

Измеренные значения эффективности экранирования (рис. 1) являются весьма незначительными для полученных композиционных материалов, что связано с низкими значениями проводимости и обусловлено почти полной изоляцией проводящих частиц шунгитового наполнителя связующим. Однако, несмотря на это, при частоте более 100 МГц происходит относительно резкое увеличение эффективности экранирования, которое особенно заметно на частотах выше 1 ГГц и может быть обусловлено, в первую очередь, радиопоглощающими свойствами композиционного материала. При этом, большие значения эффективности экранирования, проводимости и диэлектрической проницаемости наблюдаются для анизотропного углерода шунгитовой породы Максово, характеризующегося преимущественной ориентацией углеродных слоев. Полученные результаты дают возможность прогнозировать отработку технологических режимов с целью получения оптимальной проводимости композиционных материалов с шунгитовым наполнителем.

Работа выполнена при поддержке РФФИ и Республики Карелия (грант 05-05-97520).

Литература

1. Buseck PR, Tsipursky SJ, Hettich R. Fullerenes from the geological environment // Science 1992. Vol. 257, p. 215–217.
2. Ковалевский В.В. Структура шунгитового углерода // Журн.неорган.химии 1994. Т.39. № 1, с. 31–35.
3. Юшкин Н.П. Глобулярная надмолекулярная структура шунгита: данные растровой туннельной микроскопии // ДАН 1994. Т.337, № 6, с. 800–803.
4. Соловов В.К. Радиозэранирующие свойства композитных материалов на основе шунгитовых пород и сооружений из этих материалов, дисс. канд. тех. наук, Петрозаводск, 1990, 155 с.
5. Мошников И.А., Ковалевский В.В., Яковлев А.Н. Исследование структуры и свойств жидкостекольных шунгито-наполненных композиций // Углеродосодержащие формации в геологической истории. Петрозаводск, КНЦ РАН, 1998, с. 95.
6. Мошников И.А., Петров А.В., Ковалевский В.В. Электромагнитный спектральный анализ шунгитовых пород Карелии // Электромагнитная совместимость технических средств и биологических объектов. СПб, 2000, с. 142–147.
7. X. Luo, D.D.L. Chung. Electromagnetic interference shielding reaching 130 dB using flexible graphite.// Letters to the editor. Carbon 1996, Vol. 34, No. 10, p. 1293–1294.
8. D.D.L. Chung. Electromagnetic interference shielding effectiveness of carbon materials.// Carbon 2001, Vol. 39, p. 279–285.

Редкоземельные элементы в цирконах метаморфических пород как один из дополнительных критериев интерпретации их генезиса (на примере архейских гнейсов Балтийского щита)

Мысцова Т.А.¹, Бережная Н.Г.², Милькевич Р.И.¹, Скублов С.Г.^{1, 2}, Пресняков С.Г.², Родионов Н.В.²

¹Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, г. Санкт-Петербург, e-mail: admin@ad.igggp.ras.spb.ru

²Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П.Карпинского, г. Санкт-Петербург

Циркон чаще других минералов используется для определения возраста пород. В полиметаморфических комплексах, как правило, зерна циркона имеют сложное строение, отражающее их длительную геологическую историю. При реконструкции природы и возраста процессов, в которых были сформированы такие цирконы, наряду с морфологией и внутренним строением зерен, большое значение в настоящее время приобретает геохимия редких и редкоземельных элементов.

При подготовке к датированию были изучены цирконы из гнейсов пяти архейских комплексов Балтийского щита, имеющих различную первичную природу и в различной степени подвергшихся метаморфической переработке в условиях от амфиболитовой до гранулитовой фации: каликорвинского комплекса и участка Кичаны (Северо-Карельская система зеленокаменных поясов), тундровой серии (Северо-Кольская система зеленокаменных поясов), кольской серии (Центрально-Кольский блок) и кондалитов Лапландского гранулитового пояса. В цирконах всех перечисленных проб изучено внутреннее строение в оптике и в катодолюминесценции, измерен возраст (U-Pb,

SHRIMP-II), определены содержания редких и редкоземельных элементов и изучены спектры их распределения. Комплексные исследования цирконов подтвердили выводы о первичной природе изученных гнейсов, сделанные ранее на основании изучения петрогеохимических особенностей пород и позволили более обоснованно судить о природе процессов и корректно оценить их возраст.

