

12. *Fershtater G.B., Montero P., Borodina N.S. et al. Uralian magmatism: an overview // Tectonophysics. 1997. V. 276. P. 87-102.*

13. *Roeder P.L., MacArthur D., Ma X.-P. et al. Cathodoluminescence and microprobe study of rare-earth elements in apatite // Amer. Mineral. 1987. V. 72. № 7-8. P. 801-811.*

## МОНЦОНИТОИДЫ В РАССЛОЕННЫХ ПЕРИДОТИТ-ГАББРОВЫХ МАССИВАХ КОМПЛЕКСА НУЙЧУА (СЕВЕРНЫЙ ВЬЕТНАМ)

**Шелепаев Р.А.\***, Поляков Г.В.\*, Чан Чонг Хоа\*\*, Нго Тхи Фыонг\*\*, Изох А.Э.\*,  
Чан Куок Хунг\*\*, Буй Ан Ньен\*\*, Сухоруков В.П.\*

*\*Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск, Россия*

*e-mail: rshel@uiggm.nsc.ru*

*\*\*Институт геологических наук ВАХТ, Ханой, Вьетнам*

## MONZONITOIDS OF LAYERED PERIDOTITE-GABBRO INTRUSIONS OF NUICHUA COMPLEX (NORTHERN VIETNAM)

**Shelepaev R.A.\***, Polyakov G.V.\*, Trang Trong Hoa\*\*, Ngo Thi Phuong\*\*, Izokh A.E.\*,  
Tran Quoc Hung\*\*, Bui An Nien\*\*, Sukhorukov V.P.\*

*\*Institute of Geology and Mineralogy SB RAS, Novosibirsk, Russia*

*e-mail: rshel@uiggm.nsc.ru*

*\*\*Institute of Geological Sciences VAST, Hanoi, Vietnam*

Widespread in Northern Vietnam complex Nuichua consists of layered large lherzolite-vehlite-troctolite-gabbro intrusions and some small monzodiorite or monzogabbro bodies. These rocks were studied at western contact of Nuichua intrusion. U-Pb data of zircon from monzodiorite show  $250.4 \pm 2.0$  Ma, from Nuichua layered gabbro intrusions –  $251 \pm 3.4$  Ma. Thus, layered rocks of Nuichua complex display the same age as monzodiorite. Our investigations reveal genetic relation between layered intrusion and small monzodiorite or monzogabbro bodies and allow joining all of these rocks into one Permian-Triassic assemblages. In that case monzodiorites or monzogabbros are the result of crystallization of residual liquid from differentiation in intermediate chamber of parental magma for layered rocks of Nuichua intrusion.

Широко известный на севере Вьетнама комплекс расслоенных перидотит-габбровых массивов Нуйчуа первоначально объединялся с гранитами Пиабик в сложную гипербазит-габбро-гранитную серию Бансанг-Пиабик поздне триасового возраста [2, 5]. Полученная на ранней стадии изучения комплекса Rb-Sr датировка габброидов плутона Нуйчуа – 195 млн. лет [9] соответствовала этому возрасту. Однако она базировалась на единичном и не очень надежном определении, которое впоследствии никем воспроизведено не было. Тем не менее, до самого недавнего времени плутон Нуйчуа, как и одноименный комплекс расслоенных массивов в целом, относился к поздне триасовым магматическим образованиям, связанным с рифтогенными структурами мезозойской тектоно-магматической активизации.

Авторами получены новые данные о возрасте габброидов массива Нуйчуа по циркону SHRIMP методом ( $251 \pm 3.4$  млн. лет) и сопряженных с ними гранитов комплекса Пиабик Ar-Ar ( $250.5 \pm 1$  млн. лет) и U-Pb ( $242 \pm 2$  млн. лет) методами. Эти датировки отвечают пермско-триасовому рубежу и соответствуют второму этапу развития Эмейшаньской изверженной провинции (платформа Янцзы). Они позволяют отнести комплекс Нуйчуа к производным Эмейшаньского мантийного плюма, проявившегося на юге Китайского кратона в пермско-триасовую эпоху [1, 3, 6, 7, 8, 11].

