

Российская академия наук
Уральское отделение
Институт минералогии

Министерство науки и образования РФ
Южно-Уральский
государственный университет

**МЕТАЛЛОГЕНИЯ ДРЕВНИХ
И СОВРЕМЕННЫХ ОКЕАНОВ–2015**

**МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОКЕАНИЧЕСКИХ СТРУКТУР:
ГЕОЛОГИЯ, МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ
И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ**
Материалы Двадцать первой научной молодежной школы

**METALLOGENY OF ANCIENT
AND MODERN OCEANS–2015**

**MINERAL DEPOSITS OF OCEANIC STRUCTURES:
GEOLOGY, MINERALOGY, GEOCHEMISTRY,
AND FORMATION CONDITIONS**
Proceedings of the XXI Scientific Youth School

Миасс
2015

УДК 553, 549

Металлогения древних и современных океанов–2015. Месторождения океанических структур: геология, минералогия, геохимия и условия образования. Научное издание. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015. 266 с.

ISBN 978-5-7691-2394-8

В сборник вошли материалы XXI научной молодежной школы «Металлогения древних и современных океанов–2015. Месторождения океанических структур: геология, минералогия, геохимия и условия образования» (20–24 апреля 2015 г.). Первая глава сборника традиционно посвящена общегеологическим и геодинамическим аспектам океанических и палеоокеанических обстановок. Рассмотрены методы оценки условий и модели формирования месторождений полезных ископаемых. Отдельные разделы посвящены месторождениям черных и цветных металлов, а также золоторудным месторождениям Урала, Сибири и Кавказа. Представлены результаты изучения современных гидротермальных построек и марганцевых корок и конкреций на дне Атлантического и Тихого океанов. В разделе актуальных геолого-минералогических исследований даны результаты изучения рудовмещающих комплексов, минералов и месторождений нерудного сырья.

Проведение Школы и издание материалов осуществлено при поддержке РФФИ (проект 15-35-10063-мол_г) и ЮУрГУ.

Илл. 56. Табл. 22.

Ответственные редакторы:

профессор, д.г.-м.н. В. В. Масленников, к.г.-м.н. И. Ю. Мелекесцева

Члены редколлегии: к.г.-м.н. Д. А. Артемьев, к.г.-м.н. Н. Р. Аюпова, д.г.-м.н. Е. В. Белогуб, д.г.-м.н. В. В. Зайков, к.г.-м.н. К. А. Новоселов, д.г.-м.н. В. А. Попов, к.г.-м.н. Н. П. Сафина

UDK 553, 549

Metallogeny of ancient and modern oceans–2015. Mineral Deposits of Oceanic Structures: Geology, Mineralogy, Geochemistry, and Formation Conditions. Scientific edition. – Miass: IMin UB RAS, 2015. 266 p.

ISBN 978-5-7691-2394-8

Proceedings of the XXI Scientific Youth School “Metallogeny of ancient and modern oceans–2015. Mineral Deposits of Oceanic Structures: Geology, Mineralogy, Geochemistry, and Formation Conditions” (April 20–24, 2015) include abstracts dedicated to the geology, metallogeny, geodynamics, mineralogy, and geochemistry of mineral deposits from oceanic and paleoceanic structures. The individual chapters are devoted to research methods and estimation of formation conditions of the deposits, gold deposits and deposits of ferrous and base metals of Urals, Siberia, and Caucasus including black smoker systems and Mn crusts and nodules from the Atlantic and Pacific oceans. A special chapter consists of abstracts, which present the results of study of ore-hosting complexes, minerals, and non-metallic deposits.

Holding of the School and abstract publishing is supported by the Russian Foundation for Basic Research (project no. 15-35-10063-мол_г) and South-Urals State University.

Figures 56. Tables 22.

Editors-in-Chief:

Professor V. V. Maslennikov and I. Yu. Melekestseva

Editorial board: D. A. Artem'ev, N. R. Ayupova, E. V. Belogub, Professor V. V. Zaykov, K. A. Novoselov, Professor V. A. Popov, N. P. Safina

В составе сланцев электронно-микроскопическими исследованиями диагностированы оливин и ромбический пироксен. Оливин представлен зерном угловатой формы с включением хромшпинелида (рис. 2в, табл.). Окатанное зерно ромбического пироксена характеризуется наличием структуры распада (рис. 2г). По химическому составу минерал соответствует гиперстену (см. табл.).

Помимо вышеописанных минералов в виде единичных зерен встречаются барит (рис. 2д), сидерит, эпидот, магнезиальная роговая обманка. Апатит встречен в сростках с ильменитом (см. рис. 1д), а также образует мелкие включения (до 20 мкм) в силикатных минералах.

