приповерхневої кристалізації, що проявляється у приналежності до асоціації широкої гами порід від ультрабазитів і базитів з ознаками глибинного походження до жильних порфірових утворень з ознаками приповерхневої кристалізації. 2) Широка розповсюдженість ознак метасоматичного петрогенезису у типових магматитах. Поряд з ясним інтродуванням і неузгодженістю із структурою рами, тісним зв'язком із ефузивними комагматами і постмагматичними процесами, у породах поширені ознаки метасоматичного росту вкраплеників КПШ, зокрема, у шлірах, рідше у ксенолітах і екзоконтактних зонах. Нерідко у породах із рівномірним розподілом вкраплеників зустрічаються сингенетичні "зони" і "стовпи" різко збагачені кварцем і вкраплениками КПШ аж до появи порід кварц-калішпатового складу. 3) Суміщення практично в усіх породних різновидах ознак (у тому числі геохімічних) утворень кислого і основного складу, які розвиваються сприймаються як вияв "гібридності" розплаву. 4) Реакційні співвідношення різновікових мінеральних асоціацій (парагенезисів) у одних і тих же породах, котрі демонструють неодноразову зміну фізико-хімічних умов кристалізації розплаву. Такі особливості дозволяють визнати нерівноважність складу порід та особливе значення кварц-калішпатової асоціації, яка, розвиваючись на будь-якому етапі кристалізації розплаву, порушує режим кристалізаційної диференціації.

До плутоно-метаморфічної асоціації віднесено широке розмаїття порід з різким переважанням гранітоїдів, що складають автохтонні батолітоподібні тіла площею до 2000 км² із структурою граніто-гнейсових куполів та лінійних палінгенно-метасоматичних зон. Зональні батоліти відзначаються лінзовидною у розрізі формою, поступовими переходами від незміненого різновікового субстрату через очкові, порфіробластичні і смугасті мігматити до граніто-гнейсів і гранітів із відповідними мінеральними асоціаціями, чіткою зональністю метаморфічних і палінгенно-метасоматичних перетворень у відповідності з латеральними температурними градієнтами, взаємообумовленість петрогенних процесів, динамометаморфізму та купольного структуроутворення, найбільш пізні утворення параавтохтонних палінгенних гранітів.

Головні генетичні типи гранітоїдів областей ТМА. Співставлення особливостей протерозойського магматизму УЩ, мезозойського магматизму Східноазійського орогенного поясу та інших областей прояву різновікової ТМА демонструє принципову їх близькість, проявлену, перш за все, у паралельному розвитку зазначених генетичних типів гранітоїдів. Відмінності ж між ними, зокрема, виключна приналежність до протерозойського етапу власне гранітів-рапаківі, широкий

розвиток у габро-рапаківігранітній формації анортозитів, лабрадоритів, "плямистих" габро із вкраплениками КПШ, розбіжності щодо масштабів та структурних особливостей граніто-гнейсових тіл, відображають, очевидно, специфіку найбільш давньої ТМА калієвого профілю, і в першу чергу значно більш інтенсивний тепловий режим, але не суперечать загальним генетичним закономірностям, дослідження яких на прикладах різновікових проявів ТМА має тривалу історію.

Якщо серед гіпотез щодо походження гранітоїдів плутоно-метаморфічних асоціацій завжди переважали такі, що пов'язували їхнє утворення із дією глибинних флюїдів, що викликали метаморфізм, калій-кремнієвий метасоматоз, часткове або повне плавлення полігенного твердого субстрату, то походження гранітоїдів вулканно-плутонічних серій ще й досі вважається проблематичним. Зокрема, причини утворення вкраплеників КПШ, нерівноважності або "гібридизму" порід численні дослідники схильні бачити у змішуванні магм різного складу або асиміляції ними вміщуючи порід. Уявлення такого спрямування можна згрупувати наступним чином. 1. Самі породи і вкрапленики КПШ мають чисто магматичне походження і є продуктами своєрідної кристалізаційної диференціації. 2. Особливості петрогенезису пов'язані із приконтактовою асиміляцією гранітною магмою порід рами. 3. Гібридний склад гранітоїдів за рахунок асиміляції основною магмою порід кислого складу. 4. Формування частини вкраплеників шляхом кристалізації із магматичного розплаву, частини – в результаті порфіробластичної гранітизації порід субстрату, який слугував основою для палінгенної гранітної магми. 5. Утворення вкраплеників КПШ порфіробластичним шляхом в ксенолітах основних порід при взаємодії останніх з магмою кислого складу. 6. Вкрапленики КПШ, кварцу і кислого плагіоклазу є порфіробластичними, більш пізніми щодо базису.

