

Формирование феррихромита в известково-щелочных лампрофирах также нельзя однозначно отнести к ранней стадии формирования пород. На рис. 2 е показано формирование хромитовых прослоев в зерне эпидота, который в свою очередь кристаллизуется в ходе постмагматического преобразования пород. Последнее наблюдение свидетельствует о мобильности не только сульфидного но и оксидного вещества в ходе вторичных преобразований.

Из проведенных исследований следует, что наиболее ранними рудными фазами были халькопирит и пирротин, чуть позже формировался пирит, и вероятно, еще позже, в пустотах – галенит. Разрушение сульфидов происходило на стадии посткристаллизационного преобразования пород. Пространственная сопряженность зоны формирования гнездовой вкрапленной минерализации с зоной магматических брекчий и с зоной наиболее интенсивных посткристаллизационных преобразований пород приводит к заключению, что не только результат этих процессов сопряжен в пространстве, но и сами эти процессы могли быть сопряжены во времени. С этих позиций сульфидов с замещением их окисными фазами могло происходить под действием тех же, окисленных [3] флюидов, которые вызвали преобразование пород в зоне брекчий.

#### Литература

1. Lobach-Zhuchenko S.B., Rollinson H., Chekulaev V.P., et al. Petrology of a late Archaean, highly-potassic, Panozero sanukitoid pluton from the Baltic Shield: insights into late Archaean mantle metasomatism. // Journal of Petrology, 2008, V.49, N.3. P. 393-420.

2. Гусева Н.С. Геология и петрология Панозерского санукитоидного плутона (Центральная Карелия) // Автореферат дисс. канд. геол.-мин. наук. СПб.: ИГГД РАН. 2006. 26 с.

3. Скублов С.Г., Лобач-Жученко С.Б., Гусева Н.С., и др. Геохимия цирконов из архейских лампроитов Панозерского комплекса (Центральная Карелия) // труды всероссийского семинара «Геохимия магматических пород. Научная школа Щелочной магматизм Земли». Санкт-Петербург, 2008.

### Докембрийские рудоносные комплексы Карело-Кольского региона

Дюжиков О.А., Горбунов Г.И., Шарков Е.В.

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, г. Москва, e-mail: sharkov@igem.ru

Северо-запад Восточно-Европейской древней платформы (Карело-Кольский регион) характеризуется широким развитием крупных докембрийских рудоносных комплексов, связанных с мафит-ультрамафитовыми интрузивами. Эти интрузивы являются составными частями двух крупных изверженных провинций: (1) среднепалеопротерозойской Ятулийско-Людиковийской, образованной преимущественно Fe-Ti пикритами и базальтами с возрастом 2.3-1.9 млрд. лет, и (2) раннепалеопротерозойской (2.55-2.35 млрд. лет назад) Балтийской, сложенной образованиями кремнеземистой высоко-Mg серии (КВМС). Многие из этих рудоносных комплексов хорошо изучены и эксплуатируются, но некоторые еще требуют детального исследования и поисково-оценочных работ.

Докембрийские рудоносные комплексы региона определяются как один из богатейших минерально-сырьевых регионов России. Они принадлежат гипербазит-базитовым вулканогенно-плутоногенным и плутоногенным ассоциациям, содержащим крупные PGE-Cu-Ni рудные поля и месторождения [1, 4, 6, 8, 9]. На Кольском полуострове вулканогенно-плутоногенные комплексы развиты главным образом в связи с палеопротерозойским Печенгско-Варзугский рифтогенным поясом, где рудоносные дифференцированные интрузивы комагматичны высокомагнезиальным вулканитам.

Среднепалеопротерозойские Печенгские месторождения сульфидных Cu-Ni руд связаны с большими груборасслоенными мафит-ультрамафитовыми интрузивами, происшедшими за счет пикробазальтовых расплавов [8]. Они представлены минерализацией с вкрапленными, прожилково-вкрапленными, брекчиевидными и массивными рудами. Последние вместе с брекчиевидными про-

странственно тесно связаны между собой. Месторождения приурочены к грабен-синклинорию и контролируются отчетливо выраженными тектоническими зонами вдоль нижнего эндоконтакта интрузивов [1]. Согласно изотопным данным [8], руды имеют сложный генезис и образованы как за счет мантийного материала, так и переотложенного в результате метаморфических и метасоматических процессов.