В результате проведенных исследований расширен спектр акцессорных минералов в межрудных сланцах коробковской свиты курской серии. Среди сульфидных минералов, кроме пирита, пирротина и халькопирита, дополнительно выявлены галенит, сфалерит и арсенопирит. Впервые в указанных породах диагностированы цирконы, аллотигенные оливин и пироксены, а также установлены рутил, барит, апатит, генезис которых требует проведения дополнительных исследований. Присутствие акцессорных минералов, особенно аллотигенных, характерных для пород как кислото-, так и основного-ультраосновного состава указывает на полигенную природу исходного субстрата для сланцев курской серии. Данный факт может свидетельствовать о наличии пород разного петрографического состава в областях размыва. Полученные результаты станут основой для дальнейших минералогических исследований в соседствующих стратиграфических подразделениях курской серии с целью сравнения видового состава акцессорных минералов, а также для выявления генезиса сланцев курской серии КМА.

Литература

Ильин В. В. Сравнительная характеристика комплексов акцессорных минералов разновозрастных литологических формаций докембрия КМА // В кн.: Литогенез в докембрии и фанерозе Воронежской антиклизы. Воронеж: ВГУ, 1977. С. 30–43.

Орлов В. П. Железные руды КМА. М.: Геоинформмарк, 2001. 616 с.

Плаксенко Н. А., Щеголев И. Н., Ильин В. В. Сравнение комплексов акцессорных минералов литологических формаций архея и нижнего протерозоя Курской магнитной аномалии // В кн.: Литогенез в докембрии и фанерозе Воронежской антиклизы. Воронеж: ВГУ, 1975. С. 3–22.

А. В. Кичева, А. И. Чернышов

*Национальный исследовательский Томский государственный университет,
г. Томск
1990.15.10@mail.ru*

Особенности минералогического состава ультрамафитов и хромититов Эргакского массива (северо-восточная часть Западного Саяна)

Объектом изучения является Эргакский ультрамафитовый массив, расположенный в крайней северо-восточной части Западного Саяна и являющийся фрагментом Куртушибинского офиолитового пояса [Петрология..., 1977]. Цель исследования – выявление особенностей минералогического состава гарцбургитов,

дунитов, оливинитов и хромититов. Исследования выполнялись с использованием каменного материала, любезно предоставленного М. Ю. Подлипским (Институт геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск).

Петрографическая характеристика. Под микроскопом гарцбургиты и дуниты характеризуются деформационными микроструктурами: мезогранулярной и порфиroleйстовой [Чернышов, 2001; Кичеева, Чернышов, 2014]. В мезогранулярной структуре зерна оливина и энстатита имеют размер до 4–5 мм с субизометричной, слабо удлинённой формой и субпараллельной ориентацией (рис. а). В оливине постоянно отмечаются признаки пластического деформирования в виде неоднородного погасания и полос пластического излома. Зерна энстатита в гарцбургитах менее деформированы, для них характерно слабовыраженное волнистое погасание.

В порфиroleйстовой структуре порфирокластовые зерна оливина размером до 3 мм отличаются линзовидной формой и имеют строгую предпочтительную ориентировку, отражающую направление интенсивного пластического течения в гарцбургитах и дунитах (рис. б). Зерна сильно деформированы – в них отмечается резкое неоднородное волнистое погасание и многочисленные полосы пластического излома. Мелкие рекристаллизованные зерна оливина размером обычно менее 1 мм имеют субизометричную форму. Их образование связано с процессами синтетектонической рекристаллизации.

Оливиниты отличаются от дунитов и гарцбургитов отсутствием пластических деформаций. Выделяется две микроструктуры оливинитов – гранобластовая и лейстовая. Гранобластовая структура отличается наличием субизометричных, трапециевидных

