УДК 553.86: 552.321.1

Е.С.КИСЕЕВА
Геолого-разведочный факультет, магистрант группы МГПМ-01

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

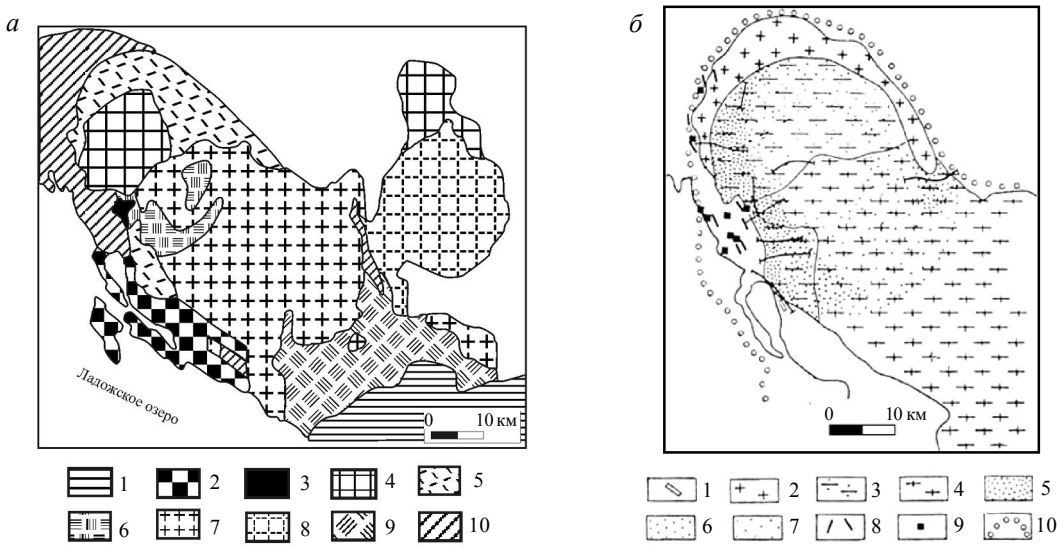
Представлены результаты оптико- и электронно-микроскопического и микрозондового рентгеноспектрального исследования кристаллов акцессорного циркона из измененных гранитов Салминского плутона гранитов-рапакиви. Определены особенности морфологии, анатомии и состава циркона, отобранного из измененных первичных гранитов различной степени. Выявлены вариации этих особенностей циркона в зависимости от степени изменения первичных пород. Намечены статистические закономерности вариации химизма цирконов.

Accessory zircon from metasomatically altered granites of the Salmi intrusion has been studied by means of optic and SEM microscopy, accompanied with electron-probe analysis of trace elements. Peculiarities of morphology, inner structure and composition of the zircons were revealed. The correlation of those to the rock alteration degree has been established. Statistical pattern of compositional variations of zircons are estimated. The results are presented in the paper.

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 редкометальное оруденение [1-3].

Геологическое положение Плутона. Салминский плутон расположен на северо-восточном берегу Ладожского озера. Плутон имеет около 125 км в длину, занимает около 4500 км^2 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 (см. рисунок). Вторыми по распространенности являются выходы средне- и равномерно-зернистых лейкократовых биотитовых гранитов, составляющих комплекс поздних гранитов Б. Небольшую площадь занимают фторлитиевые редкометальные 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 неравномерно-зернистых аляскитоидных гранитов [1]. Эти породы занимают большую часть выходов гранитов А и играют заметную роль в строении массива. Является очевидным тот факт, что разные час-



