

РЕДКИЕ И НЕИЗВЕСТНЫЕ СИЛИКАТЫ НАТРИЯ
В ХРОМ-ПЛАТИНОВЫХ РУДАХ УРАЛА

© 2015 г. А. В. Морозова, Е. В. Пушкарёв

Платиноносные хромититы в мафит-ультрамафитовых комплексах Урало-Аляскинского типа помимо главного породообразующего минерала – хромшпинелида – и минералов платиновой группы (МПГ) содержат переменное количество силикатных и несиликатных минералов, которые слагают ассоциацию цемента руд. Доля нерудных минералов в них составляет от первых до 50%. Многочисленными исследованиями показано, что минералы, встречающиеся в цементе руд, входят также в состав мономинеральных и полиминеральных включений в рудных хромшпинелидах и МПГ [2, 4, 7, 8, 12 и др.]. Состав минералов из включений и условия их образования несут важную информацию о генезисе руд и составе рудообразующей среды.

Наиболее распространенными силикатами, входящими в состав включений в рудном хромшпинелиде являются форстерит, диопсид, паргасит, флогопит, глаголевит, хлорит, серпентин, гранат, а из несиликатных минералов – апатит, карбонаты, иногда отмечаются сульфиды Cu-Ni-Fe или титано-

вые оксиды [1, 2, 6, 7, 12]. В работе З. Йохана [12] описывается присутствие в некоторых типах полиминеральных включений в рудном хромшпинелиде Нижнетагильского массива омфацита. Практически все железо-магнезиальные силикаты характеризуются высокими концентрациями хрома. Индикатором натровой щелочности рудообразующей среды является глаголевит, который встречается как в полиминеральных включениях, так и в силикатном цементе руд. Глаголевит является практически единственным минералом, сопровождающим включения хромистого форстерита в хромшпинелидах [6]. Следует отметить, что амфиболы из рудной ассоциации содержат высокие концентрации натрия до 3.5% так же, как и флогопиты, уровень натрия в которых достигает 1–2% Na_2O , вплоть до появления чисто натровых разновидностей, носящих собственное название – аспидолит. В составе включений отмечают присутствие альбита, натрового мусковита и цеолитов, что убедительно свидетельствует о высокой натровой щелочности рудообразующей среды [1, 12].

В процессе изучения включений в рудном хромшпинелиде из платиноносных хромититов Нижнетагильского и Кытлымского массивов нами были обнаружены натровые силикаты, которые ранее не были описаны другими исследователями. Один из этих минералов может быть идентифицирован как гидроксиканкринит, а другой – как неизвестный магнезиально-натровый алюмосиликат.

Гидроксиканкринит был обнаружен в хромититах Косьвинского дунитового тела в Кытлымском массиве. Хромититы образуют шпир мощностью 20–30 см рядом со старой шахтой на восточном плече Косьвинского Камня. Состав рудного хромшпинелида и минералов платиновой группы из этого проявления подробно описаны в опубликованных работах [11].

В одном из полиминеральных включений в хромшпинелиде размером около 50 мкм (рис. 1) были идентифицированы амфибол, флогопит, гранат и сульфиды Cu-Fe , состав которых приведен в табл. 1. В промежутках между флогопитом и амфиболом и у края включения располагается минерал с меньшей плотностью, что проявляется в более темном оттенке серого цвета на изображении включения, полученного в обратнорассеянных электронах (см. рис. 1). Химический состав этого минера-

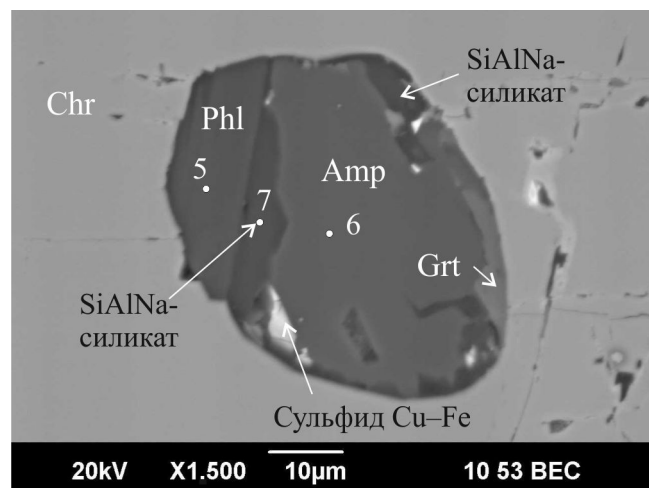


Рис. 1. Гидроксиканкринит (SiAlNa -силикат) в амфибол-флогопитовом включении в хромшпинелиде из хромититов Кытлымского массива.

