

приблизиться к закономерностям изменения K_6 , где объединены ультраосновные элементы, такие как Cr и Ni.

2. Из результатов обработки геохимических данных очевидно, что наиболее продуктивным является блок Азовского месторождения, разбуренный скважинами профилей VII – IX, причем максимальное оруденение приурочено к профилю VIII, что фиксируется распределением использованных в работе геохимических показателей. Второй по продуктивности блок приурочен к профилю XIII.

3. Анализ геохимических разрезов и погоризонтных планов Азовского месторождения свидетельствует, что максимум оруденения приурочен к глубине 100-150 м и к профилю VIII. Затухает оруденение приблизительно на глубине 300 м.

4. Накопление РЗЭ в рудных слоях малой мощности, проявленных в рудовмещающих породах на разной глубине, происходит преимущественно в верхней части рудовмещающих интервалов. Максимальные концентрации Zr приурочены как к нижней их части, так и к верхней. Это объясняется различным поведением минералов-концентраторов РЗЭ и Zr в магматическом и метасоматическом процессах.

Литература

1. Шеремет Е.М., Волкова Т.Н., Стрекозов С.Н. и др. Петролого-геохимическая модель Азовского редкоземельного месторождения (в Приазовье Украинского щита). Сб. научных докладов международн. научно-технической конференции «Горная геология, геомеханика и маркшейдерия. Донецк, 2004 г., стр. 117-124

2. Виноградов А.П. Средние содержания химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры. Геохимия, 1962, № 7, с. 555-571.

РЕДКОМЕТАЛЬНОЕ ОРУДЕНЕНИЕ ЩЕЛОЧНОГРАНИТОИДНОГО ТИПА

Шурига Т.Н., Рогачёва О.Ю.

*Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья
им. Н.М. Федоровского, Москва, vims-shuriga@mail.ru*

Проявление щелочногранитоидного магматизма известны в истории Земли со среднего протерозоя до неогена, однако наиболее широко они представлены в фанерозойское время. Глобальные эпохи развития щелочного магматизма сопровождалась комплексным редкометальным оруденением (Ta, Nb, Zr, TR и пр.), в ряде случаев, крупным и уникальным – Питинга (Бразилия), Тор-Лейк (Канада), Плато Джос (Нигерия) и др.

Широкое распространение редкометального оруденения, генетически связанного с массивами щелочных гранитов, имеет место в Сибирском регионе России. По масштабам накопления Ta, Nb, Zr месторождения представляют весьма крупные объекты, имеющие важное практическое значение в минерально-сырьевой базе РФ. К ним относятся Зашихинское и Улуг-Танзекское месторождения [1].

Месторождения располагаются в пределах крупных редкометальных металлогенических провинций. Их геотектоническая позиция определяется приуроченностью к зонам крупнейших долгоживущих региональных разломов и связана с процессами рифтогенеза.

Формирование оруденения происходило в процессе поздне- постмагматического высокотемпературного метасоматоза с образованием микроклин-кварц-альбитовых рудоносных метасоматитов, содержащих тонкую вкрапленность (0,5-0,25 мм) редкометальных минералов. Весьма типичными темноцветными минералами данных образований являются литиевый рибекит и обширная серия литиево-железистых слюд, представленных литиевым аннитом, протолитионитом, низкоглиноземистыми

циннвальдитом и Li-Fe-мусковитом, а также железистым полилитионитом. Последний является типоморфной слюдой для данной генетической группы месторождений.

Нередко роль породообразующих минералов приобретают весьма редкие, но типоморфные для данных образований алюмофториды (криолит, томсенолит и др.), содержание которых может достигать 8-10% при среднем содержании 2-3%.

В пределах месторождений, как правило, выделяются несколько минеральных типов рудоносных пород (рибекитовый, биотит-протолитионитовый, полилитионитовый, циннвальдитовый, мусковитовый), которые довольно четко оконтуриваются в виде обособленных полей, участков, зон, фиксируя тем самым зональное строение рудных тел.

Рудам месторождений свойственна сложность минерального состава, присутствие большого количества минеральных видов и разновидностей (несколько десятков) при совместном нахождении минералов, характерных для разных обстановок минералообразования (титаноцирконосилкаты, слюды, сульфиды и т.д.).

Большинство минералов рудоносных метасоматитов имеют сложный переменный состав, закономерно меняющийся в ходе эволюции метасоматического процесса. Как правило, основные редкометальные минералы (колумбит, циркон) образуют несколько разновременных генераций, различающихся по особенностям химического состава, специфике микропримесей, структурным особенностям, морфологии и внутреннему строению кристаллов, некоторым физическим свойствам.

