ИССЛЕДОВАНИЯ AR-AR ИЗОТОПНЫХ СИСТЕМ В АМФИБОЛАХ РАННЕДОКЕМБРИЙСКИХ ПОРОД КОЛЬСКОГО РЕГИОНА

Пожиленко В.И.

Геологический институт КНЦ РАН, Апатиты, pozhil@geoksc.apatity.ru

Постановка и проведение исследований по изучению Ar-Ar и K-Ar систем в минералах (амфиболах, слюдах и др.) раннедокембрийских метаморфических и магматических пород Кольского региона была проведена в рамках программы международного проекта SVEKALAPKO группой исследователей, в которую кроме автора входили М. Тиммерман и С. Дейли (Ирландия), де Янг К. и Д. Рэкс (Англия).

Рис.1. Положение точек отбора проб на упрощённой геологической карте Кольского региона Балтийского щита, составленной В. И. Пожиленко на основе [1].

1 – палеозойские интрузии; 2 – осадочные породы верхнего протерозоя.

Ранний протерозой: 3 – граниты, гранодиориты и диориты; 4 – чарнокиты, граниты (а), щелочные граниты, в т.ч. позднеархейские в Кейвах (б); 5 – вулканогенно-осадочные породы; 6 – анортозиты, габбро-анортозиты (в Кейвах – архейские), габбро, пироксениты, перидотиты; 7 – гранулиты основного и среднего состава; 8 – кислые гранулиты.

Поздний архей: 9 – гранодиориты, диориты и эндербиты; 10 – глиноземистые и суперглиноземистые гнейсы и сланцы; 11 – кислые гнейсы; 12 – фрагменты зеленокаменных поясов (гнейсы, амфиболиты и метакоматиты); 13 – фрагменты железорудной формации (гнейсы, амфиболиты и железистые кварциты); 14 – гнейсы и сланцы; 15 – гнейсы и амфиболиты; 16 – гранодиориты и диориты; 17 – плагиограниты и гранито-гнейсы; 18 – кианит-гранат-биотитовые гнейсы; 19 – гранито-гнейсы, гнейсы, мигматиты и редко амфиболиты. 20 – элементы залегания. 21 – субвертикальные разломы и пологие надвиги, разделяющие протерозойские террейны. 22 – субвертикальные разломы и надвиги разной иерархии. 23 – положение точек отбора проб.

Террейны: Мур – Мурманский, Кол – Кольский, Бел – Беломорский, Тер – Терский, Ке – Кейвский, Ин – Инари. *Пояса:* архейские зеленокаменные: Ен – Ениский, К-В – Колмозеро-Воронья; палеопротерозойские гранулитовые: LGB – Лапландский, KGB – Кандалакшско-Колвицкий; рифтогенные, палеопротерозойские: Ре – Печенга, Им-В – Имандра-Варзуга.

Таблица 1. Время закрытия (млн. лет назад) Ag-Ag-изотопных систем в амфиболах из амфиболитов и привязка точек опробования.

