

3. Мурзин В.В., Сазонов В.Н. Происхождение оруденения с самородным золотом в альпинотипных гипербазитах // Докл. РАН. 1999. Т. 366. № 6. С. 793-798.

4. Сазонов В.Н. Золото в петро- и рудогенезе // Золото Урала. Коренные месторождения. Екатеринбург, 1993. С. 41-68.

5. Сазонов В.Н., Мурзин В.В. О типах связей золоторудных месторождений с альпинотипными ультрабазитами (на примере Урала) // Ежегодник-2000 / Ин-т геологии и геохимии УрО РАН. Екатеринбург, 2001. С. 179-181.

6. Сазонов В.Н., Мурзин В.В., Огородников В.Н. и др. Золотое оруденение, сопряженное с альпинотипными ультрабазитами (на примере Урала) // Литосфера. 2002. № 4. С. 63-77.

## **К ГЕОХИМИИ ГАББРОИДОВ ЗОНЫ ГЛАВНОГО УРАЛЬСКОГО РАЗЛОМА**

**Салихов Д.Н., Беликова Г.И.**

*Институт геологии УНЦ РАН, Уфа, Россия*

*e-mail: magm@anrb.ru*

## **ON GEOCHEMISTRY OF GABBROIDS IN THE ZONE OF THE MAIN URAL FAULT**

**Salikhov D.N., Belicova G.I.**

*Institute of Geology USC RAS, Ufa, Russia*

*e-mail: magm@anrb.ru*

The study involved 11 gabbroid complexes in the MUF zone 300 km long. The massifs are composed chiefly of subalkaline basic rocks with normative olivine and nepheline, olivine tholeites and calcareous alkaline basic rocks, sometimes with normative quartz. In different massifs dark minerals are represented by olivine and clinopyroxene, and passing minerals include common hornblende that grows as a reaction rim around pyroxene or forms individual segregations. The most important features of gabbroids are low-titanium content, lower values of the titanium subgroup (Zr, Hf, Th) and Nb, and also depletion of REE.

Изучено 11 габброидных комплексов в зоне Главного Уральского разлома, среди которых как широко известные – Нуралинский и Миндякский (последний разделен нами на 5 самостоятельных комплексов), так и малоизученные – Сангалыкский, Илектинский, Уральский, Чингизовский, Ивановский, рассредоточенные в трехсоткилометровой меланжевой зоне [2].

Петрохимически габброиды рассмотренных комплексов отвечают субщелочным оливиновым базитам с нормативным нефелином, иногда лейцитом, толеитовым и в меньшей степени известково-щелочным базитам, иногда с нормативным кварцем. Широко распространенным темноцветным минералом в габброидах является роговая обманка, которая образует монокристаллические зерна или реакционнозональные выделения с клинопироксеновым ядром. Наряду с клинопироксеном, в некоторых интрузивах присутствует оливин.

По химическому составу габброиды зоны ГУР близки к продуктам активных окраин континентальных областей и островодужных режимов, а габброиды, строго отвечающие составу N-MORB, отсутствуют. Индикаторным элементом, отражающим геодинамическую обстановку, является титан (рис. 1). Во всех комплексах содержание его низкое. Так, самые высокие содержания оксида титана 0,7-0,8 % (Чингизовский и Миндякский диабазовый комплексы), вдвое превышающие содержания во всех остальных комплексах, оказываются в два раза ниже, чем в N-MORB.

Другим важным петрохимическим показателем является щелочность пород, которая в рассматриваемых габброидах почти всегда повышена и, соответственно, большая часть габброидов отвечает субщелочным образованиям, а некоторые из них приближаются к щелочным бази-

там. Вместе с тем, присутствуют габброиды (например, в Ивановском комплексе), где щелочи составляют 3 %. Основной составляющей щелочности рассматриваемых габброидов является оксид натрия, содержание которого во многих случаях превышает 5 мас. %.

Важным компонентом оценки условий формирования рассматриваемых габброидов является оксид калия. Стабильно повышенные содержания его характерны для габброидов Илектинского, Уральского, Миндякского диабазового и Миндякского габбро-диабаз-гранодиоритового комплексов. В остальных комплексах, исключая Ивановский, количество оксида калия переменное и не превышает 2 %. Габброиды Ивановского комплекса содержат  $K_2O$  в незначительном количестве. Повышенная концентрация калия, как известно, является показателем субконтинентальной обстановки образования магматических образований. Г.Б. Ферштатер [3] определил Нуралинский и Восточно-Хабарнинский массивы, имеющие высокое содержание калия, как субконтинентальные, а Кокпектинский, Аккермановский и Кирпичнинский, расположенные в Кемпирсайском и Хабарнинском гипербазитовых массивах, отвечающих натриевым, – как сформированные «в зоне перехода океан-континент в связи с задуговым надсубдукционным рифтогенезом (спредингом)».