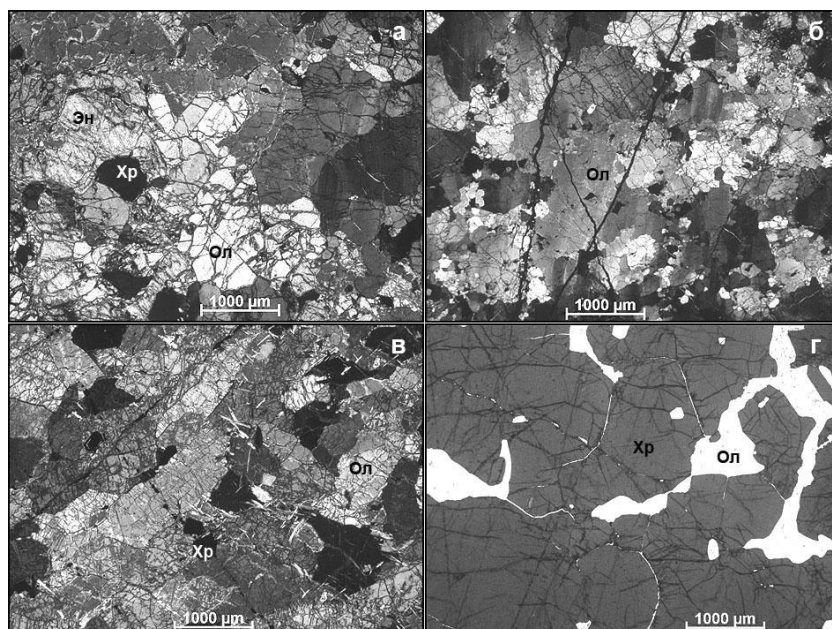


Рис. Микроструктуры ультрамафитов и хромититов Эргакского массива: а) гарцбургит мезогранулярный (обр. 4076), б) дунит порфирокластовый (обр. Эр-220), в) оливинит лейстовый (обр. Эр-268), г) хромитит сливной (обр. Эр-203). Ол – оливин, Хр – хромшпинелид. Фото: а–в – с анализатором, г – без анализатора.

зерен. Границы зерен обычно прямолинейны, размер зерен колеблется от 1 до 5 мм. В лейстовых оливинитах зерна размером менее 3 мм имеют удлинённую форму, вытягиваются субпараллельно и отражают направление директивности (рис. в). Оливин в оливинитах отличается наличием однородного погасания.

Хромититы сложены преимущественно зернами хромшпинелидов при подчиненной роли серпентинизированного оливина (менее 25 %) (рис. г). Зерна хромшпинелидов размером до 3 мм обычно имеют субизометричную форму. Они окрашены в красно-бурый цвет, а по периферии – в черный, вследствие замещения магнетитом. Оливин встречается в виде мелких зерен, заполняющих межзерновое пространство хромшпинелидов.

Особенности химического состава минералов. Оливин в гарцбургитах и дунитах имеет близкий химический состав и соответствует форстериту, при этом отмечается слабая тенденция к уменьшению железистости от гарцбургитов к дунитам (табл.). Состав оливина в оливинитах заметно отличается низкой железистостью

Т а б л и ц а

Химический состав оливина и хромшпинелидов из ультрамафитов (мас. %)

Образец	Гарцбургит			Дунит			Оливинит		Хромитит
	Эр 53	Эр 206	4076	Эч 394а	Эр 204	Эр 220	Эр 250	Эр 268	Эр 203
	Оливин								
SiO ₂	41.60	40.40	40.66	42.13	41.65	41.63	41.90	43.24	41.97
FeO	7.67	9.65	7.62	5.62	6.20	7.96	1.82	0.78	6.03
NiO	0.43	0.42	0.36	0.47	0.42	0.31	н.о.	н.о.	1.14
MgO	50.30	48.90	49.79	51.54	51.32	49.95	48.88	55.98	50.4
Сумма	100.00	99.36	98.41	99.76	99.57	99.85	92.59	100.00	99.54
Fa	7.89	9.96	7.90	5.77	6.34	8.20	2.00	0.78	6.29
	Хромшпинелид								
SiO ₂	3.97	0.63	0.55	0.74	0.63	0.64	0.55	0.62	0.59
Al ₂ O ₃	22.30	47.22	43.85	9.54	13.70	40.52	5.94	6.12	10.18
Cr ₂ O ₃	45.16	21.24	24.87	62.40	55.70	27.25	62.20	64.87	60.22
FeO _{общ}	18.83	12.36	12.93	17.20	18.30	14.43	22.36	16.17	14.47
MgO	11.24	18.43	17.99	9.70	11.15	16.28	8.42	11.69	14.46
Сумма	101.50	99.87	100.17	99.58	99.48	99.10	99.46	99.47	99.92
Fe ₂ O ₃	1.33	2.77	0.52	0.00	1.61	1.33	2.77	1.50	3.40
FeO	17.63	9.86	12.46	18.34	16.85	13.23	19.86	14.82	11.41
F ^I	46.85	23.04	27.96	51.52	45.87	31.32	57.03	41.56	30.70
Cr ^I	57.62	23.23	27.57	81.44	73.17	31.10	87.54	87.67	79.85
Mg ^I	37.38	59.87	58.19	36.06	37.86	53.01	27.35	41.96	49.99
Al ^I	33.06	68.98	63.81	13.26	19.74	59.79	8.72	8.62	14.46
F ^{II}	1.58	2.77	0.54	0.00	1.98	1.42	3.56	1.89	4.11
Температуры метаморфизма, рассчитанные по [Fabries, 1979]									
T° C	584	792	716	681	721	671	525	478	936

