



РЕДКОМЕТАЛЛЬНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ПОЛЯРНОГО УРАЛА: ВРЕМЯ ФОРМИРОВАНИЯ

К. г.-м. н. О. В. Удоратина
udoratina@geo.komisc.ru

Возраст и генезис редкометалльной минерализации на Полярном Урале являются на сегодняшний день дискуссионными и актуальными вопросами по причине появившихся в последнее время Rb—Sr и U—Pb изотопных данных. Они не только не прояснили, но и поставили еще больше вопросов в понимании эволюции редкометалльных процессов и их связи с породами субстрата.

Характеристика

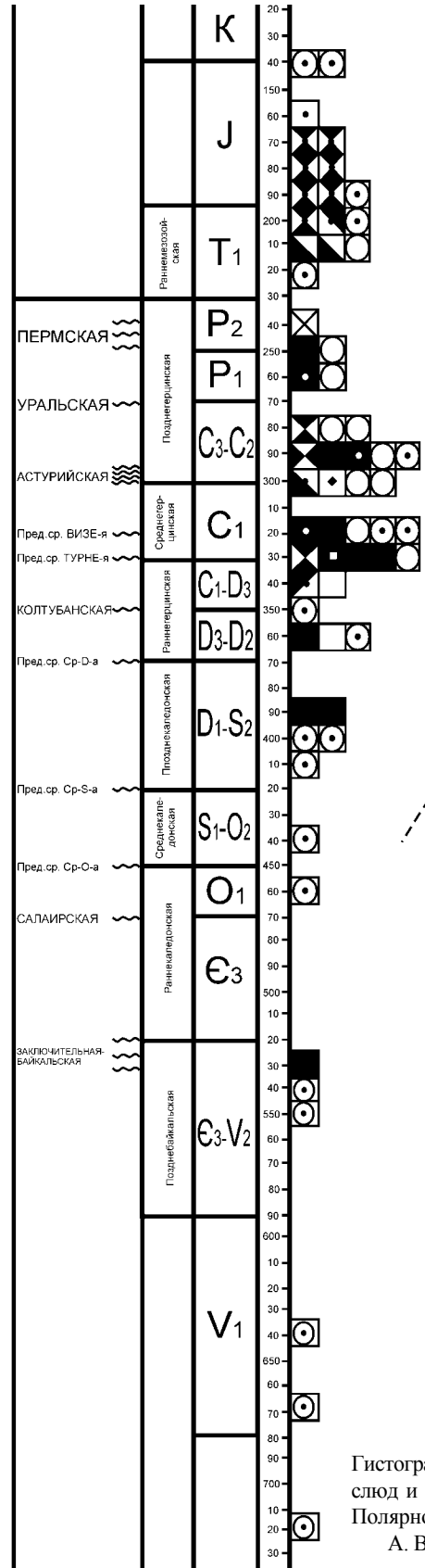
редкометалльных рудных полей

Редкометалльные (Nb-Ta, Zr, HREE, Be) месторождения (Тайкеуское, Усть-Мраморное, Неудачное, Лонготьюганское) и рудопроявления (Крестовое, Немурьюганское) расположены на Полярном Урале в Западно-Харьбейской рудной зоне Центрально-Уральского поднятия. Месторождения генетически связаны с лонготьюганским комплексом метасоматических гранитоидов, представленным лейкогранитами, микроклинитами и альбититами (Корреляция..., 1985) и парагенетически с мелкими телами гранитоидов полярноуральского и сядатяхинского (?) комплексов.

Рудные объекты сосредоточены в пределах Лонготьюганской антиформы, размещение зон щелочного метасоматоза определяется поперечными структурами (лонготьюганским крестовым разломами), которые контролируют зоны проявления редкометалльных руд. Характер минеральных парагенезисов, структур и микроструктур пород указывает на их метасоматическое происхождение. Породы редкометалльного метасоматического комплекса относились к формации редкометалльных щелочных метасоматитов зон разломов докембрийского фундамента (Апельцин и др., 1967; Калиновский, Игнатов, 1987), связь с магматитами рассматривалась как парагенетическая. Отмечалось, что основная часть руд сформирована на контакте гранитных тел с вмещающими их вулканогенно-осадочными породами нюрвейской серии среднего рифея и терригенно-карбонатными отложениями немурьюганской свиты верхнего рифея,

метаморфизованными в условиях зеленосланцевой фации.

