



**Рис. 3. Обобщенная схема строения разреза ПП-серии и связанного с ней контактово-метаморфического ореола в Платиноносном поясе Урала по интерпретации автора.**

1 – нормальные плагиограниты внутренней зоны интрузий; 2 – эруптивные брекчии контактовых зон интрузий, сцементированные десилицированными и загрязненными плагиогранитоидами; 3 – ареал распространения жильных штокверков, сложенных десилицированными и загрязненными фациями плагиогранитоидов; 4 – ореол контактово-метаморфизованных габбро и (или) ультрамафитов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ефимов А.А. Генезис жильных плагиоклазитов Черноисточинского ареала в Тагильском массиве (Платиноносный пояс Урала): десиликация плагиогранитного протолита в габбро // Литосфера. 2003. № 3. С. 41-62.
2. Ефимов А.А., Ефимова Л.П. Кытлымский платиноносный массив. М.: Недра, 1967. 336 с.
3. Ефимов А.А., Потапова Т.А. Жильная плагиоклазитовая серия Качканарского массива (Урал) – продукт десиликации плагиогранитного штокверка // Региональная геология и металлогения. 2002. № 15. С. 45-47.
4. Ревердатто В.В. Фации контактового метаморфизма. М.: Недра, 1970. 272 с.
5. Феритатер Г.Б., Беа Ф., Бородин Н.С., Монтеро Н.П. Анатексис базитов в зоне палеосубдукции и происхождение анортозит-плагиогранитной серии Платиноносного пояса Урала // Геохимия. 1998. № 8. С. 768-781.
6. Эвгеосинклинальные габбро-гранитоидные серии. М.: Наука, 1984. 264 с.

### КАРБОНАТЫ В ХРОМИТАХ И ОКОЛОРУДНЫХ УЛЬТРАМАФИТАХ НАРАНСКОГО МАССИВА (МОНГОЛИЯ)

**Максимчук Н.А.**

Уральский государственный горный университет, Екатеринбург, Россия  
 e-mail: nv250190@yandex.ru

### CARBONATES IN CHROMITES AND WALL ROCK ULTRAMAFITES OF THE NARAN MASSIF (MONGOLIA)

**Maksimchuk N.A.**

Urals State Mining University, Ekaterinburg, Russia  
 e-mail: nv250190@yandex.ru

Carbonate compositions from ultramafites and chromites of the Naran massif have been studied. It was exposed the variety of mineral carbonate phases in different geological environments: interveins

and bodies of magnesite, calcite and aragonite content, polymeral formations – magnesite-hydro-magnesite and calcite-dolomite associations. On the results of the X-ray analysis aragonite-magnesite association was revealed. Distributions of elements-impurities in carbonates has been studied. In chromic ores and wall rock dunites a higher strontium content was determined.

Наранский ультраосновной массив располагается в юго-западной части Монголии и входит в состав Хантайширского офиолитового пояса. Большая часть массива представляет собой в разной степени метаморфизованный дунит-гарцбургитовый комплекс, вмещающий хромовое оруденение. Карбонатизация проявлена как в северном и южном контактах массива, так и во вмещающих хромовое оруденение ультрамафитах, а так же и в телах хромовых руд.

Известно, что состав и структура карбонатов отражает условия их образования. Это приобретает особую значимость для ультрамафитов, поскольку карбонат может оказаться возможным геотермометром. Выбор Наранского массива в качестве объекта исследований обусловлен развитием на его площади различных типов проявления процессов карбонатизации в разных геологических обстановках. С севера и с юга ультраосновного массива фиксируются зоны карбонатизации в виде крупных тел магнетитов с севера и кальцитов – с юга. На контакте магнетитов и ультрамафитов проявлена тектоническая зона дробления пород. Среди магнетитов сохраняются реликтовые тела серпентинизированных гарцбургитов и дунитов. По составу карбонаты из северного эндоконтакта соответствуют магнетиту и кальциевому магнетиту (табл. 1), (микрoанализатор Cameca, ГЕОХИ РАН, аналитик Н.Н. Кононкова).

