

4. Исанина Э.В., Верба М.Л., Иванова Н.М., Казанский В.И., Шаров Н.В. Глубинное строение и сейсмо-геологические границы Печенгского района на Балтийском щите и смежной части шельфовой плиты Баренцева моря // Геология рудных месторождений. 2000. Т. 42. № 5. С. 476–487.

5. Казанский В.И., Лобанов К.В. Структурно-геофизическая позиция, глубинное строение и условия локализации уникального Печенгского рудного поля (Балтийский щит) // Крупные и суперкрупные месторождения: закономерности размещения и условия образования, Москва, ИГЕМ РАН, 2004. С. 187–205.

6. Казанский В.И., Лобанов К.В., Шаров Н.В. От разреза Кольской сверхглубокой скважины к глубинным моделям Печенгского рудного района: к 10-летию открытия № 28 в области наук о Земле // Вестник Российской Академии естественных наук. 2007. Т. 7. № 2. С. 3–7.

7. Казанский В.И., Лобанов К.В., Кузнецов А.В., Савицкий А.В., Морозов Ю.А., Шолто В.Н., Шаров Н.В. Гидротермальная полиметаллическая минерализация переходной зоны «Суша – Море», Печенгский рудный район (Россия) // Геология рудных месторождений. 1999. Т. 41. № 3. С. 195–213.

Опыт извлечения цирконов на радиологический возраст из расслоенных и дифференцированных интрузивов

Кевлич В.И., Трофимов Н.Н., Кукушкина П.И.

Институт геологии КарНЦ РАН, г. Петрозаводск

Расслоенные и дифференцированные интрузивы по среднему составу отвечают ультрамафитовым и мафитовым магмам, характеризующимся изначально более низким содержанием циркония, что затрудняет использование их для радиологических датировок. Однако в процессе внутрикамерной дифференциации, в интрузивах образуются зоны, мега и макроритмы, а также слои и горизонты в них, обогащенные цирконием. К таковым должны относиться верхние зоны мафитовой части расслоенных интрузивов и наиболее обогащенные кремнеземом, вплоть до появления свободного кварца (до 20%), шпидеры, слои и горизонты в дифференцированных интрузивах основного состава. В этой связи исследователям приходится часто прибегать к менее устойчивым системам – парагенезису пироксен + плагиоклаз.

В данной работе излагается опыт извлечения цирконов из пород ритмично-расслоенного Бураковского плутона передотит-габброноритовой формации и хорошо дифференцированных рудоносных пластовых интрузивов трапповой формации Пудожгорского комплекса, выявления их генераций и параметрических характеристик.

Бураковский плутон. Скважина №31 – глубина 400 м. Вскрывает зону магнетитовых габбродiorитов (пижонитовых габброноритов по Логинову В.Н., ГУП КГЭ), и габброноритовую зону Шалозерского блока. Проба № С-31/344-349 весом 12,5 кг отобрана с интервала 344–349 м и характеризует верхнюю часть габброноритовой зоны, сложенной среднезернистыми мезократовыми габброноритами с минеральной прагенетической ассоциацией $OPx+CPx+PL$ ⁴⁰⁻⁴². Все минералы свежие, процессами замещения не затронуты.

Скважина №5 – глубина 217,5 м. Вскрывает нижнюю часть разреза габброноритовой зоны (ГНЗ) Аганозерского блока. Весь разрез сложен габброноритами, за исключением маломощных интервалов представленных двух-трехчленными ритмами и содержащих слои: плагиоклазита – 87,55–88,0 м и 126,1–126,2 м; перидотита – 121,4–121,9 м; 122,6–124,0 м; 125,1–128,2 м. Проба № С-5/21-85 весом 1,5 кг отобрана выше этих ритмов в интервале 21–85 м из неравномерно сохранившихся остатков зерна, охарактеризованных четырьмя шпидерами и химанализами – 34,0; 50,0; 78,0; 83,0. Вначале опробованного интервала плагиоклаз частично замещен агрегатом цоизита, пироксен слабо амфиболизирован (каемочная микроструктура замещения), развивается биотит (шл.С-5/34). В средней и нижней части плагиоклаз и моноклинный пироксен свежие, ромбический пироксен слегка затронут процессами замещения.