Phl – флогопит (5), amp – амфибол (6), SiAlNa -силикат (7), grt – гранат, chr – хромшпинелид. Цифра в скобках соответствует номеру анализа в табл. 1. Изображение получено в обратнорассеянных электронах на сканирующем электронном микроскопе JSM-6390LV, ЦКП УрО РАН “Геоаналитик” (аналитик С.П. Главатских).

ла, определенный с помощью энергодисперсионной приставки Oxford, установленной на сканирующем электронном микроскопе Jeol JSM 6390LV, приведен в табл. 1. Недостаток суммы указывает на существенную примесь гидроксильного компонента около – 7–8 мас. %. Главными элементами в его составе являются натрий, алюминий и кремний в стехиометричном соотношении 8:6:6. Формула этого минерала может быть представлена в виде $\text{Na}_8[\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}](\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Химический состав проанализированного минерала практически совпадает с составом гидроксиканкринита (см. табл. 1), обнаруженного в щелочных породах Кольского полуострова [9].

Другой, неизвестный, натрово-магнезиальный алюмосиликат был обнаружен в полиминеральном включении (рис. 2) в рудном хромшпинелиде из платиноносных хромититов Нижнетагильского массива. Эти хромититы образуют прожилково-шшировую зону с дунитовыми брекчиями в восточном борту старого дунитового карьера в Александровском логу протяженностью несколько метров. Рудные хромшпинелиды характеризуются высокой хромистостью – $\text{Cr}/(\text{Cr} + \text{Al}) = 0.82$ – и низкой железистостью – от 0.42 до 0.43 $\text{Fe}^{2+}/(\text{Mg} + \text{Fe}^{2+})$. Состав хромшпинелидов и минералов включений описан в работе [6] и в целом совпадает с данными по составу минералов из платиноносных хромититов Нижнетагильского массива, опубликованных ранее [2, 3, 7, 10, 12].

Неизвестный натрово-магнезиальный алюмосиликат образует пластинку размером 30×80 мкм, отмеченную в сростании с серпентином, параллельно с ориентировкой его пакетов (см. рис. 2). Характер сростания этого минерала с серпентином аналогичен серпентин-глаголевитовым сросткам, хорошо изученным ранее [5]. Однако состав минерала существенно отличается от типичного хромистого глаголевита, широко распространенного в нижнетагильских платиноносных хромититах (см. табл. 1). В первую очередь обращает на себя внимание очень высокое содержание натрия, достигающее 7 мас. % Na_2O , в то время как максимальное содержание этого компонента в глаголевите не выше 3.5 мас. %. Напротив, уровень кремнезема существенно ниже и составляет в среднем 22 мас. %, а в глаголевите 27–30% SiO_2 . В Международной минералогической базе данных отсутствуют минералы с подобным составом. Скорее всего, он является слоистым силикатом моноклинной сингонии, как и серпентин. Анализы, представленные в табл. 1, были пересчитаны на сумму элементов, равную 86%, что типично для стехиометрического глаголевита. Формула этого минерала, рассчитанная на 14 атомов кислорода, выглядит следующим образом:

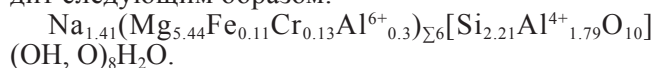


Таблица 1. Химический состав силикатов из включений в рудных хромшпинелидах Нижнетагильского и Кытлымского массивов (мас. %)