Массивы комплекса Нуйчуа сложены доминирующей по объему лерцолит-верлит-троктолит-габброидной расслоенной серией и проявившейся несколько позднее пегматоидной ассоциацией пород, состав которой находится приблизительно в том же диапазоне основности и

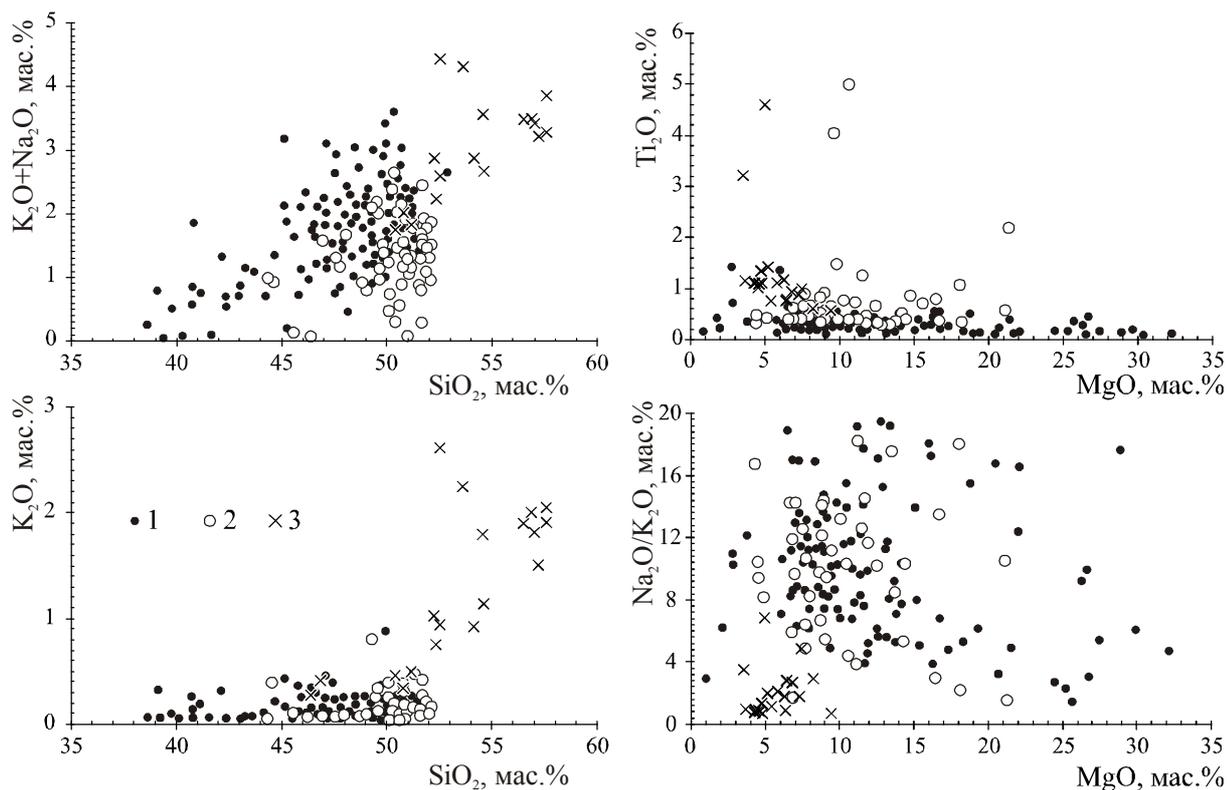


Рис. 1. Химический состав пород комплекса Нуйчуа.

1-2 – массив Нуйчуа: 1 – расслоенная серия, 2 – пегматоидная серия; 3 – монцодиориты и монцогаббро западного фланга массива Нуйчуа и массива Шондау.

меланократовости, но характеризуется слегка повышенным содержанием калия. Расслоенная серия сопровождается сульфидной ЭПГ-Cu-Ni минерализацией, с такситовыми пегматоидными породами краевой фации сопряжено оксидное ильменитовое оруденение (месторождение Кайчам в северо-восточном контакте плутона Нуйчуа).

Наряду с относительно крупными расслоенными массивами (Нуйчуа, Кхаокуе, Чинанг, Нунчу) в ареале западного блока плутона Нуйчуа обнаруживаются сравнительно небольшие интрузивные тела (до 5 км в поперечнике) средне-, мелкозернистых биотитсодержащих пород средней основности. Вещественный состав этих образований до сих пор не был в достаточной мере изучен. Авторами исследованы породы одного из таких массивов – интрузива Шондау, расположенного в 20 км к северу от плутона Нуйчуа, а также несколько небольших по размерам тел в западном экзоконтакте плутона. Полученные данные об их возрасте, минералого-геохимических особенностях и условиях образования существенно восполняют известные представления о комплексе Нуйчуа в целом, о степени и характере его дифференцированности, составе исходных расплавов и их эволюции, рудно-геохимической специализации и, соответственно, потенциальной рудоносности.

Установлено, что породы мелких интрузивов западного фланга плутона Нуйчуа отвечают по составу монцодиоритам и монцогаббро, среди которых присутствуют рудные, кварцсодержащие и кварцевые разновидности. Характерной их особенностью является присутствие калий-натрового полевого шпата, образующего монцонитовую структуру. Темноцветные минералы представлены моноклинным и ромбическим пироксенами, зелено-бурой роговой обманкой и титанистым биотитом ( $TiO_2$  до 5 мас. %). Среди аксессуарных минералов преобладают ильменит, апатит и циркон.