Оскільки жодна з наведених гіпотез не пояснювала ряду важливих особливостей гранітоїдів областей ТМА, зокрема, неодноразову зміну складу послідовно виникаючих реакційних мінеральних асоціацій, певну ритмічність у зміні фізико-хімічних умов кристалізації розплавів, нами аргументується гіпотеза про утворення усієї різноманітності порід вулканно-плутонічних асоціацій, у тому числі порфіровидних гранітів, при взаємодії вихідних базит-ультрабазитових розплавів з підкоровими трансмагматичними флюїдами [4, 5, 6]. Таке припущення відповідає гіпотезі дебазифікації магм Д.С. Коржинського [1, 2] і дозволяє відносити порфіровидні граніти і граніти-рапаківі до метамагматичних утворень.

Таким чином, походження гранітоїдів обох генетичних типів пов'язується із функціонуванням одних і тих же потоків глибинних тепломасоносів (флюїдів), вплив котрих на різновікові метаморфічні і теригенно-вулканогенні корові утворення приводило до формування суттєво автохтонних палінгенно-метасоматичних гранітоїдів, а взаємодія із базитовими і навіть ультрабазитовими розплавами різних глибин – до формування метамагматичних утворень з інтрузивними формами залегання. Головним фактором та енергетичним джерелом масштабного магматизму, у тому числі різнотипного гранітоутворення уявляються саме наскрізномантіїні флюїди калій-кремнієвої спеціалізації, потоки яких на літосферному рівні регулюються відповідними геодинамічними режимами, котрі безпосередньо впливають на проникливість літосферних структур.

Термофлюїдні потоки, вірогідно, зароджувались на межі ядро-мантія в процесі диференціації рідкого ядра. Форма скупчень легких компонентів повинна відобразити характер конвекції і могла бути поясовою, з орієнтацією

поясів у відповідності із ротаційним режимом планети. Звісно, тривалість формування таких скупчень до досягнення критичних мас, шляхи та механізми їх послідовного підняття на коровий рівень, де стає можливим гранітоїдний петрогенезис, достеменно невідомі, можна лише припускати, що вона співставима із тривалістю відповідних етапів розвитку тектоно-магматичної активізації. У багатьох позиціях невідомим залишається також характер взаємозв'язків між суто літосферним тектогенезом, зокрема, кінематикою літосферних плит, і активізаційними процесами. Логічно припустити, що взаємообумовлені термофлюїдний за своєю природою орогенез і масовий гранітоїдний магматизм є різними виразами розвитку на літосферному рівні трансмантійних апвелінгів, які накладуються на плитну мозаїку того чи іншого етапу розвитку планети, певною мірою перебудовує її.

Перспективи розв'язання класифікаційних проблем. Повертаючись до класифікаційних проблем гранітоїдів областей ТМА, слід зазначити, що дуже різноманітні і часто подібні між собою за структурно-текстурними і мінералого-петрографічними ознаками утворення і палінгенно-метасоматичної, і метамагматичної асоціації об'єднують у собі хімічні компоненти як різноглибинних субстратів (твердих утворень або розплавів), так і надглибинних наскрізномантійних флюїдів. До того ж, повсюдно зустрічаються випадки взаємного, часом неодноразового накладання палінгенно-метасо-

матичних і метамагматичних перетворень. Звичні, зокрема, явища флюїдної проробки корових палінгенних розплавів, з утворенням палінгенно-метамагматичних лейкогранітів із спорадично розвиненими вкрапленнями калієвого польового шпату і тісними зв'язками із мігматитовими полями. Не менш поширені приклади накладених зон палінгенно-метасоматичної переробки метамагматичних, у тому числі порфіровидних гранітів. Відтак, коректне розчленування гранітоїдів можливе лише на основі адекватних генетичних уявлень та встановлення чітких діагностичних ознак порід різного, у тому числі комбінованого (полігенного) походження.

1. Коржинский Д.С. Потоки трансмагматических растворов и процессы гранитизации // Магматизм, формации кристаллических пород и глубины Земли: Труды IV Всесоюз. Петрограф. Совещ. Часть I. – М., 1972. – С. 144–153. 2. Коржинский Д.С. Метамагматические процессы // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1973. – № 12. – С. 3–6. 3. Нагибина М.С., Хаин В.Е., Яншин А.Л. Типы структур тектоно-магматической активизации и закономерности их развития // Закономерности размещения полезных ископаемых. Т. XI. – М., 1975. – С. 41–55. 4. Шевчук В.В., Смирнов В.И. Особенности генезиса мезозойских гранитоидов Восточного Забайкалья и их отражение в химизме пород // ДАН СССР. – 1989. – Т. 256, № 3. – С. 669–673. 5. Шевчук В.В. О происхождении порфиroidных и рапакивидных гранитов // Мин. сб. – 1990. – Вып. 2, № 44. – С. 104–111. 6. Шевчук В.В. Мезозойская тектоника и магматизм Восточного Забайкалья – фрагмента Восточно-Азиатского орогенного пояса // Тектоника Азии. – М., 1997. – С. 249–252. 7. Щербаков И. Петрология Украинского щита. – Львів, 2005.

Надійшла до редколегії 11.10.10