

УДК [551.243.5:551.243.12]:553.3.078(47)

А.В.Кузьмін,
В.А.Анісімов,
О.Ф.Маківчук,
В.А.Крюченко, д-р геол.-мінералог. наук

РОЛЬ ПРОЦЕСІВ ТЕКТОНО-МАГМАТИЧНОЇ (ТЕРМАЛЬНОЇ) АКТИВІЗАЦІЇ В УРАНОВОМУ РУДОУТВОРЕННІ В ПОРОДАХ ФУНДАМЕНТУ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

У ході виконання геолого-прогнозних досліджень у КП "Кіровгеологія" складено карту тектоно-термальної активізації (ТТА) порід фундаменту Українського щита (УЩ). Матеріал згруповано за віковими інтервалами, що відповідають встановленим для УЩ епохам привнесення урану. Аналіз одержаної інформації дозволив визначити основні території розвитку ТТА, які контролюються зонами довгоіснуючих глибинних розломів, і показав зв'язок з етапами ТТА накопичення урану у верхній частині земної кори впритул до утворення родовищ за рахунок в основному глибинних джерел урану.

During realization of the geological-prognostical researches in SE "Kirovgeology" the map of tectonic-thermal activation (TTA) of the basement of the Ukrainian Shield (USh) is made. A material is grouped in the time intervals corresponding to established for USh epoch of uranium introducing. The analysis of the received information has allowed to define the main territories TTA controlling by zones of diagonal deep faults, and has shown connection with stages TTA of accumulation of uranium in the top part of an earth's crust down to formation of deposits for the account mainly of deep sources of uranium.

Вступ. У ході виконання геолого-прогнозних досліджень у КП "Кіровгеологія" складено карту тектоно-магматичної, або в ширшому розумінні, за В.А.Рябенком, тектоно-термальної активізації (ТТА) порід фундаменту УЩ. В її основу покладено матеріали, поміщені в "Каталогі изотопных дат" видання 1978 р., а також усі дані, одержані в КП "Кіровгеологія" та в наукових орга-

нізаціях колишнього СРСР, що з ним співробітничали, щодо визначення ізотопного віку радіоактивної мінералізації (147 об'єктів, близько 600 визначень), а також цирконів у породах термоізохронним методом. Часто відмічуваний за даними калій-аргонових визначень суттєво молодший вік порід або мінералів-індикаторів у них у конкретних точках відносно віку серій чи комплек-

© А.В.Кузьмін, В.А.Анісімов, О.Ф.Маківчук, В.А.Крюченко, 2004

сів, до яких вони відносяться, був інтерпретований як відображення впливу ТТА, що призвела до ізотопного омолодження їх унаслідок втрати частини аргону. Враховано також датовані масиви порід різного складу, що мають інтрузивно-магматичну природу, дайкові утворення і вулканіти фанерозойського віку [5, 6, 7]. Весь матеріал згруповано у вікових інтервалах, що відповідають встановленим для УЩ епохам привнесення урану і ендеогенного уранового рудоутворення (2850-2600, 2200-2100, 2100-1900, 1800-1550, 1200-800, 600-500, 400-300, 100 млн років та менше) [1].

Постановка проблеми. Таким чином, уранпродукуючі епохи виражені не лише урановою мінералізацією, але й термально переробленими (ізотопно омолодженими) породами та магматичними утвореннями. Сумісний аналіз цієї інформації дозволив визначити основні території розвитку ТТА різних епох, які часто мають складний телескопований характер і в цілому контролюються великими довгоіснуючими тектонічними зонами, а також уточнити історію накопичення і концентрації до промислових масштабів урану в породах фундаменту і роль у цьому активізаційних процесів.

Виклад. За даними свинцево-ізотопних досліджень, виконаних у "Кіровогеології", у фундаменті УЩ не встановлено суттєвого розповсюдження спеціалізованих на уран метаморфічних формацій. Навіть вуглецевмісні товщі, зокрема Західно-Інгупецької зони, Побужжя і південної частини Волинського блока, не виявляють первинного збагачення ураном. У процесі метаморфізму при переході від зеленосланцевої до гранулітової фації породи втрачали понад 60 % первинно накопиченого урану [3]. У них збереглася лише та частина урану, яка в основному ввійшла до складу акцесорних мінералів. Помітних концентрацій урану, що був винесений з глибоко метаморфізованих товщ, установити не вдалося, очевидно, з причини глибокого ерозійного зрізу цих утворень.