**Таблица 1**

**Химический состав карбонатов из северного эндоконтакта**

№ обр	SiO <sub>2</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	CuO	SrO	BaO	Сумма
1437/3	0.04	0.00	0.00	46.64	0.26	0.13	0.02	0.00	0.00	0.00	47.11
1437/3	0.05	0.01	0.00	47.92	0.25	0.14	0.00	0.01	0.03	0.03	48.45
1437/6	0.51	0.00	0.01	42.76	7.48	0.20	0.00	0.03	0.06	0.04	51.10
1437/6	0.03	0.00	0.02	36.72	14.31	0.16	0.00	0.01	0.04	0.03	51.35

По результатам рентгено-структурного анализа в пробах выявлена ассоциация арагонит-магнетит, которая по экспериментальным данным свидетельствует о высоких давлениях в системе [1].

В южном эндоконтакте ультрамафитов проявлено развитие зон карбонатизации и кварц-карбонатных пород, с сохранением морфологии дунит-гарцбургитового комплекса. Карбонатные скалы слагают южное обрамление ультрамафитового массива. По силикатному анализу («мокрая» химия) пробы соответствуют кальциту (табл. 2). По рентгеноструктурному анализу подтверждено соответствие пробы кальциту.

Внутри массива ультрамафитов карбонаты образуют тонкие прожилки, жилы до нескольких метров мощностью, линзы, часто согласные с общим субширотным простиранием ультрамафитов, а также примазки и почковидные выделения на корке выветривания пород дунит-гарцбургитового комплекса.

Первое исследование химического состава и результаты рентгено-структурного анализа показали необычайное разнообразие минеральных карбонатных фаз, слагающих прожилки и тела внутри ультрамафитов. Встречаются как мономинеральные магнетитовые, кальцитовые и доломитовые составы, так и полиминеральные образования: обычны магнетит-гидромагнетитовая и кальцит-доломитовая ассоциации, причем в последней отчетливо устанавливается более поздняя генерация доломита по отношению к кальциту (табл. 3, ан. 1396/16). При микрoзондовом исследовании часть составов карбонатов соответствуют смеси кальцита и доломита. Эти образцы бу-

**Таблица 2**

**Химический состав карбонатов из южного эндоконтакта**

№обр	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	Сумма
1026/1	1.26	0.02	0.27	0.04	0.2	0.03	3.53	51.72	0.02	0.05	0.07	0.05	40.98	57.03
1026/3	0.30	0.02	0.31	0.01	0.24	0.01	2.73	53.11	0.07	0.09	0.06	0.03	41.8	56.73

Таблица 3

*Химический состав карбонатов из ультрамафитов*

№обр	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	CuO	SrO	BaO	Сумма
3030/4	0.03	0.01	0.00	0.02	0.18	0.00	55.84	0.01	0.13	0.01	0.00	0.02	0.00	54.24
3030/4	0.00	0.00	0.00	0.03	0.54	0.00	53.73	0.00	0.03	0.00	0.02	0.07	0.05	54.48
1396/16	0.03	0.00	0.01	0.02	0.03	0.15	55.77	0.01	0.16	0.00	0.00	0.03	0.08	58.31
1396/16	0.01	0.00	0.03	0.04	0.04	19.58	33.91	0.00	0.16	0.01	0.00	0.04	0.00	53.84
3089/56	0.01	0.00	0.00	0.05	0.07	0.00	55.38	0.00	0.11	0.00	0.00	1.06	0.11	56.79
3089/56	0.00	0.02	0.03	0.02	0.06	0.03	55.71	0.00	0.12	0.00	0.00	0.95	0.00	56.95

