

## **К проблеме парагенетической взаимосвязи процессов магматизма, катагенеза рифейских осадков и формирования уранового оруденения Ладожского прогиба (Карелия) в свете изотопно-геохронологических данных**

Применение методов изотопной геохронологии и геохимии представляет один из возможных путей решения сложной проблемы генезиса урановых месторождений «типа несогласия». Предлагаемая работа представляет результаты петрографо-минералогических и изотопно-геохронологических исследований вмещающих пород в районе уранового месторождения Карку в Северном Приладожье, локализованного в нижней части разреза рифейской терригенной толщи.

Обобщая многочисленные публикации [Ahall et al., 2000; Rämö et al., 2001 и др.], можно констатировать, что основным тектоно-магматическим содержанием рифейского этапа развития Балтии было: 1) становление массивов гранитов рапакиви и сопровождающих их пород – АМСГ (анортозитов-мангеритов-чарнокитов-гранитов рапакиви) ассоциации (1650–1500 млн. лет); 2) внедрение роев диабазовых даек, силлов и проявления бимодального вулканизма и габбро-гранитных интрузивных ассоциаций (субиотний, 1640–1362 млн. лет); 3) заложение грабенных, рифтогенных впадин и накопление в них терригенных осадков континентального типа (субиотний, иотний – от 1500(?) до 1270 млн. лет); 4) гидротермальная деятельность, связанная с активизацией разрывных структур (1350–1318 млн. лет); 5) внедрение диабазовых даек, преимущественно в пределах иотнийских осадочных бассейнов (постиотний, 1268–1258 млн. лет). Как видно, этот период характеризуется тектоно-магматическими событиями рифтогенного типа.

Окраинная часть Ладожского прогиба, где расположено урановое месторождение Карку, занимает часть северо-восточного побережья Ладожского озера. Этот прогиб, относящийся к ранне-среднерифейской Финско-Ботническо-Балтийской рифтовой системе, выполнен вулканогенно-осадочным комплексом пород, современная мощность которого составляет около 650 метров. Его основание образовано AR и PR кристаллическими сланцами и гнейсами южной части Балтийского щита. В состав осадочной части комплекса входят аллювиально-дельтовые и мелководные красноцветные и пестроцветные кварцевые и полевошпатово-кварцевые песчаники, гравелиты, мелкогалечниковые конгломераты, осадочные брекчии при подчиненном значении тонкообломочных пород. В низах разреза наблюдается обогащенность осадков твердыми битумами (содер-

<sup>1</sup> ИГЕМ РАН, Москва.

жание  $C_{\text{угл}}$  в гравелитах достигает 1,34%) [Величкин и др., 2005]. Раннерифейская вулканическая ассоциация Ладожского прогиба представлена: 1) базальтами приозерской свиты ( $1499 \pm 68$  млн.лет [Богданов и др., 2003]), слагающими пакет лавовых потоков; 2) трахибазальтами салминской свиты, залегающими на пачке терригенных пород, которая с размытием ложится на базальты приозерской свиты; 3) трахибазальтами и латитами пашской свиты, представленными лавовыми потоками и субвулканическими телами; 4) габбромонцититами – граносиенитами Валаамского силла ( $1457.4 \pm 2.70$  млн.лет [Rämö et al., 2001]).

Все породы залегают субгоризонтально, разрывные нарушения в пределах рифейского комплекса в основном выражены нечетко. Урановое оруденение представляет собой пластообразную залежь и локализовано в гравелитах низов рифейской толщи, вблизи контакта их с выветрелыми кристаллическими сланцами и гнейсами PR фундамента.

Породы рифейского вулканогенно-осадочного комплекса претерпели в разной степени проявленные постдиагенетические преобразования, причем базальтоиды затронуты ими в гораздо меньшей степени, чем осадки. В терригенной части разреза широко проявились процессы региональных катагенетических и более поздних наложенных изменений. Катагенез выражен в характерных для него структурных и минеральных преобразованиях – гравитационной коррозии и уплотнении, регенерации обломочных зерен, повсеместном развитии в составе цемента смешанослойного иллит-сметита с преимущественно упорядоченным переслаиванием при высоком содержании пакетов иллитового типа. Катагенез осадков мог происходить при их погружении на глубину не менее 1,5–2 км. На этом фоне в дальнейшем проявились более поздние и более локальные процессы хлоритизации, карбонатизации, пиритизации, а также отложение урановых минералов и сульфидов Mo, Pb, Zn и др. Урановое оруденение залегает в интенсивно хлоритизированных и пиритизированных породах. Ниже поверхности несогласия, в выветрелых кристаллических породах все минеральные преобразования быстро затухают.

K-Ar изотопное датирование производилось по смешанослойным минералам из цемента песчаников и гравелитов, вмещающих оруденение, и из измененной коры выветривания. Слоистые силикаты из осадочных пород (4 образца) относятся к иллит-сметитовому типу с тенденцией к упорядоченному переслаиванию и с высоким (около 80%) содержанием слюдяных слоев. Один образец из коры выветривания представлен иллит-сметитом с неупорядоченным переслаиванием и незначительным содержанием пакетов слюдяного типа. Результаты K-Ar датирования отвечают интервалу  $1205 \pm 25$ – $1252 \pm 25$  млн. лет. Rb-Sr изотопный возраст этих пород для тех же проб смешанослойных минералов, соответствует  $1225 \pm 4$  млн. лет ( $СКВО = 1$ ,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_0 = 0.70426$ ) (рис.1). Таким образом, изотопно-геохронологические данные свидетельствуют о том, что катагенез осадков происходил значительно позже их накопления (не менее, чем через ~250 млн. лет).