Палінгенно-анатектичне гранітоутворення в архей і ранньому протерозой, яке привело до формування порід плагіогранітоїдного ряду, в основному відбувалося "in situ" без значного переміщення і диференціації розплавів, що зумовило їхню загальну малу металогенічну перспективність. Ці гранітоїди характеризуються низькими концентраціями радіоактивних елементів (нижче половини кларку для кислих порід). У цілому перетворення метаморфітів в анатектити не привело до помітної зміни вмісту урану.

Концентрація радіоактивних елементів до трьох кларків для кислих порід і більше у формі акцесоріїв – ортиту, ториту, монациту, циркону – у фундаменті УЩ з'явилася в епоху 2850-2600 млн років у зв'язку з формуванням масивів мікроклінових гранітів мокромосковського та токівського комплексів за визначальної ролі кремній-калієвого метасоматозу. Дрібні прояви торій-уранової акцесорної мінералізації з ізотопним віком 2900-2700 млн років відомі в Братському синклінорії, західному та північно-східному обрамленнях Корсунь-Новомиргородського плутону, на Казанківському піднятті. Очевидно, це пов'язано з гранітоїдами, подібними до токівських чи мокромосковських, інтенсивно переробленими в процесі формування гранітоїдних комплексів у ранньому протерозой. Концентрації урану в пізньоархейських мікроклінових гранітах у ході подальшої екзогенної міграції послужили джерелом його при формуванні уранового зруденіння в базальних конгломератах і пісковиках скелюватської світи з ізотопним віком 2600-2400 млн років, а також обумовили збагачення ураном гнейсів тетерівської й росинсько-тікицької серій та чечелівської світи інгуло-інгулецької серії на локальних ділянках. У межах Дніпровського блока ці гранітоїди на тлі порід дніпропетровського та сурського комплексів мають

видгляд прояву пізньоархейської протоактивізації. На решті території щита в цей час були впроваджені мафіт-ультрамафітові інтрузії деренюхінського, капітанівського, юрївського, девладівського та мангуського комплексів.

Стійке зростання концентрації урану і торію в породах фундаменту в 2-3 рази відносно метаморфітів і гранітоїдів палінгенно-анатектичного ряду пов'язано з регіональним кремній-калієвим метасоматозом у процесі формування палінгенно-метасоматичних гранітоїдів кіровоградсько-житомирського надкомплексу в епоху 2100-1900 млн років. З привнесенням калію в ході гранітоутворення пов'язана поява радіоактивної акцесорної мінералізації, у складі якої з розвитком процесу відмічається наростання мінеральних фаз, збагачених ураном (поява циртолиту й уранініту, падіння торій-уранового співвідношення в монацитах). Збагачені радіоактивними елементами пегматоїдні утворення з ізотопним віком 2000-1900 млн років достатньо широко розвинуті на всій території УЩ, особливо в межах Білоцерківського і Кіровоградського блоків. У заключну фазу гранітизації сформувалося зруденіння рідкісноземельно-торій-уранової формації у високотемпературних кремній-калієвих метасоматитах, яке дало дрібні родовища і розглядається як гідротермальне постгранітизаційне. На погляд більшості дослідників, джерелом урану в ході палінгенно-метасоматичної гранітизації й постгранітизаційного рудоутворення стали кризьмагматичні флюїди. Формуванню ранньопротерозойських палінгенно-метасоматичних гранітоїдів, очевидно, безпосередньо передувала тектонічна активізація, унаслідок якої глибинні розломи могли розкривати в земній корі раніш створені проміжні магматичні осередки, у результаті чого пов'язані з ними гідротермальні розчини обумовили розвиток жильно-штоковкової уранової мінералізації віком 2100-2150 млн років.

