

линов можно отнести к шерлам, однако здесь отмечаются так же и турмалины близкие по своему составу к дравитам. Известно, что шерл является полигенным минералом, он встречается в гранитах, пегматитах, грейзенах, скарнах, вторичных кварцитах, гидротермальных и метаморфических ассоциациях, а дравит типичен для метаморфизованных или скарнированных карбонатных пород, а также для метасоматически измененных основных и ультраосновных пород (Годовиков, 1983).

Сравнительный минералогический анализ отложений пижемской и асывовожской свит, показал максимальную близость первоисточников акцессорных ванадий-хромсодержащих рутилов – индикаторов основного-ультраосновного платформенного магматизма в первой из названных свит.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что породы пижемской и асывовожской свит формировались в близких фациальных условиях при размыве гетерогенного субстрата, алмазы в девонских терригенных отложениях Среднего и Южного Тимана относятся к минералам ближнего сноса. Расстояние до источников сноса не превышает первые десятки километров.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Багдасаров Э. А. Индикаторное значение цирконий-гафниевого отношения цирконов // Типоморфизм, синтез и использование циркона. Киев, 1989. С. 59 – 63.  
Годовиков А. А. Минералогия. М., Недра. 1983. 647с.  
Xuezhao B., Songnian L., Xiaochun G., Huiming L. The minerageny of magmatogenic and metamorphogenic zircons and its application // Abstracts IGC 30<sup>th</sup>, Beijing, China, 1996. P. 464.

### ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА И СТРОЕНИЯ ЦИРКОНОВ ИЗ ПИТЕРЛИТОВ САЛМИНСКОГО ГРАНИТНОГО ПЛУТОНА (СЕВЕРНОЕ ПРИЛАДОЖЬЕ)

Кисеева Е.С.

СПбГИ им. Г.В.Плеханова / ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург, kiseeva\_kate@mail.ru

**Введение.** Циркон относится к числу широко распространенных акцессорных минералов и присутствует практически во всех типах горных пород. Ярко выраженная морфологическая изменчивость, широкий спектр примесей редких и редкоземельных элементов, способность накапливать и удерживать в структуре благодаря высокой механической, термической и химической устойчивости продукты распада радиоактивных изотопов – все это обуславливает широкое использование циркона как носителя генетической и геохронологической информации. Интерес к циркону применительно к решению геохронологических и геохимических задач особенно возрос с появлением локальных методов исследования. В настоящее время самым широко используемым методом изотопного датирования является U-Pb метод, выполняемый на цирконах.

Настоящая работа посвящена изучению акцессорного циркона гранитов Салминского плутона, одного из наиболее интересных представителей комплексов гранитов-рапакиви, с которым ассоциирует редкометалльное оруденение (Бескин С.М. и др., 1983; Эволюция...1985; Amelin Yu.V., 1997).

**Геологическое положение Плутона.** Салминский плутон расположен на северо-восточном берегу Ладожского озера. Плутон имеет около 125 км в длину, занимает около 4500 км<sup>2</sup> и является одним из самых молодых в этом районе, его породам соответствуют датировки порядка 1,530-1,545 млрд. лет.

Главной разновидностью пород плутона, слагающей около 70% его площади, являются типичные розовые биотит-роговообманковые овоидные граниты-рапакиви (выборгиты), отнесенные Л.П.Свириденко и С.М.Бескиным к комплексу ранних гранитов *А* (Рисунок). Вторыми по распространенности являются выходы средне- равномернозернистых лейкократовых биотитовых гранитов, составляющих комплекс поздних гранитов *Б*. Небольшую площадь занимают фтор-литиевые редкометалльные граниты или комплекс самых молодых гранитов *В*. Каждый из этих комплексов подразделяется на ранние, более крупнозернистые, поздние, более мелкозернистые, и жильные фазы.

Вероятно под влиянием внедрения более поздних гранитов *Б* и *В*, граниты *А* претерпели значительные изменения, выраженные в кремнекалиевом метасоматозе с образованием питерлитов и неравномернозернистых аляскитоидных гранитов (Бескин, 1983). Эти породы занимают большую часть выходов гранитов *А* и играют заметную роль в строении массива. Является очевидным тот факт, что разные части и фазы выборгитов (или гранитов *А*) претерпели изменения в различной степени.