Комп.	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO_2	21.96	22.60	22.50	27.61	39.6	43.17	36.94	36.32
TiO_2	–	–	–	–	0.26	0.54	–	–
Al_2O_3	17.62	17.33	16.56	16.12	15.26	10.94	29.54	31.15
Cr_2O_3	1.57	1.48	2.48	2.09	1.51	2.24	0.57	–
FeO^*	1.36	1.07	1.51	3.23	1.77	3.31	0.00	0.18
MgO	36.27	36.58	36.35	34.73	26.14	19.44	0.68	0.11
CaO	–	–	–	–	0.02	12.86	0.94	0.92
Na_2O	7.21	6.96	6.59	2.51	1.06	3.11	24.26	23.43
K_2O	–	–	–	–	8.87	0.77	0.00	0.45
CO_2	–	–	–	–	–	–	–	1.59
H_2O	–	–	–	–	–	–	–	5.41
Сумма	86	86	86	86.39	94.37	96.37	92.94	99.59

Примечание. 1–3 – SiAlMgNaCr-силикат из хромшпинелидов Нижнетагильского массива (см. рис. 2); 4 – глаголевит (Gl) из хромититов Нижнетагильского массива; 5–7 – силикаты в составе полиминерального включения (см. рис. 1) в хромшпинелиде из хромититов Кытлымского массива; 5 – флогопит (Phl), 6 – амфибол (Amp), 7 – SiAlNa-силикат; 8 – гидроксиканкринит из Лавозерского массива (Кольский полуостров) по данным [9]. FeO^* – все железо в виде FeO . Суммы для анализов 1–3 пересчитаны на 86% по аналогии с глаголевитом. Анализы 1–3, 7 выполнены на сканирующем электронном микроскопе JSM-6390LV с энергодисперсионной приставкой Oxford (аналитик С.П. Главатских), анализы 4–6 – на электронно-зондовом микроанализаторе CAMECA SX 100 (аналитик Д.А. Замятин). ЦКП УрО РАН “Геоаналитик”.

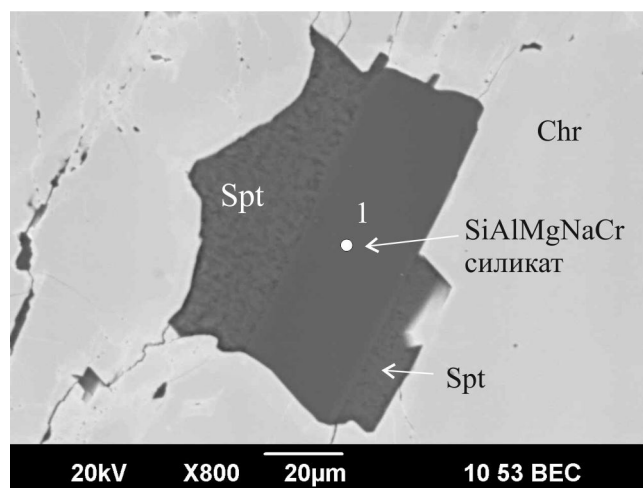


Рис. 2. Включение нового неизвестного SiAlMgNaCr-силиката в сростаниях с серпентином из интерстиций между хромшпинелидами из хромититов Нижнетагильского массива.

SiAlMgNaCr-силикат (1), spt – серпентин, chr – хромшпинелид. Цифра в скобках соответствует номеру анализа в табл. 1. Изображение получено в обратнорассеянных электронах на сканирующем электронном микроскопе JSM-6390LV, ЦКП УрО РАН “Геоаналитик” (аналитик С.П. Главатских).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Обнаруженные нами редкие и неизвестные натровые силикаты являются дополнительными важными индикаторами натровой щелочности рудообразующей среды при формировании хром-платинового оруденения в комплексах Урало-Аляскинского типа. Впервые гидроксиканкринит был описан А.П. Хомяковым в 1992 г. в массиве нефелиновых сиенитов Лавозерского массива (гора Карнасурт), в пегматоидных прожилках ультраагпаитового состава, пересыщенных щелочами, летучими и редкими элементами [9]. Он относится к минералам группы канкринита и назван гидроксиканкринитом (hydroxuscancrinite) в связи с преобладанием гидроксильных групп среди анионов. Химическая формула минерала с Кольского полуострова $\text{Na}_8[\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}](\text{OH})_2\text{H}_2\text{O}$. Предполагается, что гидроксиканкринит кристаллизовался в условиях чрезвычайно высокой щелочности в среде с резким дефицитом Ca^{2+} - и CO_3^{2-} -ионов.