Неизмененные (безрудные, реликтовые, субстратные) гранитоиды слагают небольшие синклюдчатые тела и представлены рассланцованными (разгнейсованными), полосчатыми, лейкократовыми (розовыми) микроклин-пертитовыми гранитами. Метасоматиты представлены микроклинитами, альбититами, кварц-альбитовыми и кварц-двополевошпатовыми породами. Измененные альбитизированные и грейзенизированные граниты представлены светлыми разностями бело-серого, при большом развитии мусковита зеленоватобелого цвета, интенсивно флюоритизированные породы приобретают фиолетовый оттенок. Породы равномернозернистые, мелко- и среднезернистые. Под микроскопом наблюдаются бластогранитные структуры, участками реликтовые — гипидиоморфнозернистые, участками новообразованные — гранобластовые. Минеральный состав (об. %): кварц — 20—40, микроклин — 10—20, альбит — 20—30, мусковит (селадонит) — 10—30. Петрохимически минерализованные альбитизированные и грейзенизированные породы соответствуют гранитам, содержание кремнезема составляет 73—77 мас. %. В породах наблюдается альбитизация и окварцевание, ведущие к удвоению содержания оксида натрия, а преобладание натрия над калием увеличивается до восьми раз. В наиболее минерализованных участках содержание щелочей соответствует гранитам, но в них наблюдается резкое (в десятки и тысячи раз) увеличение концентраций F, Zr, Hf, Ta, Nb, Y, HREE, Th, U и Pb.



Гистограммы значений K—Ar абсолютного возраста слюд и микроклина различных типов метасоматитов Полярного Урала (Тайкеуский рудный узел). По А. В. Калиновскому и М. И. Игнатову (1987)



Геохронология магматического и метасоматического процессов

Судя по работам Ф. Р. Апельцина и других (1968), А. В. Калиновского, М. М. Игнатова (1987), казалось, проблема возрастного соотношения магматического и рудного процессов была решена (см. рисунок). В работе «Корреляция магматических комплексов Европейского северо-востока СССР» породы, несущие оруденение, объединены в редкометалльный лонготьюганский комплекс позднепалеозойского возраста. Ис-

та, малакона, фергусонита) и минералов, слагающих породы редкометалльного лонготьюганского комплекса (альбита, микроклина, фенгита) и пород по валу, возраст установлен К—Аг и U—Pb методами в интервале 350—175 млн лет (Абсолютный..., 1968; Калиновский, Игнатов, 1987; Корреляция..., 1985) (табл. 1). Изотопных данных о возрасте гранитоидов полярноуральского комплекса, являющихся субстратом рудных метасоматитов, нет. Некоторые исследователи считают их допалеозойскими

«реогранитизированы» в позднем палеозое (Апельцин и др., 1967).

Полученные нами первые Rb—Sr изотопно-геохимические данные по породам и минералам лонготьюганского комплекса указывают на значительный разброс значений изотопного возраста для различных месторождений (млн лет), погрешности соответствуют 2σ, приведенным в табл. 2 по О. В. Удоратиной, В. Л. Андреичеву (2005).

По этим данным, возраст всех месторождений тяготеет к рубежу 350 млн лет — времени максимального развития метасоматических процессов в этой части региона (связывали его с началом позднепалеозойской коллизии на Полярном Урале).