Обращает на себя внимание так же то обстоятельство, что габброиды зоны ГУР характеризуются высокими значениями оксидов кальция и магния, а также характеризуются низкой железистостью и в них присутствует умеренно высокое количество хрома.

Содержания Zn, Nb, Y, Th, а также элементов редкоземельной группы (REE) в разной степени обеднены и, соответственно, содержания их отвечают уровням, не свойственным продуктам магматизма классических геодинамических режимов. Это особенно хорошо видно на примере REE.

Заметим, что в габброидах выявляются вариации в содержании LREE (рис. 2). В частности, в породах Нуралинского и в габбро-диабазе Илектинского комплексов, а также в Миндякском гранит-габбро-диорит-габбровом комплексе количество легких редкоземельных элементов повышено и по своему уровню сопоставимо с содержаниями в континентальных, в том числе островодужных базальтах. Во всех ос-

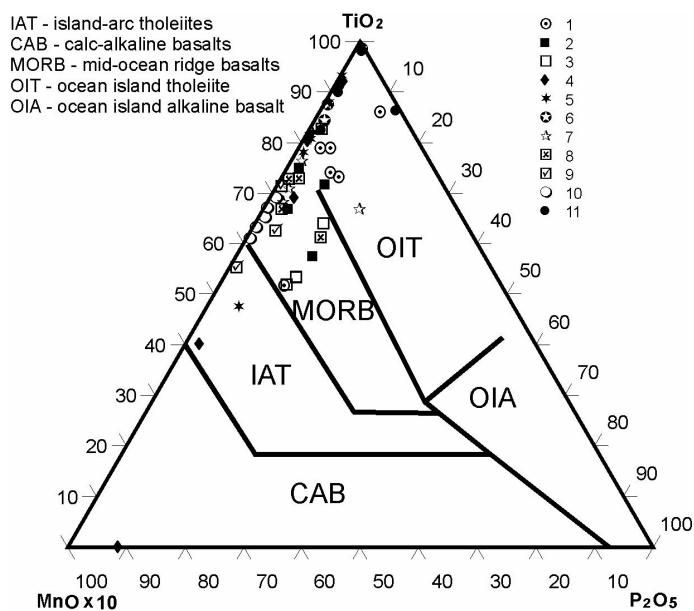


Рис. 1. Классификационная диаграмма  $MnO-TiO_2-P_2O_5$  для габброидов зоны ГУР по [7].

1 – Нуралинский габброидный массив; 2 – Сангалыкский интрузив; 3 – Илектинский габбро-диабазовый массив; 4 – Уральский габбро-норитовый комплекс; 5 – гранатсодержащий габбро-диабаз-пироксенитовый Миндякский комплекс; 6 – габбро-негматитовый Миндякский комплекс; 7 – диабазовый Миндякский комплекс; 8 – габбро-диабаз-гранодиоритовый Миндякский комплекс; 9 – гранит-габбро-диорит-габбровый Миндякский комплекс; 10 – Чингизовский габброидный комплекс; 11 – Ивановский габброидный комплекс.

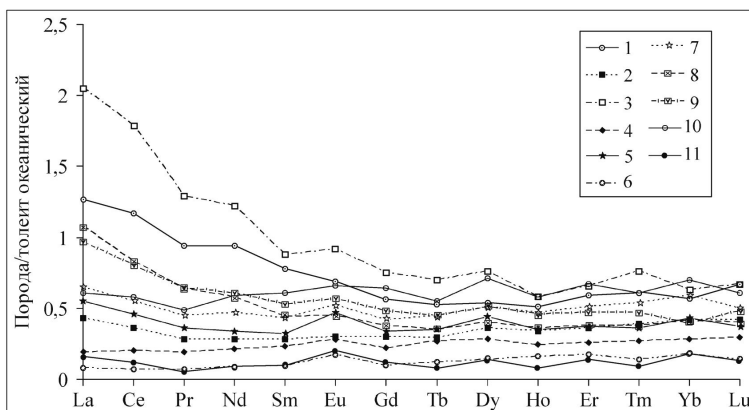


Рис. 2. Распределение REE, нормализованных по толеитам океаническим.

Условные обозначения в рис. 1.