Таблица 4

*Химический состав карбонатов из хромовых руд*

№обр	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	CuO	SrO	BaO	Сумма
3089/2a	0.04	0.02	0.02	0.02	0.00	50.81	0.07	0.01	0.1	0.01	0.05	0.01	0.03	51.18
3089/2a	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	50.58	0.09	0.01	0.1	0.00	0.03	0.00	0.00	50.87
3012/2a	3.66	0.00	0.00	0.00	0.03	0.44	55.85	0.00	0.08	0.01	0.04	0.34	0.08	60.59
3012/2a	3.9	0.15	0.16	0.16	0.04	2.21	55.47	0.02	0.18	0.02	0.01	0.35	0.05	62.6
3012/2a	1.87	0.02	0.13	0.13	0.00	22.01	37.2	0.00	0.28	0.00	0.02	0.17	0.00	61.79
1301/1	0.02	0.00	0.04	0.04	0.00	21.66	30.16	0.00	0.07	0.00	0.01	0.11	0.02	52.15
1301/1	0.07	0.00	0.03	0.03	0.00	21.68	30.2	0.00	0.08	0.00	0.01	0.2	0.01	52.34
3089/16	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	53.08	0.07	0.01	0.1	0.00	0.03	0.03	0.02	53.39
3089/16	0.08	0.01	0.01	0.00	0.03	51.11	0.04	0.00	0.17	0.00	0.04	0.00	0.00	51.51
1371/5	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	7.23	49	0.00	0.13	0.01	0.00	0.35	0.05	56.81
1371/5	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	23.22	29.02	0.00	0.15	0.00	0.01	0.61	0.03	53.09
1371/6	1.98	0.03	0.00	0.12	0.00	6.73	47.7	0.01	0.16	0.04	0.00	0.11	0.01	56.9

дуг изучены на электронном микроскопе, поскольку, предположительно являются микросрастаниями двух фаз.

В хромовой руде карбонат присутствует в виде тонких прожилков, рассекающих руду (установлены магнезит и доломит); примазок, корочек, почковидных выделений на поверхности штуфов (гидромагнезит, арагонит), а также в цементе хромовых руд в ассоциации с хлоритом и серпентином (табл. 4).

Наиболее распространенными и интересными элементами примесями в карбонатах являются железо, фосфор и стронций. Для большинства образцов примесь железа незначительная, на пределе чувствительности метода и не превышает 0,005 мас.%, исключение составляют несколько образцов, представленных магнезитом из ультрамафитов. Содержание железа в них достигает 4,91мас. %.

В составе карбонатов постоянно присутствует примесь фосфора от 0,1 до 0,35мас. %

Интересна примесь стронция, количество которого достигает наибольших значений – до 1,06 мас. % в доломитах и арагонитах из хромовых руд и околорудных дунитов.

Таким образом, в работе было установлено следующее.

В экзоконтактах ультрамафитового массива фиксируются мощные зоны карбонатизации, проявленные в виде крупных тел магнезитов, кальциевых магнезитов с севера и кальцитов – с юга. По результатам рентгено-структурного анализа выявлена ассоциация арагонит-магнезит, которая по экспериментальным данным свидетельствует о высоких давлениях в системе. Внутри массива ультрамафитов выявлено разнообразие минеральных карбонатных фаз: встречаются как мономинеральные прожилки и тела магнезитового, кальцитового и арагонитового состава, так и полиминеральные образования – магнезит-гидромагнезитовая и кальцит-доломитовая ассоциации; часть составов карбонатов соответствуют смеси кальцита и доломита. Наиболее распространенными элементами-примесями в карбонатах являются железо, фосфор и стронций, при чем повышенное содержание стронция характерно для карбонатов из хромовых руд и околорудных дунитов.

*Исследования осуществляются в ходе работ по Договору с ООО Горнорудная компания «Афрозия» и в рамках программы №2 ОНЗ РАН (проект «Мафит-ультрамафитовые комплексы Урало-*

Монгольского складчатого пояса и связанные с ними месторождения черных, цветных и благородных металлов»).