№ п/п	Номер пробы. Название породы пробы, ассоциирующие с ней породы, место отбора пробы.	Возраст (млн. лет)
1	В-3296. Биотитсодержащие амфиболиты из толщи переслаивания их с гранат-биотитовыми и силлиманит-гранат-биотитовыми гнейсами (часто с графитом) и прослоями гранатитов и гранат-куммингтонитовыми породами. Волшпахкская толща по [1, 4]. Река Ура в 10 км на Ю-ЮВ от пос. Ура-губа.	2772±17
2	В-2028. Амфиболиты из реликтовых линз темных мигматитов среди гранито-гнейсов (трондьемитов). Левый берег р. Йоканьги, Мурманский террейн.	2042±8
3а	В-3513а. Прослой гранатовых амфиболитов из полмостундровской свиты по [1, 4], содержащей железистые кварциты. Зона Колмозеро-Воронья, в р-не г. Лешая и оз. Пельярв	3336±17
3б	В-3509. Амфиболиты с текстурами пиллоу-лав из полмостундровской свиты по [1, 4]. В 160 м к югу от точки В-3513а. Зона Колмозеро-Воронья.	5702±99
3в	В-3512. Полевошпатовые амфиболиты из полмостундровской свиты по [1, 4]. В 100 м от точки В-3513а. Зона Колмозеро-Воронья.	5692±35
4	В-3241. Амфиболиты. Прослой между тоналито-гнейсами и биотит-гранатовыми гнейсами. Волшпахкская толща по [1, 4]. Кольский террейн. Район реки Чудзьёк.	2526±9
5	В-3325. Амфиболиты среди кристаллосланцев с гнейсами и железистыми кварцитами. Чудзьярская толща по [1, 4]. Центрально-Кольский блок, р-н оз. Пинкельяр.	2624±9
6	В-3555. Двупироксен-амфиболовый сланец среди глиноземистых гнейсов. Волшпахкская толща по [1, 4]. Кольский террейн. Западный берег оз. Чудзьяр.	2443±9
7	3576. Биотит-роговообманково-кварц-полевошпатовый гнейс из комплекса основания по [1, 4]. Центральная часть Центрально-Кольского блока Кольского террейна.	2510±8
8а	В-7194. Пачка амфиболитов среди гнейсов с железистыми кварцитами. Оленегорская толща по [1, 4]. Центрально-Кольский блок Кольского террейна. Район Печ-губы оз. Имандра.	2325±9
8б	В-7108. Пачка амфиболитов среди гнейсов с железистыми кварцитами. Центрально-Кольский блок Кольского террейна. Оленегорская толща по [1, 4]. Район Печ-губы оз. Имандра, в 105 м к северу от т. В-7194.	1890±185
8в	В-7190. Пачка амфиболитов среди гнейсов с железистыми кварцитами. Центрально-Кольский блок Кольского террейна. Оленегорская толща по [1, 4]. Район Печ-губы в 80 м к северу от точки В-7194.	2233±8
9	1350. Титанит-скаполит-диопсид-роговообманковый амфиболит из толщи сланцеватых амфиболитов свиты кеулик-кенирим по [1, 4]. Центрально-Кольский блок Кольского террейна, р. Шовна.	1748±9
10	1379. Гранат-биотитовый амфиболит из толщи гранатовых амфиболитов ёнского комплекса по [1, 4]. Нотозерский блок Беломорского террейна.	1877±7

Исследования преследовали несколько целей: выявление на уровне эрозионного среза среди раннедокембрийских пород Кольского региона неоднородности и разновозрастности термальных воздействий на Ag-Ag изотопную систему в разных минералах; определение времени закрытия и нарушений изотопных систем; определение скорости выведения комплексов пород на уровень эрозионного среза, неоднородности и возраста этих движений. Была отобрана большая коллекция минералов из разных пород, но, к сожалению, проанализирована была лишь незначительная часть из них.

Были исследованы образцы разных по составу пород Мурманского, Кольского и Беломорского террейнов, отобранные по меридиональному профилю вдоль автотрассы Мурманск-С-Петербург, а также минералы из коллекций О.А. Беляева, В.И. Пожиленко и др. Исследования минералов производили де Янг К. и Рэкс Д.Ч. (университет, г. Лидс, Англия).

Наиболее общие выводы опубликованы в работах [10, 11, 5, 6]. В этих-же тезисах изложена часть результатов работ по исследованию Ag-Ag и K-Ag изотопных систем в минералах Кольского региона – результаты исследований 14 амфиболов из коллекций О.А. Беляева и В.И. Пожиленко, выделенных из неоархейских амфиболитов Мурманского, Кольского и Беломорского террейнов и из палеопротерозойских амфиболитов свиты кеулик-кенирим (рис. 1, табл. 1).

Наиболее общие выводы по результатам Ag-Ag датирования амфиболов в целом подтверждают полученные в 1970-80-ых годах в Геологическом институте Кольского филиала РАН результаты. Породы Кольского региона в разных структурах подверглись термальному воздействию в раннем протерозое неравномерно: наиболее интенсивно в шовных зонах, в пределах развития раннепротерозойских пород и структур и в Беломорском террейне.

