САМОРОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ И ИХ ОКСИДЫ ИЗ ХРОМИТИТОВ КЕМПИРСАЙСКОГО УЛЬТРАМАФИТОВОГО МАССИВА (ЮЖНЫЙ УРАЛ, КАЗАХСТАН)

Юричев А.Н., Карбовяк Е.В.

Томский государственный университет, Томск, juratur@sibmail.com

Кемпирсайский массив является крупнейшим массивом ультрамафитов на юге Урала. Он входит в состав южноуральского ультрамафитового пояса, который является продолжением мафит-ультрамафитового платиноносного пояса среднего и северного Урала, и является составной частью крупного Сакмарского аллохтона, представляющего собой реликт океанической коры раннепалеозойского возраста, шарьированного на восточную окраину Восточно-Европейского палеоконтинента в средне-, верхнепалеозойское время [2, 11].

Массив и его гигантские по масштабам хромитовые месторождения были и являются предметом многочисленных фундаментальных исследований. Современные представления о возрасте, строении, составе массива и его оруденении базируются на работах В.П. Логинова, Н.В. Павлова, Г.А. Соколова, И.И. Григорьевой, Г.Г. Кравченко, Г.Н. Савельевой и др. [5, 7-8, 10].

При изучении вещественного состава хромшпинелидов и акцессорных сульфидов в средне и густовкрапленных хромититах, отобранных в карьере «Объединенный» Алмаз-Жемчужного хромитового месторождения Кемпирсайского ультрамафитового массива (Казахстан), авторами были диагностированы единичные мелкие (до 0.04 мм) проявления самородных металлов и их оксидов: самородный никель, самородная медь, самородное железо, аварунит (FeNi_3), кассетерит (SnO_2), монтепанит (CdO), цинкит (ZnO) (рис. 1).

Самородный никель отмечается в виде одиночных округлых каплевидных выделений с корродированными краями в интерстициях зерен хромшпинелидов. Размеры таких выделений не превышают 0.04 мм. В химическом составе минерала постоянно отмечается примесь Fe (до 11 %) и Cu (до 5 %) (табл. 1).

Рис. 1. Минерализация самородных металлов и их оксидов в хромититах Кемпирсайского ультрамафитового массива (снимки в режиме BSE). CrSp – хромшпинелид; Rock – хлорит-серпентинитовый агрегат.

Самородные медь и железо формирует сгустковидные, неправильные или чешуйчатые (чаще) выделения размером до 0.03 мм непосредственно в зернах хромшпинелидов либо в интерстициях между ними (рис. 1, б-в). В химическом составе первого минерала постоянно отмечается примесь Fe (до 3.5 %), реже – Ni (до 1 %), а в составе второго – Cr (до 4.8 %) и Mn (до 0.5 %) (табл. 1).

Таблица 1. Химический состав самородных металлов и их оксидов в хромититах Кемпирсайского ультрамафитового массива, вес. %.

Минерал	Образец	Ni	Cu	Fe	Mn	Zn	Sn	Cd	Cr	O	Сумма
Самородный никель	939/545-2.1	82.96	4.57	10.89	–	–	–	–	–	–	98.42
	939/545-2.4	83.67	4.83	10.86	–	–	–	–	–	–	99.36
Самородная медь	КМ 947/55-2.1	1.00	94.30	3.36	–	–	–	–	–	–	98.66
	3/1-21.1	–	98.67	0.45	–	–	–	–	–	–	99.12
Самородное железо	э-4/1	–	–	94.66	0.55	–	–	–	4.80	–	100.01
Аваруит	939/545-5.1	73.42	–	24.74	–	–	–	–	1.63	–	99.79
	939/545-5.2	74.35	–	24.17	–	–	–	–	1.39	–	99.90
	939/545-7.1	74.88	–	23.69	–	–	–	–	1.43	–	100.00
	939/545-7.2	74.86	–	23.53	–	–	–	–	1.61	–	100.00
Кассетерит	3/1-1.1	–	–	–	–	–	74.71	–	–	25.12	99.83
	3/1-1.2	–	–	–	–	–	75.82	–	–	23.96	99.78
Монтепонит	3/1-22.1	–	–	–	–	–	–	86.16	–	13.85	100.01
Цинкит	3/1-24.2	–	–	–	–	80.00	–	–	–	19.55	99.55

Примечание. Анализы выполнены на электронном сканирующем микроскопе «Tescan Vega II LMU», оборудованном энергодисперсионным спектрометром (с детектором Si(Li) Standard) INCA Energy 350 и волнодисперсионным спектрометром INCA Wave 700 в ЦКП «Аналитический центр геохимии природных систем» ТГУ (г. Томск), оператор Е.В. Карбовяк. Для исследования использованы образцы хромититов из личной коллекции профессора Томского государственного университета Чернышова А.И.