З епохою 2100-2000 млн років пов'язано утворення локальних проявів ультраосновної лужної з карбонатами формації, найбільш вивчений чернігівський комплекс якої вміщує значну кількість акцесорної торій-уранової й власне уранової мінералізації. Ця формація розглядається як урановмісна, а підкорове походження її сумнівів не викликає. У період 2100-1900 млн років були сформовані алохтонні масиви ортит-сфенових гранітів салтичанського комплексу, а також інтрузії обіточненського, хлібодарівського, осницького, букинського, хмільницького і кишинського комплексів, причому граніти двох останніх комплексів збагачені ураном. Таким чином, кінець раннього протерозой ознаменувався не лише так званім калієвим вибухом і пов'язаним з ним регіональним привнесенням урану з глибин, а й активним розвитком інтрузивної діяльності з утворенням комплексу порід різної формаційної належності.

Наступний етап привнесення урану у верхню частину земної кори відбувся в епоху 1800-1550 млн років ТТА цієї епохи різною мірою проявлена на всій території УЩ, але пов'язане з нею промислове уранове зруденіння в середньотемпературних карбонатно-натрієвих метасоматитах, яке становить основу мінерально-сировинної бази урану України, відкрито лише в межах Кіровоградського блока. Багато дослідників [4] утворення цього зруденіння відносять до заключної фази ранньопротерозойського гранітоутворення і розглядають його, як результат витіснення великих мас натрію на фланги теплових куполів унаслідок високої активності калію. Разом з тим встановлено, що в цьому районі з моменту завершення формування зруденіння в кремній-калієвих метасоматитах інтенсивно проявилася ТТА, з якою пов'язано утворення Корсунь-Новомиргородського плутону і термальне омолодження гранітоїдів Новоукраїнського масиву. Унаслідок блокових рухів значна частина території перейшла на інший термо-

динамічний рівень формування тектонітів. Це виявилось в накладенні катакластичного метаморфізму з утворенням діафоритів альбіт-мусковіт-хлоритової субфації в зонах довгоіснуючих розломів на тектоніти, сформовані в режимі пластичної деформації в умовах амфіболітової фації. Ці діафорити не мають слідів привнесення ні натрію, ні урану, а петрохімічні розрахунки показали, що привнесення калію і кремнію в ході гранітизації Новоукраїнського антиклінорію не супроводжувалося зміною вмісту натрію. За рядом морфологічних і мінералого-петрографічних ознак ураноносні карбонатно-натрієві метасоматити накладені на діафорити. Вони розвинуті серед порід, для яких характерні як регіональне привнесення, так і винесення урану, різні ступені гранітизації й рівні вмісту урану в гранітоїдах. Це підкреслює автономний характер рудоутворюючих процесів, що мають наскрізь структурний вигляд. Накладення егіринових альбітитів на діафорити, а також наявність у "зонах пропарювання" фторапатиту і флюориту, що свідчить про привнесення урану у формі фторидних сполук, стійких при температурах вище 400°C, знаменують собою новий етап ендегенної активності з підвищенням температур і зміною типу лужності. Він відірваний від генетичної лінії формування постгранітизаційної уранової мінералізації на 100–150 млн років. Склад і будова тіл метасоматитів свідчать про те, що у рудоносних розчинів була відсутня фізико-хімічна еволюція, властива постмагматичним процесам. Ця особливість характерна для глибинних флюїдів. Виконані визначення ізотопного складу сірки, вуглецю і кисню метасоматитів Кіровоградського рудного району свідчать про суттєву роль глибинного джерела речовини [4]. У 80-ті рр. в ІГЕМ на матеріалах з ураноносності натрієвих метасоматитів Українського, Канадського і Балтійського щитів розроблена мантіїно-флюїдна модель формування їх у зв'язку із середньопротерозойською автономною ТТА. Як відомо, основним доводом проти ювенільного джерела урану вважається його низький вміст в основних і ультраосновних породах та сильно виражені літофільні властивості. Однак виконані в 70-х рр. дослідження [2] показали, що вміст літо- і халькофільних елементів у включеннях порід верхньої мантії в базальтоїдах та кімберлітах у середньому на 1-2 порядки вище, ніж вважалося раніше, а в продуктах кристалізаційної диференціації лужно-ультраосновної й лужно-базальтоїдної магм вміст торію, урану та інших літофільних елементів вищий, ніж у гранітоїдах.