Спектры возрастов по роговым обманкам из Мурманского террейна характеризуются частичными термальными нарушениями и видимые датировки достигают максимального значения – 2.65 млрд. лет, фиксируя позднелопийский возраст закрытия изотопной системы.

По направлению к шовной зоне Колмозеро-Воронья, где достаточно интенсивно проявились раннепротерозойские процессы, в целом возрастает нарушение лопийской изотопной системы и время закрытия Ag-Ag изотопных систем в роговых обманках становятся более молодым.

Амфиболы из амфиболитов зоны Колмозеро-Воронья имеют большие содержания избыточного аргона, низкое содержание калия. Поэтому отношения $^{37}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ повышенные. Дискордантные видимые возраста этих амфиболов геологического смысла не имеют.

В возрастных Ag-Ag спектрах роговых обманок из Центрально-Кольского блока Кольского террейна картина более разнообразна, что является результатом более неравномерного раннепротерозойского термального воздействия. Часть спектров сохраняет датировки в интервале 2.6-2.5 млрд. лет, что может указывать на их позднелопийский возраст, т.е. на позднелопийское время охлаждения комплексов пород и закрытие изотопной системы. Амфиболы с возрастом 2.2-2.3 млрд. лет с частично нарушенной изотопной системой, с возрастом 1.87 млрд. лет – с полностью нарушенной изотопной системой. А возраст плато роговой обманки 1.77 млрд. лет из амфиболита вблизи южного края Центрально-Кольского блока датирует охлаждение, которое происходило после раннепротерозойского орогенеза.

Аналогичные возраста амфиболов из пород Беломорского террейна также указывают на полное нарушение изотопных систем в раннем протерозое и на калевийское время охлаждения и закрытия их [10, 11]. То, что комплексы пород Беломорского террейна были выведены на более высокий гипсометрический уровень земной коры в свеко-феннское время палеопротерозоя, подтверждается также данными по датированию титанитов и рутилов [8].

Возраста 1.77 млрд. лет и 1.70 млрд. лет, соответственно для роговых обманок и мусковитов позволяют предположить, что скорость остывания Лапландско-Кольского раннепротерозойского орогена была около двух градусов на один миллион лет, т.е. очень низкой для тектонических областей с покровной тектоникой альпийского типа, которая была связана с коллизией плит [10]. Скорость остывания будет значительно выше ($\approx 12^\circ$ на 1 млн. лет), если вести расчет от возраста гранулитового метаморфизма (1.95 млрд. лет) и возраста амфибола (1.75 млрд. лет) из пород Умбинского блока. U-Pb-возраст метаморфического циркона из эндебита Умбинского комплекса, рассланцованного в условиях гранулитовой фации, равен 1912 ± 8 млн. лет, тогда как в отдельных зернах $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ возраста ядер, сложенных магматическим цирконом, составляют 1949 и 1966 млн. лет [7]. Ag-Ag и Rb-Sr-возраст амфибола из Умбинского гранита равны соответственно 1889 ± 8 и 1882 ± 15 млн. лет [9]. По данным [3] остывание архейских пород Беломорского пояса начиная с 2730 до 1550 млн. лет происходило со средней скоростью $\sim 2^\circ\text{C}/\text{млн лет}$. А возрасты метаморфических минералов 1.91-1.65 млрд. лет «отражают время вывода тектонических пластин со среднекоровых глубин в верхние уровни коры в ходе коллизионного развития Лапландско-Кольского орогена» [3].

В тоже время территории Мурманского и Кольского террейнов уже с позднелопийского времени являются областью высокого стояния и относительно стабильными на протяжении раннепротерозойского времени. Об этом свидетельствуют также результаты термоионного датирования

цирконов [5] и лопийский возраст недеформированных даек Оленегорского района Центрально-Кольского блока Мурманского террейна [2].