Раннепалеопротерозойские крупные плутогенные рудоносные комплексы, связанные с Балтийской провинцией КВМС, обнаруживают как широкое развитие платиновой и хромитовой минерализации, так и проявление других полезных компонентов [2]. В пределах рассматриваемого региона известны крупные расслоенные плутоны (Имандровский, Федорово-Панский, Мончегорский и др.). Некоторые из них обнаруживают развитие горизонтов с малосульфидной платиной. Указанные массивы приурочены к юго-западному борту Печенга-Имандра-Варзугской рифтогенной структуры. Внедрение этих интрузивов совпадает с ранним этапом формирования названной структуры, заложение и развитие которой происходило в эпиплатформенных условиях на консолидированном архейском фундаменте. Палеопротерозойский магматизм проявлен здесь в начальную фазу внутриконтинентального рифтогенеза. В аналогичных геодинамических условиях были сформированы Бушвельд, Великая Дайка Зимбабве, Стиллиотер [4].

Рассматривая Карельский кратон как самостоятельную структуру восточной части Балтийского щита, следует подчеркнуть, что на севере Карелии известны рудоносные комплексы Луккулайсваара, Ципринга и Кивакка, а на юге - крупнейший в Европе Бураковский расслоенный массив. В последнем выявлены малосульфидные PGE руды и хромититы.

Особый интерес представляет, на наш взгляд, сложнопостроенный Имандровский лополит, расположенный в центральной части Кольского кратона. В вертикальном разрезе интрузивного комплекса выделены следующие четыре зоны [3, 5]: (1) нижняя расслоенная - переслаивание плагиопироксенитов и меланократовых норитов, мощностью 150 м; (2) главная, представленная относительно однородными мезократовыми габбро-норитами с редкими прослоями меланократовых и лейкократовых их разностей, мощностью 2000 м; (3) верхняя расслоенная - чередование мезо- и лейкократовых габбро с плагиоклазитами, мощностью 300 м; (4) прикровельная - кварцевые габбро и габбро-диориты, мощностью 500 м.

Имандровский лополит интересен не только как крупный хромитоносный массив, но и как PGE рудоносный комплекс. Принято считать, что породы всех зон сингенетичны. Массив, общая площадь развития которого 1500 км<sup>2</sup>, представлен несколькими разобщенными блоками, прослеживаемыми на различных участках, в том числе на участках горы Девичьей, Монче полуострова, Умбареченском, в юго-восточной части горы Большая Варака,

Хромитовое оруденение концентрируется в нижней части интрузива и представлено вкрапленным и жильным оруденением. Мощность оруденелых слоев от 0,20 до 1,5-2 м. Всего выделяется до 5-6 горизонтов, но из них лишь 4 являются наиболее устойчивыми. По нашим данным [5], содержания Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> составляют в наиболее значимых участках горизонтов 22,87-28,96%, а содержания PGE в них - 1,06-2,06 г/т. Платиновая минерализация распространена в хромититах, а также в ассоциации с рассеянной вкрапленностью хромшпинелидов и сульфидов.

Породы Имандровского лополита характеризуются пересыщенностью кремнеземом и закономерным увеличением снизу вверх по разрезу содержания щелочей при повышенной роли калия и увеличением относительной железистости. Средний состав пород отвечает мезократовым габброидам. В их нормативном составе присутствует кварц, но отсутствует оливин. В своей нижней части породы массива характеризуются геохимической специализацией на Cr, а в верхней - на Ti, Fe, V.

Интересной особенностью массива является платиновая минерализация, фиксируемая как в связи с хромитовым оруденением, так и в плагиоклазитах. Суммарная мощность хромитоносной зоны 100-200 м. Наряду со стратиформными хромитами, присутствуют маломощные субвертикальные жильные тела. Последние, возможно, являются ответвлениями от залегающих на глубине пластообразных или линзовидных залежей [5, 7],

Платинометальное оруденение в Имандровском массиве изучено к настоящему времени недостаточно. При содержании PGE в хромититах до 3 г/т отмечается иногда повышенное количество Ru (до 0,7 г/т), Pt значительно преобладает над Pd. В практически бессульфидных плагиоклазитах концентрация PGE составляет 0,16-0,50 г/т при Pt/Pd примерно равном 1.