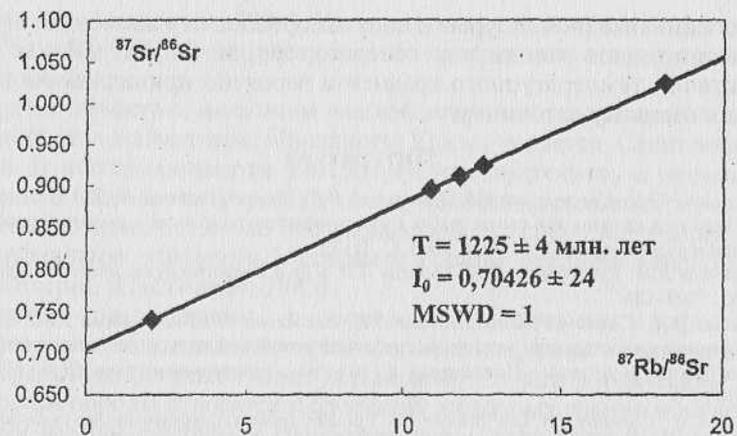


Рис. 1. Rb-Sr изотопная диаграмма для смешанослойных иллит-сметитов из кластогенных пород рифея и кор выветривания месторождения Карку

Поровый флюид, в равновесии с которым образовывались аутигенные фазы, имел Sr с низкоррадиогенным изотопным составом, что свидетельствует о значительном вкладе раннерифейских базальтов ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{t=1225} = 0.70445$ ) [Носова и др., 2005] в формировании изотопного состава Sr флюида.

По данным В.А.Голубева, анализировавшего изотопный возраст радиогенного свинца из пострудного галенита, формирование уранового оруденения происходило не позже 1180 млн. лет [Velichkin et al., 2003]. Прямое U-Pb изотопное датирование уранового оруденения оказалось невозможным из-за чрезвычайно тонких взаимных прорастаний индивидуальных фаз, относящихся к разновременным генерациям.

Возраст катагенеза терригенных толщ рифейского осадочного бассейна, возраст развития наложенных преобразований и уранового оруденения соответствует времени активизации магматической деятельности в среднем рифее. Среднерифейский базитовый магматизм, связанный с расколом Балтики и Лаврентии, проявился в свекофинском домене роями долеритовых даек и силлами Центрально-Скандинавской долеритовой группы. В пределах того же возрастного интервала внедрились лампроитовые дайки Костомукши. Этот магматизм связывают с воздействием крупного плюма [Elming, Mattson, 2001].

Катагенез осадочных толщ, формирование разнообразных наложенных изменений и образование рудных залежей месторождения Карку, вероятно, были индуцированы проявлениями среднерифейского основного магматизма в регионе. Образованию рудных залежей при повышенных РТ-условиях в глубинных частях осадочного бассейна могло способствовать проникновение инфильтрационных металлоносных вод и взаимодействие их с восстановителями (углеводородами, сероводородом). Поскольку магматизм основного типа не обладает металлогениче-

ской специализацией на уран и сопутствующие ему элементы, его можно рассматривать только как генератор тепла. Определяющая роль в возрастании температурного градиента вероятно принадлежала глубинному плюмовому источнику.

## Литература

*Богданов Ю.Б., Саватенков В.В., Иванников В.В., Франк-Каменецкий Д.А.* Изотопный возраст вулканитов салминской свиты рифея // Изотопная геохронология в решении проблем геодинамики и рудогенеза. СПб.: Наука, 2003. С. 71–72.

*Величкин В.И., Кушнеренко В.К., Тарасов Н.Н. и др.* // Геология рудн. месторождений. 2005. Т.47. №2. С.99–126.

*Носова А.А., Самсонов А.В., Сазонова Л.В., Блюмкина М.Е., Ларионова Ю.О.* Изотопно-геохимические свидетельства участия погребенной архейской коры в петрогенезисе раннерифейских базитов Восточного Приладожья // Геология и геодинамика архея. СПб.: ЦИК, 2005, С.299–304.

*Ahali K.-I., Connelly J.N. and Brewer T.S.* Episodic rapakivi magmatism due to distal orogenesis?: Correlation of 1.69–1.50 Ga orogenic and inboard «anorogenic» events in the Baltic Shield // *Geology*, 2000. V. 28. P. 823–826

*Elming S.A., Mattsson H.* Post Jotnian basic Intrusions in the Fennoscandian Shield, and the break up of Baltica from Laurentia: a palaeomagnetic and AMS study // *PRECAMBRIAN RES* 2001. V. 108: (3–4) P. 215–236.

*Rämö, O. T., Mänttari, I., Vaasjoki, M., Upton, B. G. J., and Sviridenko, L.* (2001) Age and significance of Mesoproterozoic CFB magmatism, Lake Ladoga region, NW Russia. In: Boston 2001: a geo-odyssey, November 1–10, 2001: GSA Annual Meeting and Exposition abstracts. Geological Society of America, Abstracts with Programs 33 (6), A-139.

*Velichkin V.I., Tarasov N.N., Andreeva O.V. et al.* // In: Intern. Conf. Uran. Geochem. Nancy, France. 2003. P. 371–373. 5.