Проведенные исследования цирконов U—Pb методом на SHRIMP-II также оставляют открытым этот вопрос (Удоратина, Ларионов, 2005). Единичные зерна циркона, выделенные из пород, слагающих собственно рудные поля, невозможно исследовать из-за высокой концентрации урана. Кроме того, в рудных полях наблюдается геохимически избыточный свинец. Именно на месторождении Тайкеу впервые был обнаружен пломбопирохлор, свинец также входит в структуру хлоритов (Зарайский, Удоратина, 2003). Однако на периферии рудного поля из пробы измененных гранитов (массив Тайкеу) был извлечен циркон с удовлетворяющим содержанием урана, при исследовании которого был получен конкордантный возраст

Таблица 1

Время проявления метаморфических и метасоматических процессов в Харбейском блоке на Полярном Урале

Процессы и породы	Возраст, млн лет (максимум)	Источник
Редкометалльные альбититы	354—300 (330)	Ф. Р. Апельцин и др., 1968
Гранитообразование	490—410 (445) 420—307 (365)	С. Г. Караченцев, 1972
Альбитизация и грейзенизация	380; 365—305 (340)	Н. П. Юшкин и др., 1975
Региональный зональный метаморфизм (амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фации) в восточной части Харбейского блока и зеленосланцевый — в западной	450—430	Д. Н. Литошко, 1987
Региональный диафторез и гранитизация	375—360	Д. Н. Литошко, 1987
Приразломный щелочно-кремниевый метасоматоз	320—300	Д. Н. Литошко, 1987
Редкометалльная минерализация	390—380 (340)	А. В. Калиновский, М. И. Игнатов, 1987
Околорудные метасоматиты	380—360, 300—265	В. И. Силаев, 1982

тория формирования оруденения рассматривалась как развитие процессов активизации (отраженной активизации) в древних гранитоидах Харбейского блока, на которые накладывались более молодые (356—280 млн лет) редкометалльные метасоматиты, внедрялись послеметасоматические граниты, завершившие складчатость позднепермского возраста и формировались многочисленные мелкие тела гранитоидов гранит-аляскитовой формации. Таким образом, древние гранитоиды рассматривались как породы субстрата по отношению к редкометалльному комплексу.

Возраст древних гранитоидов принимался как раннеордовикский, кембрийский, а возможно, и докембрийский (полярноуральский комплекс). Разновозрастность субстрата и рудных образований до сих пор не подтверждена достаточным фактическим материалом (отсутствуют данные изотопного датирования).

Для рудных минералов (самарски-

Rb—Sr изотопно-геохимические данные по породам и минералам лонготьюганского комплекса

Месторождения	Материал	Возраст, млн лет	(⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr) ₀
Тайкеуское	WR и минералы	299 ± 42	0.731 ± 0.003
Усть-Мраморное	WR	383 ± 99	0.7150 ± 0.0035
Неудачное	WR	389 ± 20	0.762 ± 0.004
Лонготьюганское	WR	352 ± 5.7	0.722 ± 0.004

по находкам гальки гранитоидов в конгломератах ордовика и кембрия. Другие, в частности В. Н. Охотников (1985), — раннеордовикскими. М. А. Шишкин (1999, неопубликованные данные) гранитоиды региона подразделяет на сядатаяхинский комплекс V—C₁, полярноуральский комплекс, сформированный во временном интервале R₃—PZ₁₋₂ (?), и лонготьюганский комплекс позднепалеозойского возраста. Таким образом, по имеющимся представлениям, гранитоиды полярноуральского комплекса формировались в течение весьма длительного времени, с позднего рифея по ранний палеозой, и были участками

444 ± 10 млн лет, что соответствует позднему ордовика. Учитывая оставшиеся неизученными центральные части цирконов, ввиду высокой концентрации в них урана, трудно сказать, относится ли эта цифра к формированию гранитоидов полярноуральского комплекса (субстрата оруденения) или к возрасту метасоматических процессов, сформировавших гранитоиды лонготьюганского комплекса и редкометалльное оруденение.