**Цель исследований и фактический материал.** Целью работы является анализ особенностей морфологии, анатомии и состава акцессорного циркона из различных разновидностей питерлитов и выявление вариаций этих особенностей в зависимости от степени изменения первичных гранитов. Для анализа были отобраны 5 проб цирконов из образцов пород поля развития питерлитов, представляющих 1-3 фазы и жильную фазу (аплит) гранитов *А*, а также наиболее сильно измененный гранит, вероятно 2 фазы.

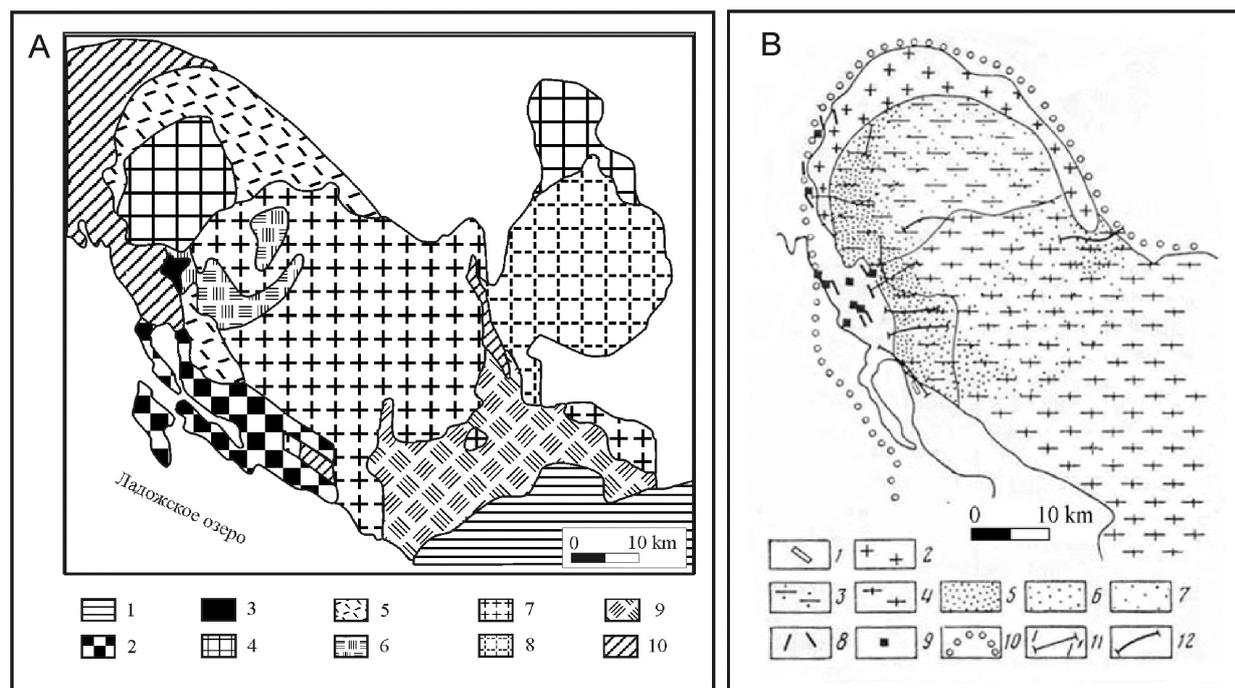


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Салминского массива, А – по Amelyn, 1997; В – по С.М.Бескину, 1983. Условные обозначения к А: 1 - платформенный чехол; 2 - Вулканогенно-терригенные породы Салминской свиты; 3-9 - породы Салминского комплекса: 3 – альбит-литиевые сидерофильные граниты, 4 – порфиroidные мелкозернистые биотитовые граниты, 5 – равномернозернистые биотитовые граниты, 6 – порфиroidные мелкозернистые биотит-амфиболовые граниты, 7 – выборгиты, питерлиты, 8 – сиенограниты, биотит-амфиболовые граниты (Ульялегиеские граниты), 9 – Габбро-нориты, габбро, анортозиты, монзониты, кварцевые монзониты; 10 – раннепротерозойские (Свекокарельские) гнейсы и сланцы, породы карбонат-терригенного комплекса; В: 1 – комплекс самых поздних гранитов: средне- и средне-мелкозернистые микроклин-альбитовые субщелочные граниты с протолигионитом; 2 – комплекс поздних гранитов: среднезернистые лейкограниты с биотитом; 3,4 – комплекс ранних гранитов: 3 – разнозернистые порфиroidные биотитовые граниты, 4 – крупносреднезернистые порфиroidные и оvoidные биотит-роговообманковые граниты-рапакиви; 5-7 – зоны микроклинизации и аляскитизации, 5 – интенсивно, 6 – умеренно, 7 – слабо проявленные; 8,8 – рудопроявления и месторождения: 8 – тантала и ниобия, 9 – олова и полиметаллов; 10 – подземный контур гранитов по  $\Delta\gamma$ ; 11 – линия разреза; 12 – полевые маршруты.