В каликорвинском комплексе и на участке Кичаны морфология цирконов (призматические и длиннопризматические субидиоморфные кристаллы) и тонкозональное внутреннее строение зерен подтверждают магматическое происхождение гнейсов (изначально дацитов), из которых они были выделены. Не противоречат такому выводу и содержания редких и редкоземельных элементов в цирконах: Th/U отношения изменяются от 0.24 до 0.42, редкоземельные спектры имеют положительную Ce и отрицательную Eu аномалии и обогащены HREE с $\text{Lun/Smn}=31-78$ [1]. Наряду с вулканическими цирконами в метадацитах участка Кичаны присутствуют (в виде зон перекристаллизации и тонких оболочек) цирконы метаморфического происхождения с характерными для этого процесса геохимическими параметрами [1]: пониженным Th/U отношением (до 0.04), обеднением всеми РЗЭ и относительно повышенным отношением Lun/Smn (до 116). Возраст тонкозональных зерен, интерпретируемый как возраст вулканизма, составляет 2785 ± 13 млн. лет в Каликорвинской структуре и 2735 ± 20 млн. лет на участке Кичаны [2]. Возраст метаморфизма, полученный по зонам перекристаллизации и оболочкам, равен 1796 ± 40 млн. лет [2].

В Bt гнейсах (метадацитах) тундровой серии цирконы представлены преимущественно субидиоморфными призматическими кристаллами с тонкозональным внутренним строением. Зерна обладают разной степенью свечения в катодолюминесценции. Более светлые являются относительно более древними с возрастом 2838 ± 23 млн. лет [3] и имеют Th/U отношения (0,28-0,64) и спектры распределения РЗЭ, характерные для цирконов магматического происхождения с хорошо выраженными Ce и Eu аномалиями и обогащенные HREE ($\text{Ybn/Smn}=52-184$). Формирование более молодых темных в катодолюминесценции зерен с тонкой зональностью, вероятно, происходило с привнесением вещества: в цирконах на порядок повышаются содержания U (до 504 ppm) и Th (до 329 ppm), происходит обогащение легкими элементами (LREE) редкоземельных спектров, в целом уменьшаются отношения Ybn/Smn (23-56). Данные цирконы с возрастом 2774 ± 12 [3] млн. лет, скорее всего, являются результатом перекристаллизации цирконов первого типа в условиях аллохимического процесса [4].

В Grt-Bt гнейсах (метадацитах) кольской серии выделяется три группы цирконов. Наиболее древние (3592 ± 15 млн. лет) [5], скорее всего, ксеногенные представлены субидиоморфными кристаллами и округленными обломками. Судя по Th/U отношению (0.33-0.53), характеру распределения РЗЭ с хорошо выраженными Ce и Eu аномалиями и обогащением HREE с $\text{Lun/Smn}=39-120$, источниками цирконов были магматические породы. Цирконы второй группы имеют магматический облик (тонкозональные призматические кристаллы гиацинтового габитуса, светлые в катодолюминесценции) и геохимические параметры зерен магматического происхождения. $\text{Th/U}=0.38-0.53$, кривые нормированных содержаний РЗЭ с Ce и Eu аномалиями и обогащенные HREE ($\text{Lun/Smn}=133-174$). Данная группа зерен рассматривается как собственно вулканические цирконы, образованные в процессе кристаллизации пород на этапе 2910 ± 21 млн. лет [5]. Третья разновидность цирконов вероятнее всего представляет собой переработанные вулканические цирконы второго типа. В катодолюминесценции они темно-серые до черных с сохранившейся тонкой зональностью. Так же, как и в случае с перекристаллизованными цирконами из дацитов тундровой серии, процесс носил аллохимический характер. При некотором снижении отношений Lun/Smn (95-105), в них повышаются концентрации в первую очередь U (до 400 ppm), в меньшей степени Th (до 169 ppm), цирконы обогащаются LREE с небольшим выполаживанием Eu аномалий. Перекристаллизация происходит на этапах 2788 ± 16 млн. лет и 2774 ± 12 млн. лет [5].