Колумбит, представляющий основную практическую ценность редкометальных руд, значительно варьирует по составу от существенно ниобиевых разновидностей с низким содержанием тантала (1,5-2,8% Ta_2O_5) и высоким ниобий-танталовым отношением (23-32) до танталсодержащих колумбитов (6-10% Ta_2O_5) с ниобий-танталовым отношением 5-10. Наиболее ранние ниобиевые разновидности колумбита имеют высокую структурную упорядоченность, характеризуются таблитчатой морфологией кристаллов и внутренней микрооднородностью. Более поздние танталсодержащие колумбиты из богатых руд, как правило, характеризуются структурной неупорядоченностью, значительной микронеоднородностью, имеют призматическую, пластинчатую и тонкопластинчатую форму кристаллов.

Пироксоло занимает подчиненное значение в рудах по сравнению с колумбитом. Тем не менее, особенности его состава весьма характерны для данного генетического типа месторождений. Как правило, он представлен урано-редкоземельной разновидностью с переменным содержанием свинца от первых процентов до 35-50% PbO. Обогащения пироксоло свинцом вплоть до образования плумбопироксоло происходит на поздних стадиях рудного процесса.

Циркон является вторым по значимости минералом редкометальных руд. Для него характерны бипирамидальная форма кристаллов, зональное и тонкозональное строение зерен с многократным чередованием зон, особенно четко различающихся по содержанию гафния (от 1-3 до 10-20% HfO_2), с обогащением гафнием внешних зон кристаллов. При этом общей тенденцией эволюции циркона является «очищение» циркона на поздних стадиях от механических примесей (торита, урановых минералов, гидроксидов железа и др.) с одновременным возрастанием изоморфных примесей урана (0,11%) и гафния.

Изотопное датирование редкометального оруденения по различным генерациям циркона (данные кинетического Pb-Pb-метода, Л.В. Сумин, ВИМС) показало их значительную возрастную гетерогенность и неоднородность изотопной системы, присутствие до 8-10 фаз радиогенного свинца. Отмечена нарушенность изотопной системы, а в ряде случаев – значительные потери радиогенного свинца. Для большинства разновидностей фиксируется присутствие древних "реликтов" и многочисленные вторичные воздействия, что является свидетельством гетерогенности субстрата и его многократной активизации. Установленные особенности изотопной системы циркона связаны с длительной и сложной историей формирования циркона рудоносных пород, обусловленной их

положением в долгоживущих структурах, многократно активизированных в фанерозойское время.

Впервые проведенные исследования изотопного состава кислорода (полевой шпат, кварц, слюда) и серы (галенит, пирит), сопровождающих тантал-ниобиевое оруденение Улуг-Танзекского и Зашихинского месторождений [2], выявили целый ряд особенностей, характеризующих специфику процесса рудообразования. Для сульфидов отмечен стабильный изотопный состав серы ($\delta^{34}\text{S}$ в пределах $-2,3 - +3,8\text{‰}$), близкий к метеоритному стандарту, что предполагает глубинное происхождение серы при формировании редкометалльных руд. При этом температура отложения сульфидов колеблется в широком диапазоне $450^{\circ}-120^{\circ}$. В то же время облегченный состав кислорода в силикатах ($\delta^{18}\text{O}$ до $+1,3\text{‰}$) и нарушение кислородно-изотопного равновесия свидетельствует о вовлечении в систему рудообразования метеорных вод.

Таким образом, формирование сложного по составу редкометалльного оруденения щелочногранитоидного типа связано с длительной эволюцией специализированных рудномагматических систем в условиях рифтогенеза с неоднократной тектонической активизацией, сопровождающейся привнесом рудного вещества. Источники вещества, скорее всего, имеют корово-мантийную природу, с определенной долей метеорной составляющей на отдельных стадиях рудообразования.

Литература

1. Кудрин В.С., Шурига Т.Н. Специфика минерального состава крупных редкометалльных месторождений в плутоногенных щелочных кварц-альбит-микроклиновых метасоматитах // Крупные и уникальные месторождения редких и благородных металлов. Сб. научных статей. Санкт-Петербург. 1998. С. 110-112.

2. Сынгаевский Е.Д., Куприянова И.И., Шурига Т.Н., Шпанов Е.П. Изотопный состав кислорода и серы редкометалльных месторождений – индикатор источников вещества // Руды и металлы. 2003. № 3. С.13-19.