Таким образом, раннепалеопротерозойский Имандровский лополит может являться одним из перспективных рудоносных объектов Кольского региона.

#### Литература

1. Горбунов Г.И., Астафьев Ю.А., Гончаров Ю.В. и др. Медно-никелевые месторождения Печенги. М.: ГЕОС, 1999. 236 с.
2. Додин Д.А., Ланда Э.А., Лазаренков В.Г. Платиносодержащие месторождения мира. Т.П - Платиносодержащие хромитовые и титаномагнетитовые месторождения. М.: 000 "Геоинформмарк", 2003. 409 с.
3. Докучаева В.С., Жангуров А.А., Федотов Ж.А. и др. Геология и рудоносность Имандровского лополита // Отеч. геол., 1992, № 10, С. 60-67.
4. Дюжиков О.А. Рудоносные магматические формации PGE-Cu-Ni месторождений// Изв. секции наук о Земле РАЕН, вып. 15, 2007. С. 81-90.
5. Дюжиков О.А., Туровцев Д.М., Кравченко Г.Г. и др. Особенности строения и рудоносность Имандровского лополита Кольской платиноносной провинции// Тез. докл. рег. симпозиума. Петрозаводск, 1995. С. 41-43.
6. Казанский В.И., Генкин А.Д., Глаголев А.А. Печенгский рудный район // В кн. "Глубинное строение и условия формирования эндогенных рудных районов, полей и месторождений". М.: Наука, 1983. С. 208-226.
7. Кравченко Г.Г. Роль тектоники при кристаллизации хромитовых руд Кемпирсайского плутона. М.: Наука, 1969. 212 с.
8. Смолькин В.Ф., Митрофанов Ф.П., Аведисян А.А. и др. Магматизм, седиментогенез и геодинамика Печенгской палеорифтовой структуры. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1995. 256 с.
9. Шарков Е.В. Формирование расслоенных интрузивов и связанного с ними оруденения. М.: Научный мир, 2006. 364 с.

### Масс-спектрометрическое определение РЗЭ в сульфидах и Sm-Nd датирование сульфидсодержащих пород базитовых интрузивов

Екимова Н.А.<sup>1</sup>, Серов П.А.<sup>1</sup>, Баянова Т.Б.<sup>1</sup>, Елизарова И.Р.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГИ КНЦ РАН, г. Апатиты, e-mail: nordgirl@list.ru

<sup>2</sup>ИХТРЭМС КНЦ РАН, г. Апатиты, e-mail: elizarova@chemy.kolasc.net.ru

Изотопно-геохимические исследования пород и минералов рудоносных объектов, наряду с другими методами изучения, дают важную информацию в понимании процессов породо- и рудообразования и металлогении различных геологических объектов. Очень популярным изотопно-геохронологическим методом определения возраста и природы пород мафит-ультрамафитовых интрузий является Sm-Nd метод. Он позволяет использовать в качестве минералов-геохронометров главные породообразующие минералы – плагиоклаз, орто- и клинопироксен, оливин. В практику Sm-Nd исследований постоянно вводятся новые минералы-геохронометры. Очень желательно для целей геохронологии рудных процессов использовать также сульфиды, т.к. именно они должны прямо показывать возраст рудообразования.

Изотопные Sm-Nd исследования по сульфидам до сих пор не проводятся, т.к. содержания РЗЭ в сульфидных минералах считаются весьма низкими (ниже 0.1 ppm), что объясняют литофильным характером группы РЗЭ, вследствие чего они практически не накапливаются в халькофильных рудах.

Между тем, исследования РЗЭ А.В. Дубинина и его коллег [1, 4, 5], проведенные в сульфидах из гидротермальных источников срединно-океанических хребтов, показали о возможности нахождения РЗЭ в кристаллической решетке сульфидов в измеряемых количествах.

Мы попробовали продолжить эти исследования на сульфидных объектах Балтийского щита, но сначала проверили наши возможности на стандартных образцах. Для отработки методики определения РЗЭ в образцах геологических проб без предварительного разделения и концентрирования были воспроизведены аттестованные значения их концентраций в ГСО 2463 (апатит) и в международных стандартных образцах Национального центра петрографических и геохимических исследо-