По химическому составу – это основные и средние породы нормального ряда, тогда как минералогические особенности (в частности наличие калишпата) позволяют относить их к умереннощелочной группе основных и средних пород монцонитоидного ряда. В отличие от пород расслоенной и пегматоидной серий массива Нуйчуа, для них характерны относительно более высо-

кие содержания калия, отсюда более низкие  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$  отношения (рис. 1). Рудные монцодиориты аномально обогащены титаном и железом, содержание ильменита в них иногда достигает 10 об. %.

Проведенные геохронологические исследования циркона из пород массива Шондау, показали значения U-Pb возраста, определенные SHRIMP методом, 250,4±2 млн. лет, что полностью совпадает с приведенным выше возрастом габброноритов основного тела плутона Нуйчуа.

Образование монцодиоритов может быть связано с фракционированием исходного расплава, дающего расслоенную серию плутона Нуйчуа. В таком случае, монцодиориты являются продуктом кристаллизации остаточных расплавов. Проведенное моделирование процесса внутрикамерной дифференциации с помощью программы PLUTON [4] показало такую возможность. Моделирование проводилось при следующих параметрах: исходный состав – базальт зоны Шонгхиен, давление 5 кбар, QFM, содержание воды в исходном расплаве – 0,1 мас. %, мощность расслоенной серии – 1000 м.

В качестве исходного расплава был взят состав пермского базальта зоны Шонгхиен, расположенной к северу от массива Нуйчуа. Базальты зоны Шонгхиен рассматриваются в качестве комагматов расслоенных массивов комплекса Нуйчуа и имеют близкие к ним геохимические характеристики. Анализ мультиэлементных и редкоземельных спектров пермско-триасовых базальтов зоны Шонгхиен и пород расслоенной серии массива Нуйчуа показал, что они обладают сходными геохимическими метками: максимумы по крупноионным литофильным элементами (LILE), минимумы по HFS элементам. Таким образом, базальты зоны Шонгхиен и породы расслоенной серии массива Нуйчуа относятся к одному типу базитов, обладающему надсубдукционными геохимическими метками.

Нами установлено, что на контакте с расслоенной серией плутона Нуйчуа находятся кордьерит-гиперстеновые роговики. Для расчета равновесных температур и давлений была использована термодинамическая база данных для миналов в варианте программы THERMOCALC [10]. В результате получены температуры 750-840°C и давления 2-3 кбар. Эти данные свидетельствуют о том, что расслоенная серия массива Нуйчуа формировалась на незначительных глубинах. Остаточные расплавы монцодиоритового состава в таком случае должны были образовываться при фракционировании исходного расплава в промежуточном очаге.

Таким образом, полученные геохронологические и петрологические данные позволяют генетически объединять расслоенные массивы комплекса Нуйчуа с продуктивными в отношении Fe-Ti оруденения малыми монцодиоритовыми интрузивами в единую пермско-триасовую плутоническую ассоциацию сложного состава, что существенно расширяет рудно-геохимическую специализацию принадлежащих к этому комплексу образований.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (07-05-00825, 08-05-90304, 09-05-00716), а также Совета по грантам Президента РФ для поддержки молодых российских ученых и ведущих научных школ (НШ-2715.2008.5)*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Борисенко А.С., Сотников В.И., Изох А.Э. и др. Пермо-триасовое оруденение Азии и его связь с проявлениями плюмового магматизма // Геология и геофизика. 2006. Т. 47. № 1. С. 166-182.
2. Довжиков А.Е., Буй Фу Ми, Василевская Е.Д. и др. Геология Северного Вьетнама. Ханой, 1965, 668 с.
3. Изох А.Э., Поляков Г.В., Чан Чонг Хоа и др. Пермотриасовый ультрамафит-мафитовый магматизм Северного Вьетнама и Южного Китая как проявление плюмового магматизма // Геология и геофизика. 2005. Т. 46. № 9. С. 942-951.
4. Лавренчук А.В. Программа для расчета динамики внутрикамерной дифференциации основной магмы «Pluton» // Вторая Сибирская междунар. конф. молодых ученых по наукам о Земле. Тез. докл. Новосибирск, 2004. С. 105-106.
5. Нгуен Ван Тиен. Основные и ультраосновные интрузии Северного Вьетнама и связанные с ними полезные ископаемые. Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Л., 1963. 17 с.
6. Поляков Г.В., Изох А.Э., Кривенко А.П. Платиноносные ультрамафит-мафитовые формации подвижных поясов Центральной и Юго-Восточной Азии // Геология и геофизика. 2006. Т. 47. № 12. С. 1227-1241.
7. Чан Чонг Хоа, А.Э. Изох, Г.В. Поляков, А.С. Борисенко, Чан Туан Ань, П.А. Балыкин, Нго Тхи Фыонг, С.Н. Руднев, Ву Ван Ван, Буй Ан Ньен. Пермотриасовый магматизм и металлогения Северного Вьетнама в связи с Эмейшанским плюмом // Геология и геофизика. 2008. Т. 49. № 7. С. 636-652.