На решті території щита ТТА цієї епохи, крім ізотопного омолодження порід і невеликої кількості уранопроявів, виражена розвитком інтрузій коростенського, корсунь-новомиргородського, реутівського, південнокальцицького, октябрьського, кам'яногомільського, пержанського і, очевидно, руськополянського комплексів, які характеризуються в цілому підвищеними концентраціями ура-

ну, а також численними дайками строкатого складу в межах усіх мегаблоків УЩ.

Ендегенне уранове зруденіння всіх пізніших епох (1200-800, 600-500 млн років та ін.) у межах УЩ і його схилів представлено жильно-штокверковим типом у породах різного складу та віку. У регіональному плані воно концентрується в зонах довгоіснуючих глибинних розломів і особливо у вузлах їхнього сполучення. ТТА в основному виражена в ізотопному омолодженні порід і розвитку уранової мінералізації, меншою мірою – проявами магматизму. У центральній і приазовській частинах щита відомі дайки з ізотопним віком 600-500 млн років [6], на стику Білоцерківського і Подільського блоків – релікти покривів ефузивів з віком від 750 до 400 млн років, ефузивні й екструзивні тіла різного складу герцинського віку встановлено в межах Кіровоградського і Приазовського блоків і, нарешті, утворення так званого болтиського комплексу – у північній частині Кіровоградського блока. За даними свинцево-ізотопних досліджень привнесення урану, особливо локальне, мало досить широке розповсюдження після завершення гранітоутворення в кінці раннього протерозою, однак методика розрахунку міграції, що застосовувалась, не дозволяє надійно судити про епоху, в якій вона (міграція) відбувалася. Цей недолік значною мірою заповнюється прямими визначеннями віку уранової мінералізації, які, зокрема, підтверджують часте телескопування ТТА різних епох на одних і тих же ділянках.

Висновки. Уранова мінералізація епохи 1200-800 млн р. встановлена на 45, а епохи 600-500 млн років – на 26 уранопроявах на всій території щита, крім Дністровського блока. Локальніше (22 уранопрояви) розвинута уранова мінералізація, пов'язана з герцинським та альпійським тектогенезом. Жильно-штокверковий тип зруденіння обумовлює локальний розвиток навколорудних низькотемпературних змін і первинних радіогеохімічних ореолів, що ускладнює його виявлення. Передбачається ювенільно-асиміляційне джерело рудної речовини з перевагою ювенільної складової і з деяким збільшенням вмісту у флюїдах урану за рахунок порід, збагачених ним у процесі гранітизації.

1. Анисимов В.А., Бакаржеев А.Х., Маківчук О.Ф. и др. Этапы геологического развития и металлогеническое районирование территории Украины по урану // Геол. журн. – 1996. – № 3-4. – С.70-77. 2. Барсуков В.Л., Дмитриев Л.В. О роли мантийных источников рудного вещества в формировании и размещении некоторых месторождений полезных ископаемых // Геология рудных месторождений. – 1975. – № 4. – С.43-50. 3. Белевцев Я.Н., Коваль В.Б., Николаенко В.И. Современные проблемы эндогенного рудообразования. – К., 1972. 4. Генетические типы и закономерности размещения урановых месторождений Украины / Я.Н.Белевцев, В.Б.Коваль, А.Х.Бакаржеев и др. – К., 1995. 5. Каталог изотопных дат Украинского щита / Н.П.Щербак, В.Г.Злобенко, Г.В.Жуков и др. – К., 1978. 6. Кулиш Е.А., Земсков Г.А. Эпикратонная рудополизация урана и рифей-фанерозойский рудогеоз Украинского щита // Аспекты минералогии Украины: Сб. материалов. – К., 2000. – С.236-240. 7. Рябенко В.А., Міхницька Т.П. Рифей України. – К., 2000.