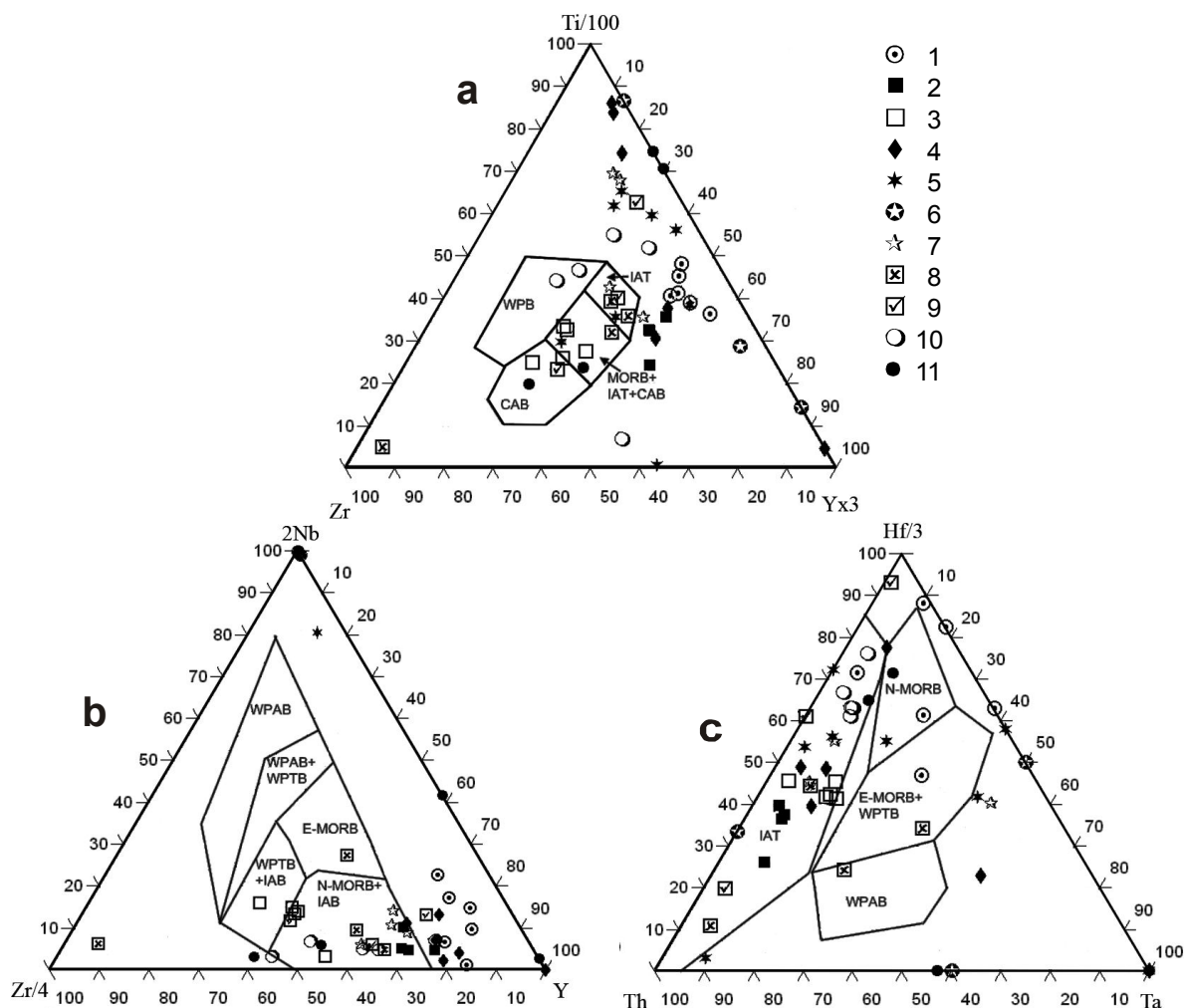


Рис. 3. Классификационные диаграммы для габброидов зоны ГУР по [5, 6, 4].  
 Условные обозначения в рис. 1.

тальных комплексах LREE имеют стабильно низкие значения, при этом тренды тяжелых (HREE) и средних (MREE) разновидностей в конкретных комплексах различны, что отражает их определенную самостоятельность.

Заметим, что максимумы HREE и MREE, характерные для габброидов Чингизовского комплекса, сопоставимы с содержаниями в океанических базальтах. Все остальные комплексы габброидов обеднены рассматриваемыми компонентами, при этом тренд REE сравним с кривой океанических базальтов. По общему низкому содержанию REE рассматриваемые габброиды приближаются к деплетированным гипербазитам, среди которых они и залегают. Таким образом, петрологическая связь между ними вполне допустима, хотя этот вопрос требует специального рассмотрения.

