

НОВЫЙ «ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ КОДЕКС» И МЕСТО ПОРОД ВЫСОКОМАГНЕЗИАЛЬНОЙ КОМАТИТОВОЙ СЕРИИ В НЕМ

Куликова В.В.*, Бычкова Я.В.**, Бычков А.Ю.***

*Институт геологии Карельского НЦ РАН, Петрозаводск, vkulikova@yandex.ru

**Институт геохимии и аналитической химии РАН, Москва, yanab66@yandex.ru

***Московский государственный университет, Москва, andrewbychkov@rambler.ru

Нормативным документом для геологов служит «Петрографический кодекс», который должен базироваться на большом фактическом материале, современных методах изучения горных пород и определенной договоренности среди специалистов. Однако выделение магматических комплексов ультраосновных – основных пород и их отдельных видов всегда представляло определенные сложности, поскольку их метаморфические преобразования, насыщенность водными флюидами и др. факторы не позволяют достоверно идентифицировать первичный магматический реальный химический состав. Многолетние исследования «новых» ультраосновных – основных горных пород – коматиитов и коматиитовых базальтов, открытых, в том числе авторами, в разное время на ЮВ Фенноскандинавского щита с учетом Мировых данных, выявили существование здесь магматической серии, представленной вулканно-плутонической ассоциацией (интрузивы, силлы, дайки, вулканиты). Однако традиционный подход к классификации, базирующийся на соотношении $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$, не позволил этой серии занять самостоятельное место и ограничил ее статус в пределах пикритового семейства в рамках подвида [2], т. к. номенклатура новых выделенных видов не обоснована, во-первых, фактическим материалом, а во-вторых – математическими расчетами. Например, очевиден некорректный ряд: низкотитанистый пикрит ($\text{TiO}_2 - 0,05-0,6\%$) → пикрит ($\text{TiO}_2 - 0,5-1,7\%$) → высокотитанистый пикрит ($\text{TiO}_2 - 0,8-4,9\%$) → ультраосновной пикробазальт ($\text{TiO}_2 - 0,8-1,6\%$), где содержания индикаторного элемента носят как бы случайный характер.

Авторы полагают, что для классификации высокомагнезиальных пород пригодны наименее подвижные элементы: Ti и Al, а также индикаторный Mg [3]. Это отвечает специфике свойств химических элементов, установленным в Периодической системе Д.И. Менделеева и «принципам» Подкомиссии по классификации и номенклатуре изверженных горных пород [1]. Согласно «1-му принципу» – степени распространенности – классификационным целям удовлетворяют O, Si, Al, Fe, Ca, Mg. Исходя из 2-го принципа – элементы должны относиться к разным группам периодической системы и четвертого – их устойчивость при метаморфизме – Ca и Fe не годятся для классификации в отличие от инертного Ti, находящегося с Fe в одном периоде. Согласно 3-му принципу – ограничение числа классификационных элементов – из четырех – O, Al, Mg, Ti – наиболее распространенных элементов земной коры, металлоид O используется в объеме, приходящемся на образование оксидов этих 3-х металлов. Поведение Al, Ti, Mg – в расплавах, а следовательно, породах базируется на трех законах химического соединения: 1) постоянства состава, 2) кратных отношений, 3) эквивалентов. Принадлежит к разным группам в Периодической системе и имеющим разные орбитали: Mg – s, Al – p, Ti – d, эти элементы отличаются не только уровнями энергии в последовательности $s < p < d$, но особенностями химических связей и их свойств, в том числе возникающих в магматических расплавах Mg и Al относятся к элементам-модификаторам, а Ti – к сеткообразователям с ковалентной связью. Mg – щелочноземельный элемент образует бинарные соединения – ионные кристаллы со структурой гексагональной плотнейшей упаковки и выраженной анизотропией. Структура типа шпинели (MgAl_2O_4) характеризует соединения с ферромагнитными свойствами. Ведущая роль MgO в систематике магматических горных пород и особенно в петрологии основных – ультраосновных магматитов общеизвестна и обсуждается во многих фундаментальных публикациях. Al – третий по распространенности в земной коре элемент среди всех элементов и первый – среди металлов. По диаграмме ионных потенциалов он является классическим элементом – гидролизатом. Ионный кристалл Al является базовым для структуры типа Al_2O_3 (корунд). Геохимическое поведение Al характеризуется его большой распространенностью – 344 собственных минеральных вида. Ti относится к главным переходным металлам из группы углерода, а в природных образованиях