Полученный возраст коррелируется с Rb—Sr и U—Pb данными (460—420 млн лет), характерными для гранитоидных массивов Северного, Приполярного и Полярного Урала, в которых так-

Таблица 2



же проявляется наложенное редкометалльное оруденение (Удоратина, Андреичев, 2004), и его можно рассматривать как возраст полярноуральского комплекса. Гранитоиды этого комплекса всегда сопоставлялись с гранитоидами сальнерско-маньхамбовского комплекса (Приполярный Урал), для части массивов которого в настоящее время обосновывается раннекембрийский возраст (Удоратина и др., 2005). Предполагается, что они сформировались в результате коллизии и синколлизии коллапса орогена, имевшего место в венд-кембрийское время на территории Печорской плиты (Kuznetsov, et al., 2005). Полученный же возраст (460—420 млн лет) рассматривался как время проявления метаморфических процессов в гранитоидах (табл. 1). Кроме того, получены Rb—Sr данные по вторичным кварцитам, возрастом 466 ± 63 млн лет, развитым в этой же зоне. (Удоратина и др., 2003). Он также отражен в генерациях цирконов из гранито-гнейсов няргинского блока (Приполярный Урал), фиксирующих некое эндогенное событие.

Для позднеордовикского времени известны проявления эндогенной активности, связанной с надсубдукционными обстановками, реконструируемыми для Полярного Урала (Кузнецов, Борисенко, 2000; Тектоническая..., 2001). Но известные для редкометалльных метасоматитов цифры абсолютного возраста тяготеют к позднепалеозойским коллизийным процессам.

Таким образом, в гранитоидах Полярного Урала, несущих редкометалльное оруденение, проявлено по крайней мере два этапа, которые можно соотнести с коллизийными процессами:

I этап — раннекембрийская коллизия (доуральская (тиманская), в результате которой были сформированы гранитоиды полярноуральского комплекса;

II этап — палеозойская коллизия (уральская), в результате которой были сформированы гранитоиды лонготьюганского комплекса.

Редкометалльные метасоматические гранитоиды лонготьюганского комплекса сформировались в участках дробления и милонитизации, трассирующих зоны разломов по гранитоидам полярноуральского комплекса (возраст которого неизвестен).

Источник рудных компонентов этих комплексных месторождений весьма проблематичен. Согласно существующим теоретическим и экспериментальным представлениям (Зарайский, 2004),

формирование редкометалльного оруденения происходит на магматическом этапе, на последующей флюидной (гидротермальной) стадии происходит концентрация руд и формирование месторождений. Но между этими этапами нет временного перерыва (все даты изотопного возраста варьируются в пределах погрешностей метода), это и есть классические «апограниты» в понимании А. А. Беуса (Беус и др., 1965). Исследуемые редкометалльные гранитоиды Полярного Урала также относились к формации апогранитов, но наблюдаемая для месторождений Полярного Урала оторванность во времени минералов (и руд), слагающих лонготьюганский комплекс, от магматитов полярноуральского комплекса необъяснима в рамках существующих представлений о генезисе редкометалльных руд, связанных с кислыми магмами. На наш взгляд, это указывает, на то, что на Полярном Урале развит другой тип редкометалльных месторождений.

Литература

Абсолютный возраст некоторых генетических типов гранитоидов в Харбейском блоке (Полярный Урал) / Ф. Р. Апельцин, В. И. Малышев, С. И. Зыков и др. // Советская геология. 1968. № 6. С. 89—99.

Альбитизированные и грейзенизированные граниты (апограниты) / А. А. Беус, Э. А. Северов, А. А. Ситнин, К. Д. Субботин. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 196 с.

Апельцин Ф. Р., Скоробогатова Н. В., Якушин Л. Н. Генетические черты редкометалльных гранитоидов Полярного Урала и условия их редкометалльной металлогенической специализации. М.: Недра, 1967. 202 с.

Зарайский Г. П. Условия образования редкометалльных месторождений, связанных с гранитным магматизмом // Смирновский сборник-2004. М.: МГУ, 2004. С. 105—192.

Зарайский Г. П., Коржинская В. С., Соболева Ю. Б. Экспериментальная оценка гидротермального транспорта Ta и Nb в связи с проблемой генезиса месторождений тантала в «апогранитах» // ЕСЭМПП-2004. М.: ГЕОХИ РАН, 2004. С. 27—28.