Пудожгорская интрузия. Пробы № 467 весом 22 кг и № 468 весом 24,5 кг отобраны в обнажениях из пород верхней части гранофирового горизонта диоритовой зоны Пудожгорского интрузива, которые характеризуются высокой концентрацией щелочей и соответствуют по нормативному

составу гранодиоритам и кварцевым монцодиоритам. Плагиоклаз (60–65%) образует две генерации: раннюю таблитчатую – идиоморфный альбит (1–5 мм); позднюю – выполняющую интерстиционные промежутки (шахматный альбит). Амфибол (15%) представлен ферроэднитом и ферро-роговой обманкой. Содержание кварца 10–20%.

Спектральный полуколичественный анализ в пробах из Бураковского плутона цирконий не установил, а в пробах Пудожгорского и Койкарско-Святоволоцкого силов (№ 467, 468 и 166) – содержание Zr 0,046%. Более чувствительный рентгенофлуоресцентный анализ выявил его концентрации в количестве (%): 0,034 – проба № С-31/344-349; 0,014–0,017 (2 навески) – проба № С-5/34-83.

Первичное обогащение проб осуществлялось на концентрационном столе, отдельно для классов – 0,5+0,05мм и шламов –0,05+0,03мм. Концентраты стола направлялись на магнитную сепарацию, на индукционно роликовом сепараторе 138Т-СЭМ отдельно в слабых и сильных магнитных полях. Немагнитная фракция поступала на разделение в тяжелой жидкости. Ее тяжелая фракция подвергалась перемывочной магнитной сепарации в сильных магнитных полях, после чего направлялась на магнитогидростатическую (МГС) сепарацию. При различной напряженности поля, регулируемой величиной силы, тока, в первую легкую фракцию переходит апатит, во вторую – циркон, зерна сульфидов с примазками. В тяжелой фракции концентрируется пирит, молибденит. Доводка концентрата циркона осуществлялась с применением электрической сепарации и бинокулярного микроскопа. Из проб Бураковского массива №С-5/21-85 и №С31/344-349 выделено от первых десятков знаков до 16мг циркона, из проб Пудожгорского интрузива № 467 и №468 – от 17 знаков до 11 мг.

Мономинеральные фракции циркона подвергались генерационному анализу. В пробе № 468 (Пудожгорский интрузив) выделяются по комплексу морфоструктурных признаков 4 группы цирконов.

Первая группа представлена эвгедральными кристаллами призматического габитуса и их обломками, светло-розового и желтоватого цвета, пятнисто-ожелезненными, трещиноватыми, полупрозрачными до непрозрачных. Включения черные, бурые, красноватые пятнистые и стержневидные по трещиноватости. Внутреннее строение неоднородное, блочное, незональное, с нормальным двупреломлением. Размеры зерен циркона 0,5 мм x 0,05 мм, 0,4 мм x 0,1 мм и меньше. Коэффициент удлинения K_y более 8. Содержание в пробе данной группы – 98%. Во вторую группу отнесены кристаллы аналогичные первой с K_y до 8, содержание цирконов этой группы 1%. Цирконы 3 и 4 группы имеют дипирамидально-призматический облик близкий к изометрическому с $K_y = 1,5–2,5$.

В пробе габброноритов № С-5/21-85 Аганозерского блока Бураковского интрузива цирконы представлены обломками кристаллов, бесформенными, иногда удлиненными, иногда с вершинкой, ограненной несколькими пирамидками. Цвет зерен коричневый, иногда наблюдается неровная пятнистая окраска. Блеск зерен стеклянный. Под микроскопом внутреннее строение зерен, незональное, но и неоднородное, как бы блочное с редкими микровключениями. Размеры зерен циркона 0,5 x 0,05 мм; 0,4 x 0,1 мм и менее.

В пробе № С-31/344-349 Шалозерского блока цирконы в основном представлены обломками кристаллов коричневого цвета, иногда наблюдаются пятнисто окрашенные. Показатели преломления высокие, двупреломление высокое. Внутреннее строение кристаллов простое, незональное. Преобладающий размер – зерен 0,5 x 0,03мм.

Анализ цирконов из проб Бураковского интрузива на сканирующем микроскопе TESKAN позволил установить наличие в кристаллах микротрещин и включений по ним – кварца, хлорита, клинопироксена, калиевого полевого шпата, эпидота размером от 20–10 до 3 микрон и менее, рис.1, табл.1. Количественный анализ в точках и линейное сканирование выявили, кроме основных элементов, присутствие гафния до 1,16% (табл.1).