присутствует в виде 3-х и 4-зарядных катионов. TiO_2 представляет собой ионное соединение основного типа со структурой решетки $NaCl$. Структура TiO_2 (рутил) является базовой для соединений фторидов двухзарядных ионов переходных элементов и оксидов 4-зарядных ионов. Другой типовой структурой является $FeTiO_3$ (тип ильменита). Большая часть Ti (71,1 %) сосредоточена в фемических и салических минералах земной коры в виде изоморфной примеси и только около $1/3$ – в собственных рудных и акцессорных минералах – 76 минералов. В фемических минералах Ti концентрации возрастают в ряду оливин-пироксен-амфибол-биотит. Из рудных и акцессорных наиболее обогащены титаном его собственные минералы. Растворимость Ti крайне мала и определяет его инертную роль в гидротермальных процессах.

Краткая характеристика трех главных элементов – индикаторов для магматических горных пород свидетельствует о необходимости постановки вопроса о пересмотре подхода к основополагающим принципам классификации, как это было сделано авторами ранее при разработке классификации магматических пород (Al_2O_3/TiO_2 (АТМ – алюмотитановый модуль) – MgO) [3]. Объективным приоритетом классификационной диаграммы должно быть исследование особенностей химических связей используемых главных элементов, их взаимоотношения на уровне расплавов, изменение свойств в процессе кристаллизации магмы и т.д. Напр., диаграмма $IgATM-IgMgO$ впервые выявила генетическое различие и полную самостоятельность таких магнезиальных серий, как бонинитовая (высококремнеземистая), коматиитовая (высокомагнезиальная), пикритовая (железо-титанистая), карбонатитовая (щелочная меймечитовая), кимберлитовая (лампроитовая, калиево-щелочная). Прогнозируются самостоятельные гарризитовая и металл-углеродистая (алмазная) серии. Рассчитаны возможные глубины их формирования. На диаграмме $IgATM-IgMgO$ составы метеоритов: образуют индивидуальные поля: углистые и энстатитовые располагаются в области коматиитовой серии (коматииты), разновидности эвкритов – в пикритовой и меймечитовой. В последние годы получили популярность диаграммы, построенные на соотношении редких и РЗЭ, а также обширные спайдер-диаграммы с нормированными РЗЭ относительно условной «мантии», но их «фундаментальность» для идентификации еще не доказана.

Анализ многотысячного петрохимического банка данных для основных – ультраосновных пород Мира и метеоритов показывает несостоятельность традиционного подхода к классификации магматических горных пород, исходя из свойств подвижности щелочных элементов в измененных породах, а также недостаточной изученности особенностей РЗЭ и редких в непосредственной горной породе. Современные технологии изучения меняют традиционные представления о вещественном составе магматических пород, обнаруживая в них неизвестные ранее особенности структур, составов породообразующих и акцессорных минералов и их свойств, поведения редких и РЗЭ в процессе кристаллизации и эволюции расплавов, особенно в процессе их перемещения в сторону земной поверхности. Обнаруживаются новые геохимические позиции востребованных экономикой элементов, выявляются на микроуровне (до наноразмеров) особенности строения не только минералов, но и ассоциаций, открывающие возможность установления формирования самой породы. Остается сожалеть, что новый «Петрографический кодекс» (2009) [3] не стал прорывом в изучении магматитов, а сохранил свои формальные черты, ограничивающие современное исследование всего разнообразия горных пород.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 09-05-000376-а

ЛИТЕРАТУРА

1. Ле Ба М., Штрекайзен А. Систематика магматических горных пород междунар. Союза геол. наук // Зап. ВМО. 1991. Вып. 4. (120). № 4. С. 1-20.
2. Петрографический кодекс России (издание 3). С-Пб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. 200 с.
3. Петрохимические серии магматических пород / Куликова В.В., Куликов В.С., Ефремова С.В., Бычков А.Ю., Бычкова Я.В. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. 115 с.