ЛИТЕРАТУРА

1. Luth R.W. Experimental determination of the reaction aragonite + magnesite = dolomite at 5 to 9 GPa // Contributions to Mineralogy and Petrology. 2001. V. 141, P. 222-232.

**КОНТРАСТНЫЕ МАГМАТИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ  
В УЛЬТРАМАФИТ-МАФИТОВЫХ ИНТРУЗИВАХ НОРИЛЬСКОГО  
РЕГИОНА (РОССИЯ): HF-ИЗОТОПНЫЕ ДАННЫЕ В ЦИРКОНЕ**

**Малич К.Н.\***, **Баданина И.Ю.\***, **Белоусова Е.А.\*\***, **Гриффин В.Л.\*\***,  
**Кнауф В.В.\*\*\***, **Петров О.В.\***, **Пирсон Н.Дж.\*\***, **Туганова Е.В.\***

*\*Всероссийский научно-исследовательский геологический институт (ВСЕГЕИ),  
Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: dunite@yandex.ru*

*\*\*Австралийский научный центр по геохимической эволюции и металлогении континентов  
(GEMOC), Университет Маквори, Сидней, Австралия  
e-mail: wgriffin@els.mq.edu.au*

*\*\*\*ЗАО «НАТИ», Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: natires@natires.com*

**CONTRASTING MAGMA SOURCES IN ULTRAMAFIC-MAFIC INTRUSIONS  
OF THE NORIL'SK REGION (RUSSIA): HF-ISOTOPE EVIDENCE FROM ZIRCON**

**Malitch K.N.\***, **Badanina I.Yu.\***, **Belousova E.A.\*\***, **Griffin W.L.\*\***,  
**Knauf V.V.\*\*\***, **Petrov O.V.\***, **Pearson N.J.\*\***, **Tuganova E.V.\***

*\*All-Russian Geological Research Institute (VSEGEI), St. Petersburg, Russia  
e-mail: dunite@yandex.ru*

*\*\*GEMOC ARC National Key Centre, Macquarie University, Sydney, Australia  
e-mail: wgriffin@els.mq.edu.au*

*\*\*\*NATI Research JSC, St. Petersburg, Russia  
e-mail: natires@natires.com*

*In situ* Hf-isotope data (~200 analyses) were collected on the dated spots within single zircon grains from the main lithological units of economic (Noril'sk-1, Talnakh and Kharaelakh), subeconomic (Chernogorsk and Vologochan), prospective Mikchangda and non-economic (Nizhny Talnakh and Zelyonaya Griva) intrusions of the Noril'sk area. The analysis used a New Wave LUV213 laser-ablation microprobe attached to a Nu plasma MC-ICP-MS at GEMOC [5]. The Hf isotope data suggest that zircons from economic and subeconomic intrusions are characterized by the signature of a juvenile mantle-derived magma. The less radiogenic Hf isotope values of zircons from non-economic intrusions indicate mixing between mantle and crustal magma sources. Our new findings suggest the interaction of distinct magmas, indicating that ultramafic-mafic intrusions of the Noril'sk area have a more complex geological history than is commonly assumed. The «radiogenic» Hf isotope composition of zircon is an effective fingerprint for identifying prospective intrusions and consequently is useful in exploration for sulphide-rich ores associated with Noril'sk-type intrusions.

Уникальные месторождения платиноидов, никеля и меди расположены в пределах Игарско-Норильской палеорифтогенной системы на северо-западе Восточной Сибири [1]. Они приурочены к ультрабазит-мафитовым интрузивам мощностью до 360 м и протяженностью до 20 км.

Совмещенное применение специальной технологии минералогических работ (метода *ppт-минералогии*) для выделения цирконов из пород и локальных аналитических методов изотопно-