Исследования выполнены в рамках темы НИР ГИ КНЦ РАН № 0231-2015-0004.

Литература

1. Геологическая карта Кольского региона (северо-восточная часть Балтийского щита) масштаба 1:500000. (Гл. ред. Ф.П. Митрофанов. Составители: Балаганский В.В., Басалаев А.А., Беляев О.А., Пожиленко В.И., Радченко А.Т., Радченко М.К.). Апатиты. 1996.
2. Егоров Д.Г., Баянова Т.Б. Возраст дайкового комплекса Кольской железорудной формации // Корреляция геологических комплексов Фенноскандии: Тез. докл. Междунар. конф. Санкт-Петербург, 8-11 сентября. 1996 г. СПб. 1996. С. 24.
3. Каулина Т.В. Термохронология пород для реконструкции развития подвижных поясов // Вестник Кольского научного центра РАН. 1/2012 (8). С. 111-114.
4. Объяснительная записка к геологической карте северо-восточной части Балтийского щита м-ба 1:500000 (Радченко А.Т., Балаганский В.В., Басалаев А.А., Беляев О.А., Пожиленко В.И., Радченко М.К.). Апатиты. Изд. КНЦ РАН. 1994. 95 с. (На русском и английском языках).
5. Пожиленко В.И., Баянова Т.Б., Богачев В.А., Гоголь О.В., Кошечев О.А., K. de Jong, D. Rex, M.J. Timmerman, J.S. Daly. Уточнение геотектонической природы и возраста раннедокембрийских процессов и пород по изотопным данным (Кольский регион, Балтийский щит) // Тезисы научной конференции «Изотопное датирование геологических процессов: новые методы и результаты», 15-17 ноября 2000 г., Москва. Изд. ИГЕМ РАН. 2000. С. 268-271.
6. Пожиленко В.И., Беляев О.А. Результаты исследования Ar-Ar и K-Ar изотопных систем в амфиболах пород Кольского региона (северо-восточная часть Балтийского щита) // Матер. международной научно-технической конференции «Наука и образование – 2008» Мурманск: МГТУ. 2008. С. 196-199.
7. Alexjev N.L., Salnikova E.B., Klepina S.V. Tectonic and P-T-time Evolution of the Kolvitsa-Umba Collision Zone // SVEKALAPKO an EUROPROBE project. 2nd Workshop. Lammi, Finland. 1997. Abstracts. University Oulu, Dep. Geophysics, Report № 21. 1997. P. 8.
8. Bibikova E.V., Skiold T., Bogdanova S.V., Gorbachev R., Slabunov A. Titanite-rutile thermochronometry across the boundary between the Archaean Craton in Karelia and the Belomorian Mobile Belt, eastern Baltic Shield // Precam. Res. 2001. V. 105. P. 315-330.
9. Cliff R.A., de Jong K., Rex D.C., Guise P.G. Evaluation of Rb-Sr hornblende dating of rocks from the Kola Peninsula: an alternative to $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ where excess argon is present // Terra Nova. V. 9. Abs. Suppl. 1. 1997. P. 488.
10. De Jong K., Rex D.C., Guise P.G., Cliff R.A., Dali J.S., Timmerman M.J., Balaganski, V.V., Pozhilenko V.I. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ mineral step-heating ages along a transect through the Lapland- Kola orogen and their implications for the Paleoproterozoic structuration of the Kola Peninsula // Abstracts. «Precambrian of Europe: Stratigraphy, Structure, Evolution and Mineralization», 9th Meeting of the AEGS, 4-15 Sept. 1995, St-Peterburg. – SPb, 1995. P. 28-29.
11. De Jong, K, MJ Timmerman, PG Guise, D Rex, RA Cliff, JS Dali, VV.Balagansky, and VI Pozhilenko. 1.7 Ga thermal resetting related to post-tectonic magmatism shown by $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ mineral dating in the Paleoproterozoic Lapland-Kola Orogen (Russia) // SVEKALAPKO an EUROPROBE project, 4-th Workshop, Lammi, Finland, 1999. P. 19.