В Лапландском гранулитовом поясе изучены цирконы из Grt-Bt гнейсов (по первичной природе метапесчаников). Подавляющее число зерен цирконов состоит из детритовых ядер (в разной степени окатанных, с различной степенью сохранности первичных текстур) и тонких метаморфических оболочек. Целью исследования было определение возраста источников сноса, поэтому датировались только детритовые ядра. Морфология и широкий возрастной спектр ядер позволяют говорить о первично осадочной природе изученных пород. Судя по высоким Th/U отношениям (0.28-1.28) и характеру редкоземельных спектров, области сноса включали породы преимущественно

магматические по происхождению и различные по возрасту: от самых молодых (1964 ± 10 млн. лет) до наиболее древних с максимальным возрастом 3554 ± 15 млн. лет. Преобладание в цирконах молодых ядер свидетельствует о преимущественном разрушении пород свекофеннского возраста, но в небольших количествах в бассейн осадконакопления поступал и материал древней архейской коры. Исходя из возраста самых молодых ядер, началу осадконакопления отвечает рубеж 1964 ± 10 млн. лет.

Интерпретация графиков распределения РЗЭ в цирконах изученных комплексов, произведенная по методике [1, 4] выявила следующие закономерности. Для магматических цирконов характерны высокие отношения Th/U, редкоземельные спектры с положительной Ce и отрицательной Eu аномалиями и обогащение HREE. В метаморфических цирконах снижаются Th/U отношения, они обедняются всеми РЗЭ при повышении Lun/Smn отношений (главным образом за счет обеднения Sm). В случае аллохимического процесса цирконы заметно обогащаются Th, U (без изменения Th/U отношения) и LREE с небольшим выполаживанием Ce и Eu аномалий и уменьшением отношений Lun/Smn .

Изучение геохимии редких и редкоземельных элементов в сочетании с традиционными методами позволило более аргументировано подойти к интерпретации происхождения цирконов и вмещающих их пород.

Грант НШ-4732.2006.5. Грант Президента РФ МД-551.2007.5.

Литература

1. Rubatto D. Zircon trace element geochemistry: partitioning with garnet and the link between U–Pb ages and metamorphism // *Chemical Geology*. 2002. V. 184. P. 123–138.
2. Милькевич Р.И., Мыскова Т.А., Глебовицкий В.А., Львов А.Б., Бережная Н.Г. Каликорвинская структура и ее положение в системе Северо-Карельских зеленокаменных поясов: геохимические и геохронологические данные // *Геохимия*. 2007. № 5. С. 1–24.
3. Мыскова Т.А., Милькевич Р.И., Богомолов Е.С., Гусева В.Ф. Новые данные о составе и возрасте протолита глиноземистых гнейсов кольской и тундровой серий Центрально-Кольского блока Балтийского щита // *Геология и геодинамика архея. Материалы I Российской конференции по проблемам геологии и геодинамики декабря*. СПб. 2005. С. 272.
4. Hoskin P.W.O. Trace-element composition of hydrothermal zircon and the alteration of Hadean zircon from the Jack Hills, Australia // *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 69, No. 3, pp. 637–648, 2005.
5. Мыскова Т.А., Бережная Н.Г., Глебовицкий В.А., Милькевич Р.И., Лепехина Е.Н., Матуков Д.И., Антонов А.В., Сергеев С.А., Шулешко И.К. // Находки древнейших цирконов с возрастом 3600 млн. лет в гнейсах кольской серии, Центрально-Кольского блока Балтийского щита (U-PB, SHRIMP-II) // *ДАН*. 2005. Т. 402. № 1. С. 1–5.

Денудационно-седиментогенные системы как предпосылка прогнозно-металлогенической оценки Северо-запада России и поисков месторождений новых генетических типов и минеральных видов полезных ископаемых

Негруца В. З.

Геологический институт КНЦ РАН, г. Апатиты, e-mail: negrutsa@geoksc.apatity.ru

В большом кругу вопросов повышения достоверности прогнозирования и результативности поисков крупных и уникальных месторождений новых генетических типов и видов минерального сырья одно из ключевых мест принадлежит проблеме поэтапных палеореконструкций обстановок образования и преобразования потенциально рудоносной внешней слоистой осадочно-вулканогенной оболочки (стратисферы) Земли. На основе систематизации и сравнительного анализа результатов, повременных фациально-палеогеографических, палеовулканологических и палеогеодинамических реконструкций все многообразие потенциально рудогенных систем стратисферы Северо-запада России подразделено по характеру мантийно-экзосферных связей на три геодинамически принципиально-отличных друг от друга класса денудационно-седиментационных систем (ДСС): *континентальный, переходный и океанический*. Критериями их обособления служат структурно-вещественные особенности осадочно-вулканогенных наслоений, устанавливаемые по соотношению между собой экзогенных и эндогенных пород и совокупности их генетических признаков в сравнении с фанерозойскими эталонами [1-5].