**Аналитические методы исследования.** На начальном этапе работы была проведена минеральная сепарация циркона из образцов путем дробления породы (щековая дробилка Retsch BV 51), отмучивания, электромагнитной сепарации (электромагнитный валковый сепаратор ЭВС-10/5) и гравитационного осаждения в тяжелых жидкостях ( $\text{CH}_2\text{Br}_2$  с плотностью  $2,89 \text{ г/см}^3$  и  $\text{CH}_2\text{I}_2$  с плотностью  $3,34 \text{ г/см}^3$ ). Далее, выделенные из породы кристаллы циркона изучались с помощью оптической микроскопии на бинокулярном микроскопе Leica DC 180.

Часть кристаллов (порядка 25-30 из каждой пробы) была помещена в цилиндрическую отливку из эпоксидной смолы («шайбу»), отшлифована примерно до половины толщины зерен и отполирована. Для катодоллюминесцентного изучения происходило напыление на установке ЕМТЕСН К450Х для термического распыления углерода с опциональным модулем К350 для катодного распыления золота. Для получения катодоллюминесцентного изображения использовался сканирующий электронный микроскоп CamScan MX2500 с катодоллюминесцентной системой CLI/QUA2, Bentham. При изучении состава циркона был использован растровый электронный микроскоп-микроанализатор JXA – 8600S фирмы Jeol. Исследования были проведены в лабораториях ЦИИ ВСЕГЕИ, растровая электронная микроскопия - в лаборатории СПГГИ (ТУ).

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с помощью компьютерных программ Statistica 6.0. и Microsoft Excel.

**Результаты исследований.** Проанализировав цирконы каждой пробы, можно подчеркнуть некоторые их особенности:

**Морфологические особенности.** Цирконы из всех пород отличаются идиоморфностью зерен и призматическим обликом с коэффициентом удлинения варьирующим от 1,5-2 (20%) до 3-4(80%). Цвет цирконов - от бледно-желтовато-розоватого до интенсивно коричневого, обусловленного, вероятно, примесью трехвалентного железа. В каждой из пород цирконы варьирует в разной степени от прозрачных, практически незатронутых изменением, до мутных с многочисленными примесями и включениями других минералов. В наиболее сильно измененных породах наблюдается ослабление прозрачности и внутренней сохранности кристаллов.

**Особенности состава.** Наиболее широкий диапазон различных по составу и примесям цирконов присутствует в измененной жильной породе. Наиболее узкий диапазон наблюдается в цирконе из питерлита по 1 фазе гранитов А. Во многих цирконах наблюдается примесь Се, Th, Yb и REE. В измененной жильной породе происходит обособление REE в собственные минеральные фазы – ксенотим и монацит, находящиеся во внутренних зонах или по периферии кристаллов циркона. Содержание в цирконах Hf варьирует от 0,29 в наименее измененной пробе питерлита по 1-ой фазе до 3,51% в цирконах из наиболее сильно измененной породы. При повышении степени трещиноватости, с которой сопряжены изменения цирконов, содержание Hf соответственно увеличивается. В наиболее трещиноватых и измененных зонах появляются примеси Al, Ca и Fe с содержаниями до 2% и выше.