В кристаллах циркона и его обломках, размерностью от 0,2 x 0,2мм и до 0,05 x 0,1мм выявлены включения кварца в сростках с пироксеном и биотитом, выполняющих, как отдельные микротрещины, так и обособления размером от 20 до 3мкм и менее (рис.2). При этом отмечается система микротрещин в зернах, выделенная в качестве блочности при описании циркона в поляризационном микроскопе. Сканированием по линиям установлено, что в пределах чувствительности прибора не менее 0,1%, в зернах циркона, кроме основных элементов распределенных равномерно, содержится гафний- (1,13–1,19%) и золото (1,21–1,46%), пики распределения которых коррелируются с кремнием (табл. 2).

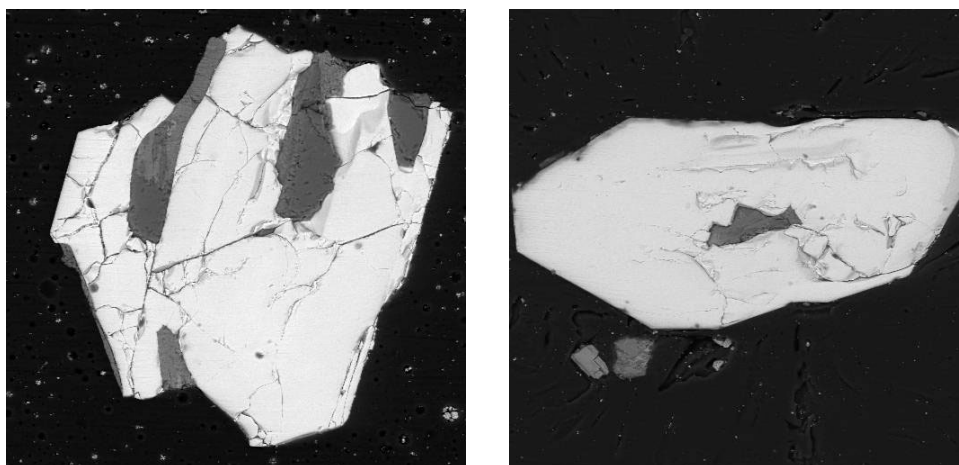


Рис. 1. Морфология цирконов Бураковского плутона и включения в них.

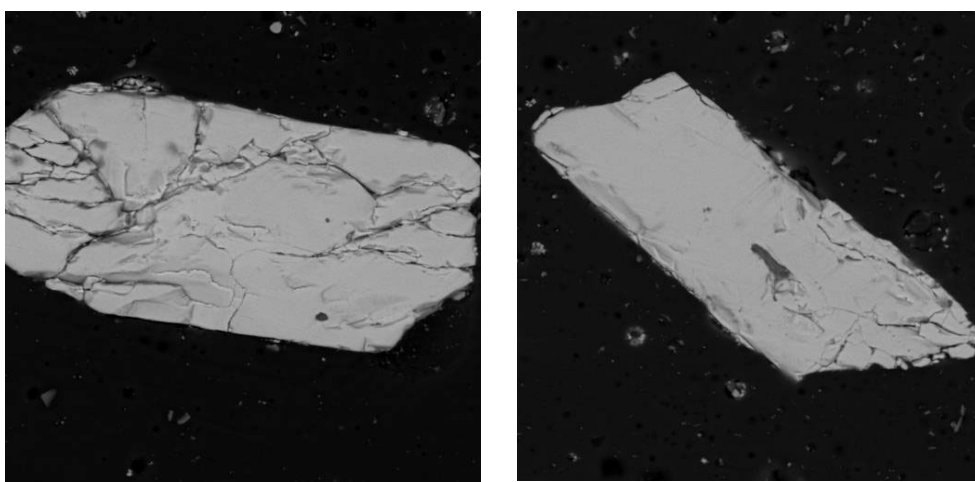


Рис. 2. Морфология цирконов Пудожгорской интрузива

Таблица. 1. Результаты рентгеноспектральных анализов цирконов и включений в них (масс.%).
Пробы № С-5/21-83 и № 31/344-349