Неизвестный натрово-магнезиальный алюмосиликат, описанный нами выше, может оказаться новым минералом либо представлять собой конечный член ряда глаголевита, максимально насыщенного натрием. Для такого заключения необходимо проведение дополнительных исследований по определению структуры минерала и его оптических и физических свойств.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проекты № 13-05-96031 р_урал_а (РФФИ-Урал – правительство Свердловской области) и инициативного проекта УрО РАН № 15-18-5-34, полевой грант РФФИ 15-05-10018-К.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аникина Е.В., Пушкарев Е.В., Вилисов В.А. Состав микровключений в хромшпинелиде как индикатор генезиса хромплатиноидного оруденения в дунитах Платиноносного пояса Урала // Ежегодник-1998. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 1999. С. 154–160.
2. Аникина Е.В., Пушкарев Е.В., Ерохин Ю.В., Вилисов В.А. Хлорит в хромо-платиновых рудах Платиноносного пояса Урала: Особенности состава и парагенезисы // Записки ВМО. 2001. № 2. С. 92–100.
3. Волченко Ю.А., Иванов К.С., Коротеев В.А., Оже Т. Структурно-вещественная эволюция комплексов Платиноносного пояса Урала при формировании хромит-платиновых месторождений уральского типа. Ч. II // Литосфера. 2007. № 4. С. 73–101.
4. Дмитренко Г.Г., Мочалов А.Г., Паланджян С.А., Горячева Е.М. Химические составы породообразующих и аксессуарных минералов альпинотипных ультрамафитов Корякского нагорья. Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1985. Ч. 1. Породообразующие минералы. 66 с. Ч. 2. Минералы платиновых элементов. 60 с.
5. Морозова А.В., Замятин Д.А., Главатских С.П. Хромистый глаголевит – типоморфный минерал платиноносных хромититов Нижнетагильского массива // Ежегодник-2012. Тр. ИГГ УрО РАН. Вып. 160, 2013. С. 139–143.
6. Морозова А.В., Пушкарев Е.В. Хромистый форстерит из хром-платиновых руд Нижнетагильского массива // Вестн. УрО РМО. № 10. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2013. С. 65–70.
7. Пушкарев Е.В., Аникина Е.В., Гарути Дж., Заккарини Ф. Хром-платиновое оруденение Нижнетагильского типа на Урале: структурно-вещественная характеристика и проблема генезиса // Литосфера. 2007. № 3. С. 28–65.
8. Рудашевский Н.С., Мочалов А.Г. Состав включений хромшпинелидов в зернах платиноидов из пород ультрамафических формаций // Геология и геофизика. 1985. № 8. С. 56–70.
9. Хомяков А.П., Надеждина Т.Н., Расцветаева Р.К., Победимская Е.А. Гидроксиканкринит $\text{Na}_8[\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}](\text{OH})_2\text{H}_2\text{O}$ – новый минерал // Записки ВМО. 1992. № 1. С. 100–105.
10. Auge T., Genna A., Legendre O., Ivanov K.S., Volchenko Y.A. Primary Platinum mineralization in the Nizhny Tagil and Kachkanar ultramafic complexes, Urals, Russia: a genetic model for PGE concentration in chromite-rich zones // Economic Geology. 2005. V. 100. P. 707–732.
11. Garuti G., Pushkarev E.V., Zaccarini F. Compositions and paragenesis of Pt alloys from chromitites of the Ural-Alaskan-type Kytlym and Uktus complexes, Northern and Central Urals, Russia // Can. Mineralog. 2002. V. 40. P. 357–376.
12. Johan Z. Platinum-group minerals from placers related to the Nizhni Tagil (Middle Urals, Russia) Uralian-Alaskan-type ultramafic complex: oro-mineralogy and study of silicate inclusions in (Pt, Fe) alloys // Mineral. Petrol. 2006. V. 87. P. 1–30.