**Особенности анатомии.** В подавляющем большинстве кристаллов каждой породы в катодоллюминесцентном и изображении в обратно отраженных электронах наблюдаются следы изменений и деформаций, выраженные в повышенной трещиноватости, в нарушенной, прерывистой первичной зональности роста, иногда полностью отсутствующей ввиду изменений и в частичной резорбции обычно внутренних частей кристалла с последующей регенерацией. Обнаружено двухфазное строение кристаллов циркона из всех отобранных проб. Во внутренней зоне (ядре) наблюдаются раскристаллизованные расплавные включения, что подтверждает магматическую природу цирконов. Внешняя оболочка характеризуется отсутствием расплавных включений при наличии газово-жидких, свидетельствующих о ее постмагматическом происхождении.

**Заключение и выводы.** В результате проведенных исследований, становится очевидным, что цирконы из различных разновидностей питерлитов характеризуются широким диапазоном изменений морфологии и внутреннего строения. Особенности их анатомии свидетельствуют о неоднократной резорбции кристаллов с последующей регенерацией. В зависимости от степени изменения, в цирконах повышается содержание примесей Al, Ca, Fe, Th и REE (Се и Yb групп). Это характерно для всех исследованных пород, что говорит об однотипных процессах их преобразования. Кроме того, исходя из проведенного анализа становится очевидной необходимость детальных исследований особенностей цирконов из типичных неизмененных выборгитов и типичных разновидностей гранитов Б (второго комплекса).

Работа поддержана грантом CRDF ST-015-2

Автор благодарит за помощь и содействие в написании работы с.н.с. Н.Г.Бережную и с.н.с. Е.В.Толмачеву, ЦИИ ВСЕГЕИ; с.н.с. В.А.Михайлова, ОГУМРЭ ВСЕГЕИ за предоставление материалов и выражает особую признательность своим учителям проф. М.А.Иванову и проф. Ю.Б.Марину, СПГТИ(ТУ).

#### ЛИТЕРАТУРА

- Бескин С.М., Лишнеvский Э.Н., Диденко М.Н. Строение Питкярантского массива в Северном Приладожье (Карелия). М: Известия Академии Наук. Серия геологическая № 3, (1983), с. 19-26.
- Эволюция докембрийского магматизма (на примере Карелии). Под ред. Л.П.Свириденко. Л.: Наука, (1985), 256 с.
- Amelin Yu.V., Larin A.M., Tucker R.D. Chronology of multiphase emplacement of the Salmi rapakivi granite-anorthosite complex, Baltic Shield: implications for magmatic evolution, Contrib Mineral Petrol (1997) 127: 353-368.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ РАСТВОРИМОСТЬ КВАРЦА ВО ФТОРИДНЫХ РАСТВОРАХ ПРИ 200°C И 50-150 МПа И РАСЧЕТ СОДЕРЖАНИЙ ВОЗМОЖНЫХ ЧАСТИЦ КРЕМНЕЗЕМА

Коньшев А.А., Аксюк А.М.

ИЭМ РАН, г. Черногoловка, [konyshhev@iem.ac.ru](mailto:konyshhev@iem.ac.ru)

Фтор - один из распространенных компонентов природных магматических и гидротермальных флюидов. Наиболее высокие концентрации фтора характерны для редкометальных месторождений, где они могут достигать 2 моль/кг H<sub>2</sub>O во флюидах, связанных с формированием Li-F гранитов (Аксюк, 2002). Такие высокие концентрации F являются своеобразным индикатором благоприятных условий для формирования танталовых и других редкометальных месторождений. Фторсодержащие растворы играют особенно заметную роль в переносе кремнезема и формировании кварцевых жил и околожильных метасоматитов на грейзеновых и редкометальных пегматитовых месторождениях. В данной работе обсуждаются результаты экспериментального изучения кварца при 200°C и давлениях 50-150 МПа (0,5-1,5 кбар) и расчетов возможного состава водно-фторидных частиц кремнезема во фторидных растворах по программе HCN Ю.В. Шварова (1999).

Растворимость кварца изучена экспериментально при 200°C и давлениях 50-150 МПа.

**Техника и методика эксперимента.** Эксперименты проводились в автоклавных печах с автоматической регулировкой температуры и заданием требуемого давления в автоклаве путем заполнения его расчетным количеством воды. Опыты велись в герметичных платиновых ампулах. Растворимость кварца определялась по потере веса монокристалла. В опытах использовались цилиндрики, вырезанные из оптически прозрачного