Примечание. Анализы выполнены в ЦКП «Аналитический центр геохимии природных систем», Томский государственный университет, на РЭМ VEGA II LMU, совмещенном со спектрометрами энергетической (Oxford INCA Energy350) и волновой (Oxford INCA Wave) дисперсий. Fa(%) = Fe/(Fe + Mg) × 100, F^I = Fe⁺²/(Fe⁺² + Mg) × 100, Cr^I = Cr/(Cr + Al) × 100, Mg^I = Mg/(Mg + Fe) × 100, Al^I = Al/(Al + Cr) × 100, F^{II} = Fe⁺³/(Fe⁺³ + Cr + Al) × 100; н.о. – компонент не обнаружен.

и отсутствием NiO. Оливин в хромититах отличается от дунитов и гарцбургитов уменьшением железистости и высокими концентрациями NiO.

Хромшпинелиды в гарцбургитах и дунитах характеризуются значительной вариацией Cr_2O_3 и Al_2O_3 при ограниченной – FeO и MgO и очень низкими содержаниями Fe_2O_3 (см. табл. 1). Среди них можно выделить два типа: 1) высокомагнезиально-глиноземистый и низкохромистый и 2) высокожелезисто-глиноземистый и высокохромистый. Для первого типа в гарцбургитах характерны температуры метаморфизма 720–790 °С, в дунитах – 670 °С. Второй тип хромшпинелидов в гарцбургитах отличается меньшей температурой метаморфизма (580 °С), однако в дунитах температуры метаморфизма остаются близкими (680–720 °С). Хромшпинелиды из оливинитов близки по составу второму типу таковых в дунитах, однако отличаются более высокой хромистостью, низкой глиноземистостью и пониженными температурами метаморфизма (470–525 °С). Хромшпинелиды из хромититов также близки к хромшпинелидам второго типа из дунитов, они характеризуются меньшей железистостью, большей магнезиальностью и максимальными температурами метаморфизма (940 °С).

Выводы. Полученные данные свидетельствуют о неоднородной степени пластических деформаций ультрамафитов и хромититов Эргакского массива, что отражается как в их микроструктурах, так и в составе минералов. Наиболее информативными минералами являются хромшпинелиды, состав которых становится чутким индикатором условий деформаций и метаморфизма [Irvine, 1967]. «Первичными» по составу, очевидно, являются хромшпинелиды первого типа в дунитах и гарцбургитах, отражающие метаморфические процессы в исходном субстрате перидотитов верхней мантии. Второй тип хромшпинелидов, вероятно, отражает синтетектонические неоднородные пластические деформации дунитов и гарцбургитов, которые происходили в процессе перемещения ультрамафитов в верхние части земной коры при значительных вариациях температур. На этом этапе происходили процессы десерпентинизации с образованием оливинитов без признаков пластических деформаций, которые отличаются минимальными температурами образования. Хромититы, очевидно, формировались в синтетектонических условиях, обусловленных метаморфической сегрегацией хромшпинелидов в рудные тела в процессе высокотемпературного пластического течения.

Литература

Кичеева А. В., Чернышов А. И. Петроструктурные исследования пластически деформированных гарцбургитов и дунитов Эргакского массива (Западный Саян) // *Металлогения древних и современных океанов–2014. Двадцать лет на передовых рубежах геологии месторождений полезных ископаемых.* Миасс: ИМин УрО РАН, 2014. С. 191–194.

Петрология и метаморфизм древних офиолитов на примере Полярного Урала и Западного Саяна / Под ред. Н. Л. Добрецова, В. С. Соболева. Новосибирск: Наука, 1977. 221 с.

Чернышов А. И. Ультрамафиты (пластическое течение, структурная и петроструктурная неоднородность). Томск, 2001. 216 с.

Fabries I. Spinel-olivine geothermometry in peridotites from ultramafic complex // *Contribution to Mineralogy and Petrology.* 1979. Vol. 69. No. 4. P. 329–336.

Irvine T. N. Chromian spinel as a petrogenetic indicator. Pt. 2 // *Canadian Journal of Earth Sciences.* 1967. Vol. 4. P. 71–103.