

**МЕТАБАЗИТОВЫЕ АССОЦИАЦИИ РАННЕДОКЕМБРИЙСКИХ
ВЫСОКОГРАДНЫХ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ:
СОСТАВ И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ПРОТОЛИТОВ**

Туркина О.М., Ножкин А.Д.

Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск, turkina@uiggm.nsc.ru

Происхождение и вероятные геодинамические обстановки формирования слабо метаморфизованных вулканических ассоциаций раннедокембрийских зеленокаменных поясов активно обсуждаются в последнее десятилетие, исходя из современных представлений плюм- и плейт-тектоники. Основой для реконструкции тектонических режимов формирования вулканических комплексов служат характер породных ассоциаций и их петрогеохимический и изотопный состав. На основании распределения редкоземельных и высокозарядных элементов вулканы зеленокаменных поясов и их метаморфизованные аналоги сопоставляются с комплексами субдукционного происхождения, океанических плато и океанического дна [2, 3, 4]. Напротив, сведения о происхождении магматических протолитов пород гранулитовых комплексов весьма ограничены, что связано как со сложностью оценки их исходного состава и возможным влиянием на него высокоградного метаморфизма, так и с тем, что эти раннедокембрийские комплексы, как правило, испытали неоднократный метаморфизм и складчатые деформации, нарушившие первичные геологические взаимоотношения. В данной работе проанализирована возможность применения вещественных характеристик для реконструкции условий образования протолитов на примере двух раннедокембрийских гранулитогнейсовых комплексов юго-западной части Сибирского кратона, представленных в Иркутском блоке Шарыжалгайского выступа и Ангаро-Канском блоке Енисейского кряжа. Поскольку природа протолитов гнейсов всегда остается дискуссионной, основное внимание было уделено мафическим гранулитам, магматическое происхождение которых не вызывает сомнения. В Иркутском блоке мафические гранулиты – двупироксеновые и амфибол-пироксеновые кристаллосланцы совместно с гиперстенсодержащими гнейсами выделяются в нижнюю толщу гранулитогнейсового комплекса. Согласно результатам U-Pb датирования циркона из кристаллосланцев, их магматические протолиты были сформированы в неархее (2662±16 млн. лет) и испытали двухкратный высокотемпературный метаморфизм ~2,56 и ~1,88 млрд. лет [1]. Условия палеопротерозойского метаморфизма, оцененные по высокоглиноземистым гнейсам, составляют 700°C при 6,5 кбар (данные В.П. Сухорукова, Л.Н. Урманцевой). В Ангаро-Канском блоке гранат-двупироксеновые кристаллосланцы и гиперстенные гнейсы рассматриваются в составе канской серии, возраст которой до настоящего времени остается дискуссионным. По неопубликованным данным авторов (U-Pb SHRIMP II) протолиты кристаллосланцев и гнейсов имеют палеопротерозойский возраст (~1,92-1,9 млрд. лет) и были метаморфизованы в гранулитовой фации на рубеже ~1,85 и 1,78 млрд. лет.

По содержанию петрогенных элементов мафические гранулиты соответствуют базальтам ($\text{SiO}_2=46,4-53,7\%$). Судя по низкому Mg# (41-65) породы не являются продуктами кристаллизации первичных мантийных расплавов, фракционирование которых с накоплением FeO соответствует толеитовому тренду дифференциации. Рост железистости ($\text{FeO}^*/\text{MgO} = 1,1-3,4$) коррелирует с увеличением содержания TiO_2 (1,0-2,2%). Указанные закономерности поведения элементов позволяют заключить, что распределение петрогенных элементов не было нарушено при гранулитовом метаморфизме. Исключением является калий, для которого установлен широкий диапазон концентраций ($\text{K}_2\text{O} = 0,1-0,83\%$). Мафические гранулиты характеризуются высоким K/Rb (320-2070), всегда превышающим значения для магматических пород, что свидетельствует о деплетировании Rb при метаморфизме. Величины Th/U (2,0-4,8) соответствуют диапазону этого отношения в магматических породах, в том числе основного состава, что может быть обусловлено либо отсутствием заметного выноса U при метаморфизме, либо одновременным обеднением как U, так и Th. Для гранулитов Иркутского блока установлены La/Th отношения (5,3-17,3) близкие к таковым в магматических породах и отчетливая корреляция Th с La ($r = 0,65$). Напротив, аномально высокие La/Th (21-68) и отсутствие корреляция между La и Th ($r = 0,04$) для канских гранулитов свидетельствуют в пользу обеднения Th. Вынос Th и, судя по наиболее

высоким K/Rb (540-2070), более отчетливое обеднение Rb канских гранулитов вероятно связано с более высокими R при метаморфизме, что согласуется с широким развитием гранат-двупироксеновых ассоциаций в гранулитах Ангаро-Канского блока.