Схематическая геологическая карта Салминского массива: *а* – по Amelyn [3] (1 – платформенный чехол; 2 – вулканогенно-терригенные породы Салминской свиты; 3-9 – породы Салминского комплекса: 3 – альбит-литиевые сидерофильные граниты; 4 – порфировидные мелкозернистые биотитовые граниты; 5 – равномерно-зернистые биотитовые граниты; 6 – порфировидные мелкозернистые биотит-амфиболовые граниты; 7 – выборгиты, питерлиты; 8 – сиенограниты, биотит-амфиболовые граниты (Ульялегские граниты); 9 – габбро-нориты, габбро, анортозиты, монцониты, кварцевые монцониты; 10 – раннепротерозойские (Свекокарельские) гнейсы и сланцы, породы карбонат-терригенного комплекса); *б* – по С.М.Бескину [1] (1 – комплекс самых поздних гранитов: средне- и мелкозернистые микроклин-альбитовые субщелочные граниты с протолитионитом; 2 – комплекс поздних гранитов: среднезернистые лейкограниты с биотитом; 3, 4 – комплекс ранних гранитов: 3 – разнозернистые порфировидные биотитовые граниты, 4 – крупно- и среднезернистые порфировидные и овоидные биотит-роговообманковые граниты-рапакиви; 5-7 – зоны микроклинизации и аляскитизации: 5 – интенсивно, 6 – умеренно, 7 – слабо проявленные; 8, 9 – рудопроявления и месторождения: 8 – тантала и ниобия, 9 – олова и полиметаллов; 10 – подземный контур гранитов по Δg)

ти 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-ю фазы и жильную фазу (аплит) гранитов А, а также наиболее измененный гранит, вероятно, 2-й фазы.

Аналитические методы исследования. На начальном этапе работы была проведена минеральная сепарация циркона из образцов путем дробления породы (щековая дробилка Retsch BB 51), отмучивания, электромагнитной сепарации (электромагнитный валковый сепаратор ЭВС-10/5) и гравитационного осаждения в тяжелых жидкостях ($CHBr^3$ с плотностью 2,89 г/см^3 и CH_2J^2 с плотностью 3,34 г/см^3). Далее выделенные из породы кристаллы циркона изучались с помощью оптической микроскопии на бинокулярном микроскопе Leica DC 180.

Часть кристаллов (25-30 из каждой пробы) поместили в цилиндрическую отливку из эпоксидной смолы («шайбу»), отшлифовали примерно до половины толщины зерен и отполировали. Для катодолюминесцентного изучения осуществляли напыление на установке EMITECH K450X для термического распыления углерода с опциональным модулем K350. Для получения катодолюминесцентного изображения использовали сканирующий электронный микроскоп CamScan MX2500 с катодолюминесцентной системой CLI/QUA2, Bentham. Изучали состав циркона с помощью растрового электронного микроскопа-микроанализатора JXA-8600S фирмы «Jeol». Исследования проводили в лабораториях 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 2 (20 %) до 4 (80 %). Цвет цирконов – от бледно-желтовато-розоватого до интенсивно коричневого, обусловленного, вероятно, примесью трехвалентного железа. В каждой из пород цирконы варьируют 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-й фазе гранитов А. Во многих цирконах наблюдается примесь Ce, 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-й 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 более.

Особенности анатомии. В подавляющем большинстве кристаллов каждой породы в катодолюминесцентном 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.

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 (Ce и Yb групп). Это характерно для всех исследованных пород, что свидетельствует об однотипных процессах их преобразования. Кроме того, исходя из проведенного анализа очевидна необходимость детальных исследований особенностей цирконов из типичных неизмененных выборгитов и типичных разновидностей гранитов Б (второго комплекса).

Работа поддержана грантом CRDF (ST-015-02).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бескин С.М.* Строение Питкярантского массива в Северном Приладожье (Карелия) / С.М.Бескин, Э.Н.Лишневский, М.Н.Диденко // Известия Академии наук. Серия геологическая. 1983. № 3. С.19-26.

2. Эволюция докембрийского магматизма (на примере Карелии) / Под ред. Л.П.Свириденко. Л.: Наука, 1985. 256 с.

3. 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. Vol.127. P.353-368.

Научный руководитель д.г.-м.н. проф. Ю.Б.Марин