В качестве металлического твердого раствора Fe и Ni в интерстициях хромшпинелидов диагностированы нередкие округлые и неправильные проявления аваруита, размером до 0.04 мм (рис. 1, г). Химический состав выявленных аваруитов близок стехиометрическому, а также химическим составам данного минерала из ультрамафитового массива г. Солдатской (п-ов Камчатский мыс, Восточная Камчатка) [6] и океанических перидотитов Срединно-Океанического хребта (Атлантический океан) [1]. Однако отличается от последних постоянным присутствием в химическом составе Cr (до 1.7 %), который, очевидно, входит в состав минерала, «загрязняя» его, в виде тонкодисперсной механической примеси (табл. 1).

Оксиды Sn, Cd и Zn диагностированы в хромититах Кемпирсайского массива предположительно впервые (?). Они отмечены в виде редких мелких (до 0.005 мм) округлых или неправильных по форме обособлений, заполняющих пустотки и каверны внутри преимущественно трещиноватых, раздробленных зерен хромшпинелидов (рис. 1, д-е). Их химические составы характеризуются относительной «чистотой» (отсутствием примесей других компонентов) и несколько отклоняются от стехиометрических (табл. 1).

Концентрирование выявленной минерализации, очевидно, связано с ее мобилизацией в процессе серпентинизации и преобразовании первичных силикатов, прежде всего оливина, а также находящихся с ними в парагенезисе сульфидов и шпинелей при восстановительных условиях [3-4, 9]. Образование металлов авторы связывают с тенденцией Ni и подчиненного Fe высвобождаться из кремнекислородных связей первичного оливина, а Cu и Zn – из связей сульфидов и хромшпинелидов и переходить в форму свободных элементов. Очевидно, что наряду с восстановлением самородных металлов из первичных силикатов, сульфидов или хромшпинелидов, возможен привнос части элементов (Cd, Sn) самими серпентинизирующими растворами.

Последующая судьба данных металлов, очевидно, определялась их концентрированием совместно с иными компонентами, не участвующими в главном процессе кристаллизации, и последующем их отложении из высоконасыщенных надкритических флюидов.

Литература

1. Базылев Б. А. Развитие аваруитсодержащей минеральной ассоциации в перидотитах из зоны разлома 15°20' (Атлантический океан) как одно из проявлений океанического метаморфизма // Российский журнал наук о Земле. 2000. Т. 2. № 3-4. С. 279-293.
2. Дистлер В.В., Крячко В.В., Юдовская М.А. Условия образования оруденения платиновых металлов в хромитовых рудах Кемпирсайского рудного поля // Геология и геофизика. 2003. Т. 45. № 1. С. 44-74.
3. Жмодик С.М., Агафонов Л.В. Шэндит и другие минералы никеля из хромититов офиолитовой ассоциации юго-восточной части Восточного Саяна // Геология и геофизика. 2000. Т. 41. № 5. С. 712-721.
4. Леснов Ф.П. Петрология полигенных мафит-ультрамафитовых массивов Восточно-Сахалинской офиолитовой ассоциации. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2015. 240 с.
5. Логинов В.П., Павлов Н.В., Соколов Г.А. Хромитоносность Кемпирсайского массива на Южном Урале // Хромиты СССР. М.: Изд-во АН СССР. 1940. С. 5-199.
6. Новаков Р.М., Москалева С.В., Иванов В.В., Паламарь С.В. Пентландиты и аваруиты гипербазитового массива горы Солдатской (п-ов Камчатский мыс, Восточная Камчатка) // Вестник КРАУНЦ. Науки о земле. 2014. № 2. С. 137-146.
7. Павлов Н.В., Григорьева И.И. Месторождения хрома // Рудные месторождения СССР. М.: Наука, 1974. Т. 1. С. 168-220.
8. Павлов Н.В., Кравченко Г.Г., Чупрынина И.И. Хромиты в Кемпирсайском плутоне. М.: Наука, 1968. 197 с.
9. Рамдор П. О широко распространенном парагенезисе рудных минералов, возникающих при серпентинизации (с некоторыми данными по новым и недостаточно изученным минералам) // Геология рудных месторождений. 1967. № 2. С. 32-43.
10. Савельева Г.Н., Савельев А.А. Офиолиты Кемпирсайского массива: основные черты структурно-вещественной эволюции // Геотектоника. 1991. № 6. С. 57-75.
11. Melher F., Stumpfl E.F., Distler V.V. Chromite deposits of the Kempirsai massif, southern Urals, Kazakhstan // Inst. Mining Metall. 1994. V. 103. P. 107-120.