Мафические гранулиты обоих блоков характеризуются дифференцированными спектрами РЗЭ и ростом $(La/Yb)_n$ в породах от Иркутного (1,9-4,8) к Ангаро-Канскому (4,8-6,0) блоку. На мультиэлементных спектрах, нормированных по РМ, из крупноионных литофильных элементов проявлено обогащение Ba, а для пород Иркутного блока также Th, что свидетельствует о повышенном содержании наиболее несовместимых элементов в мантийном источнике, продуцировавшем исходные мафические расплавы. Отчетливо выражено обеднение высокозарядными элементами относительно легких РЗЭ $((Nb/La)_{pm} = 0,3-0,9)$, вместе с тем, Nb/Th варьирует в широких пределах и резко снижено (0,1-0,7) в канских гранулитах. Особенности распределения в мафических гранулитах редких элементов, инертных при гранулитовом метаморфизме, указывают на сходство их протолитов с базальтами субдукционных обстановок. В пользу этого предположения свидетельствует и ассоциация мафических гранулитов с одновозрастными гиперстенсодержащими гнейсами андезитового и дацитового состава как в Иркутном, так и в Ангаро-Канском блоке. Важную информацию о возможных геодинамических условиях формирования магматических протолитов пород гранулитовых комплексов дает и анализ последовательности геологических событий. В Иркутном блоке за формированием магматических ассоциаций на рубеже ~2,7 млрд. лет последовал высокотемпературный метаморфизм и гранитообразование ~2,57-2,54 млрд. лет назад. В Ангаро-Канском блоке образование магматических протолитов 1,92-1,9 млрд. лет также непосредственно предшествовало коллизионному метаморфизму и становлению гранитоидов ~1,85 млрд. лет назад. Таким образом, в обоих случаях имеет место смена основного и средне-кислого магматизма высокоградным метаморфизмом и гранитообразованием коллизионной природы. Это безусловно свидетельствует в пользу проявления магматизма в обстановке активных окраин, вовлеченных в последствие в коллизионные процессы, связанные с формированием неоархейского и палеопротерозойского суперконтинентов. Таким образом, исследованные высоко метаморфизованные породы юго-западной окраины Сибирского кратона несмотря на различие в возрасте имели близкие по составу магматические протолиты, сходные с базальтами субдукционного происхождения. С гранулитовым метаморфизмом связана различная степень деплетирования исходных пород Rb, U и Th, что необходимо учитывать при оценке геодинамических условий формирования. По-видимому, все высокоградные комплексы, для которых характерен небольшой временной разрыв между формированием их магматических протолитов и последующим коллизионным метаморфизмом и гранитообразованием, были сформированы в субдукционных, в том числе окраинно-континентальных обстановках.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 09-05-00382).

ЛИТЕРАТУРА

1. Туркина О.М., Бережная Н.Г., Урманцева Л.Н., Падерин И.П., Скублов С.Г. U-Pb изотопный и редкоземельный состав циркона из пироксеновых кристаллосланцев Иркутного блока (Шарыжалгайский выступ): свидетельство неоархейских магматических и метаморфических событий // ДФУ. 2009. Т. 429. С. 527-533.
2. Condie K.C. Greenstones through time // Archean Crustal Evolution. Amsterdam, Elsevier, 1994. P. 85-120.
3. Kerr A.C., White R.V., Saunders A.D. LIP reading: recognizing oceanic plateaux in the geological record // J. Petrology. 2000. V. 41. P. 1041-1056.
4. Puchtel I.S., Hofmann A.W., Amelin Yu. V. et al. Combined mantle plume-island arc model for the formation of the 2.9 Ga Sumozero-Kenozero greenstone belt, SE Baltic Shield: isotope and trace element constraints // Geochim. Cosmochim. Acta. 1999. V. 63. P. 3579-3595.