8. Чжу Бин-Цюань, Ху Яо-Гуо, Чан Сянь-Ян, Се Цзинь, Чжан Чжэн-Вэй. Крупнейшая магматическая провинция Эмейшань: результат плавления примитивной мантии и субдущированного слэба // Геология и геофизика. 2005. Т. 46. № 49. С. 924-941.

9. Bui Quang Luan, Nguen Xuan Han, Tran Quoc Hung, Hoang Huu Thanh. Tuoi phong xa va nguoi doc cac da gabroit mien bac Viet Nam // Tap chi CAC Khoa Hoc Ve Trai Nat. Ha Noi, 1985. V. 7. № 1. P. 19-22 [In Vietnamese].

10. Holland T.J.B., Powell R. An enlarged and updated internally consistent thermodynamic dataset with uncertainties and correlations: the system  $K_2O$ - $Na_2O$ - $CaO$ - $MgO$ - $MnO$ - $FeO$ - $Fe_2O_3$ - $Al_2O_3$ - $TiO_2$ - $SiO_2$ - $C$ - $H_2$ - $O_2$  // J. Metamorphic geol. 1990. V. 8. № 1. P. 89-124.

11. Zhong H., Wei-Guang Zhu, Zhu-Yin Chu, De-Feng He, Xie-Yan Song. Shrimp U-Pb geochronology, geochemistry, and Nd-Sr isotopic study of contrasting granites in the Emeishan large igneous province, SW China // Chemical Geology. 2007. № 236. P. 112-133.

### ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И СОСТАВА РУДООБРАЗУЮЩИХ ХРОМОВЫХ ШПИНЕЛЕЙ МАССИВОВ ВОЙКАРО-СЫНИНСКИЙ И РАЙ-ИЗ

Ширяев П.Б.

Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, Россия  
e-mail: pavel-shirvaev@mail.ru

### PARTICULARITIES OF STRUCTURE AND CONTENT OF ORE-FORMING CHROMIC SPINELS OF THE VOJKAR-SYN'INSKY AND RAI-IZ MASSIFS

Shiryaev P.B.

Institute of Geology and Geochemistry UB RAS, Ekaterinburg, Russia  
e-mail: pavel-shirvaev@mail.ru

Results of the ore-forming chromic spinels researches by Messbauer-, IR-spectroscopy and XR-structural analyses are presented. Comparison of data obtained with spinelid content has been carried out. Differences in relations of content and parameters of the structure (parameter of an elementary cell and position of the IR-spectrum line  $\nu_1$ ) for the ore-forming chromic spinels, differing by a chemical type are discussed. Dependence of quadrupole splitting of Messbauer-spectrum on the spinel cell parameter and the line  $\nu_1$  position) has been established.

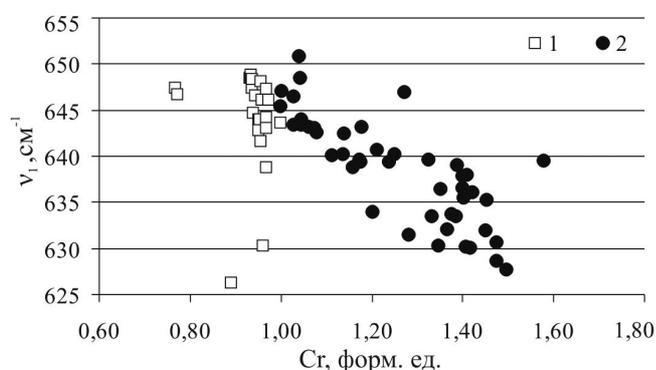


Рис. 1. Зависимость положения полосы поглощения  $\nu_1$  ИК-спектра от количества хрома в элементарной ячейке минерала.

1 – глиноземистые, 2 – высокохромистые шпинели.

Изучены особенности структуры рудообразующих хромовых шпинелей различных химических типов двух ультрамафитовых массивов Урала: Войкаро-Сынинского и Рай-Из. Использовались методы ИК- и ЯГР-спектроскопии, а также рентгеноструктурного анализа. Состав хромовых шпинелей был исследован при помощи микрозондового анализа (ГЕОХИ, аналитик Н.Н. Кононкова). На Войкаро-Сынинском массиве изучены хромовые руды его северной части (рудопоявления Ямботывисское, Легопайерское, Аркашорское, Пайты, Косшорское и др.), где выделены высокохромистые рудообразующие хромшпинелиды ( $Cr/(Cr+Al+Fe^{3+})=50-80\%$ ) и