Зарайский Г. П., Удоратина О. В. Свинец и цинк в хлоритах и фенгитах редкометалльного месторождения Тайкеу на Полярном Урале // Минералогия Урала. Т. II. Минералогия месторождений и руд Урала. Миасс: Имин УрО РАН, 2003. С. 143—151.

Калиновский А. В., Игатов М. М. Редкометалльные топоминералогические системы района развития щелочных метасоматитов // Минералогия рудоносных территорий Европейского северо-востока СССР. Сыктывкар, 1987. С. 5—17.

Корреляция магматических комплексов Европейского северо-востока СССР / В. Н. Охотников, В. И. Мизин, Л. Т. Белякова и др. Сыктывкар, 1985. Вып. 53. 24 с. (Серия препр. Науч. реком. — народн. хоз-ву).

Кузнецов Н. Б., Борисенко Д. В. Палеозойский базальтовый вулканизм западного склона Полярного Урала — вещественная характеристика и геодинамическая интерпретация // Петрография на рубеже XXI века: итоги и перспективы. Материалы Второго Всероссийского петрограф. совещ. Сыктывкар, 2000. Т. IV. С. 77—79.

Литовико Д. Н. Возраст оруденения на Полярном Урале // Минералогия рудоносных территорий Европейского северо-востока СССР. Сыктывкар, 1987. С. 18—28.

Объяснительная записка. Геологическая карта СССР м-ба 1:200 000. Серия Североуральская. Лист Q-42-1. М., 1984. 107 с.

Охотников В. Н. Гранитоиды и рудообразование (Полярный Урал). Л.: Наука, 1985. 184 с.

Силаев В. И., Андреичев В. Л. Геохронологическая модель сульфидной гидротермальной минерализации севера Полярного Урала (на примере Саурей-Лекынтальбейского рудного узла) / Геология рудных месторождений, 1982, № 2. С. 97—101.

Тектоническая история Полярного Урала. М.: Наука, 2001. 191 с. (Тр. ГИН РАН, Вып. 531.)

Удоратина О. В., Андреичев В. Л. K—Ar и Rb—Sr изотопно-геохронометрические системы в гранитоидах Харбейского массива (Полярный Урал) // Геология и полезные ископаемые западного склона Урала: Материалы регион. научно-практич. конф. Пермь, 2004. С. 42—46.

Удоратина О. В., Андреичев В. Л. Изотопно-геохронометрические системы в гранитоидах массива Маньхамбо (Северный Урал) // Петрология магматических и метаморфических комплексов: Материалы Пятой ежегодной научной конф. Томск, 2004. Вып. 5. Т. I. С. 78—82.

Удоратина О. В., Андреичев В. Л. Новые данные о возрасте гранитоидов лонготьюганского комплекса (Полярный Урал) // Происхождение магматических пород: Материалы Междунар. (X Всерос.) петрограф. совещ. Апатиты: Изд-во Кольского НЦ РАН, 2005. Т. 2. С. 269—271.

Удоратина О. В., Ларионов А. Н. Возраст гранитоидов массива Тайкеу (Полярный Урал): U—Pb данные // Строение, геодинамика и минерагенические процессы в литосфере: Материалы XI Междунар. конф. Сыктывкар: Геопринт, 2005. С. 346—349.

Удоратина О. В., Силаев В. И., Деленицин А. А. Вторичные кварциты Полярного Урала как репер геологической истории развития пассивной окраины Восточно-Европейского континента // ДАН. 2003. Т. 391, № 6. С. 799—803.

Удоратина О. В., Соболева А. А., Кузнецов Н. А. и др. Возраст гранитоидов Маньхамбовского и Ильязского массивов (Северный Урал): U—Pb данные // ДАН. (в печати).

Kuznetsov N. B., Soboleva A. A., Udoratina O. V. Architecture of Neo-Proterozoic basement of North-Eastern European margin (Timan-Pechora basin and Northern part of Central Ural Uplifts) as a result of the Arctica — Baltica continental collision // Geophysical Research Abstracts, 2005. Vol. 7.