№ кристалла	циркон 1					циркон 2	циркон 3	циркон 4		циркон 5	
Состав минералов по точкам и профилям зондирования (спектрам)											
№ спектра	1	3	4	5	6	1	1	1	2	2	4
Минерал	циркон	хлорит	кварц	циркон	циркон	циркон	калиевый п/шпат	эпидот	Калиевый п/шпат	хлорит	Клино-пироксен
ZrO	69,47	-	-	69,16	69,38	67,66	2,66	-	-	-	1,55
SiO ₂	30,53	33,99	100	30,84	30,62	31,18	62,06	42,63	67,85	36,7	54,2
Al ₂ O ₃	-	18,61	-	-	-	-	15,75	22,11	16,97	15,78	-
FeO	-	29,47	-	-	-	-	-	12,77	-	36,7	3,91
TiO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,76
MgO	-	17,93	-	-	-	-	-	2,14	-	10,42	14,58
CaO	-	-	-	-	-	-	-	20,36	-	-	25,01
Na ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K ₂ O	-	-	-	-	-	-	19,53	-	15,18	-	-
Hf	-	-	-	-	-	1,16	-	-	-	-	-
Au	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сумма	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Таблица. 2. Результаты рентгеноспектральных анализов цирконов и включений в них (масс%).
Пробы № 467 и № 468

№ кристалла	Циркон 1			Циркон 2	
Состав минералов по точкам и профилям зондирования (спектрам)					
№ спектра	1	2	по профилю	1	по профилю
Минерал	п/шпат	циркон	циркон	биотит	циркон
ZrO	7,56	68,82	66,81	5,13	66,37
SiO ₂	66,92	31,18	30,85	57,84	30,98
Al ₂ O ₃	14,76	-	-	13,72	-
FeO	0,88	-	-	13,7	-
MgO	-	-	-	3,82	-
CaO	-	-	-	-	-
Na ₂ O	1,18	-	-	-	-
K ₂ O	8,7	-	-	5,79	-
Hf	-	-	1,13	-	1,19
Au	-	-	1,21	-	1,46
Сумма	100	100	100	100	100

Проведенные исследования показали, что габброидные части разрезов расслоенных интрузий (ГНЗ Бураковского плутона) и обогащенные гранофиром горизонты дифференцированных интрузивов трапповой формации содержат достаточные концентрации циркона для изотопно-возрастных датировок несмотря на отрицательную оценку наличия циркония п/количественным спектральным методом. Этот метод не надежен для предварительной оценки пород на наличие Zr. Следует использовать рентгенофлуоресцентный вид анализа. При этом вес исходной пробы может не превышать 50 кг, иногда оптимальным является вес 10–20 кг. Извлечение необходимого количества кристаллов обеспечивается хорошо выстроенной и многократно проверенной технологической схемой обогащения, разработанной в Институте геологии.

Применение микроанализатора TESCAN позволяет получить более надежные качественные характеристики морфологических разновидностей и генераций цирконов перед направлением их на дорогостоящий масс – спектрометрический анализ изотопного состава. Представленная работа является первой и предварительной по совершенствованию методики пробоподготовки для изотопно-возрастных исследований.

Модельные представления о глубинном строении Земной коры юго-восточной Карелии (по данным региональных геофизических исследований)

Клабуков Б.Н.¹, Шаров Н.В.¹, Исанина Э.В.², Крупнова Н.А.², Соколов С.Я.¹

¹Институт геологии Карельского НЦ РАН, г. Петрозаводск;

²ФГУП «Урангео» СЗФ «Невскгеология», г. Санкт-Петербург

Приводятся результаты сейсмических исследований по профилю Ладожское озеро-Онежское озеро-Белое море, средняя часть которого расположена вблизи участка бурения Онежской параметрической скважины до глубины 3500 м. Анализируются сейсмические материалы, а также другие геолого-геофизические данные по этому району. Такой комплексный подход позволяет выявить некоторые новые детали глубинного строения земной коры, уточнить ее состав, структуру и скоростной разрез, возможную геологическую природу и рельеф сейсмических границ. При этом мы пытались рассмотреть в какой-то степени и те задачи, которые поставлены в связи с предстоящим бурением Онежской параметрической скважины.

Особенности геологического развития проявляются в региональных и локальных геофизических полях. Наиболее контрастны аномалии, связанные с содержанием в породах шунгитового вещества (ШВ). Прежде всего, это аномалии электрические, так как ШВ – прекрасный проводник электрического тока. Сейсмическая характеристика структуры базируется на результатах различных методов сейсморазведки и на основании данных аномалий объемного моделирования. По материалам МОВЗ и других сейсмических методов построена карта поверхности Мохоровичича Карельского региона.