На классификационных диаграммах Zr, Ti, Y (рис. 3a), Zr, Nb, Y (рис. 3b) основная часть фигуративных точек располагается за пределами полей, свойственных базальтам разных геодинамических обстановок, хотя частично концентрируются в поле N-MORB+IAB или MORB+IAT+CAB (рис. 3a, b). На диаграмме Th, Hf, Ta (рис. 3c) подавляющая часть фигуративных точек приурочена к полю IAT, что подтверждает общность химических особенностей с толеитами островных дуг.

Итак, характерные для габброидов зоны ГУР низкая титанистость, пониженные значения элементов подгруппы титана (Zr, Nb, Y, Th, Hf), и особенно REE при повышенной калиевости, а также высокой магнезиальности позволяют рассматривать эту группу магматических образований как особую ассоциацию базитов. Сравнительный анализ химических составов рассматриваемых габброидов с вулканическими и вулкано-интрузивными формациями палеозоя Магнитогорского мегасинклинория показал на сходство их с вулканогенными образованиями баймак-

бурибаевской свиты ( $D_1e$ ) [1]. Отличаются габброиды зоны ГУР от указанных вулканитов, главным образом, повышенными содержаниями оксида калия.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Косарев А.М., Пучков В.Н., Серавкин И.Б. Петролого-геохимические особенности раннедевонско-эйфельских островодужных вулканитов магнитогорской зоны в геодинамическом контексте // Литосфера. 2005. № 4. С. 22-41.
2. Салихов Д.Н., Беликова Г.И. Габброиды зоны меланжа Главного Уральского разлома // Геологический сборник № 6 / ИГ УНЦ РАН. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2007. С. 106-125.
3. Феритатер Г.Б. О природе силурийско-раннедевонских мафит-ультрамафитовых интрузивов, ассоциированных с офиолитами Южного Урала // Литосфера. 2004. № 4. С. 3-29.
4. Meschede M., A method of discriminating between different types of mid-ocean ridge basalts and continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram // Chemical Geology. 1986. V. 56. P. 207-218.
5. Pearce J.A., Cann J.R. Tectonic setting of basic volcanic rocks determining using trace element analyses // Earth and Planetary Science Letters. 1973. V. 19. P. 290-300.
6. Wood D.A., The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectono-magmatic classification and establishing the nature of crustal containing of basaltic lavas of the British tertiary volcanic province // Earth and Planetary Science Letters. 1980. V. 50. P. 11-30.
7. [http://www-odp.tamu.edu/publications/195\\_IR/chap\\_04/images/04\\_f47.gif](http://www-odp.tamu.edu/publications/195_IR/chap_04/images/04_f47.gif)

### ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ХРОМИТОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

**Салихов Д.Н.\*, Беликова Г.И.\*, Мороз Т.Н.\*\***

*\*Институт геологии УНЦ РАН, Уфа, Россия*

*e-mail: magm@anrb.ru*

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

*e-mail: moroz@igm.nsc.ru*

### PHYSICOCHEMICAL FACTORS OF CHROMITE MINERALIZATION IN THE SOUTH URALS

**Salikhov D.N.\*, Belikova G.I.\*, Moroz T.N.\*\***

*\*Institute of Geology USC RAS, Ufa, Russia*

*e-mail: magm@anrb.ru*

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

*e-mail: moroz@igm.nsc.ru*

The paper considers the properties of two types of chromite ores recognized within the mélange of the Main Ural Fault (the South Urals). Being of magmatic nature, the ores vary essentially in their properties. Massive, disseminated and banded varieties of type 1 ores occur within serpentinites, among which one can recognize peridotites, dunites and pyroxenites. Type 2 ores are poorly distributed and controlled by lenses of pegmatoid pyroxenites. Highly magnesian chrome-spinelids of type 1 ores differ from ferruginous low magnesian type 2 ores by the extent of iron oxidation, acid-basic properties, content of foreign elements (particularly REE), formational temperatures, and  $K_f$  coefficients showing the relationship between chromite and spinel components.

Среди хромитовых руд, представляющих различающиеся по геологическому строению мелкие отработанные месторождения и рудопроявления меланжевой зоны Главного Уральского разлома, выделено два типа. Хромититы I типа залегают в серпентинитах, среди которых можно выделить перидотиты, дуниты и пироксениты. Почти всегда встречаются в рудных полях небольшие жилы и дайки пироксен-гранатовых пород, пересекающие рудную зону и сами руды.