

значение (табл. 3). По аналогии с купородситом для феррородсита характерна странственная группа $Fd3m$, $Z = 8$. Расчетное значение плотности феррородсита равно 5.73 г/см³.

Феррородсит и сопровождающие его минералы платиновых металлов являются типичными образованиями сульфидно-платинового парагенезиса минералов платиноидов в дунитах (Рудашевский и др., 1983).

Авторы искренне благодарны Я. А. Пахомовскому за практическую помощь при выполнении настоящей работы.

Цементно-полированный шлиф с феррородситом передан в Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана РАН, г. Москва.

Список литературы

Богомолов М. А. Некоторые особенности петрологии массивов центрального типа с дунитовым ядром на Алданском щите // Метасоматизм и другие вопросы физико-химической петрологии. М.: Наука, 1968. С. 312—363.

Ельянов А. А. О формационной принадлежности центральных интрузивных массивов с дунитовыми ядрами // Геологические формации. Вып. II. Л., 1968. С. 78—81.

Рудашевский Н. С. и др. Минеральные парагенезисы платиноидов ультрамафитов // ЗВМО. 1983. Вып. 1. С. 3—13.

Рудашевский Н. С. и др. Купородсит $CuRh_2S_4$ и купроирридсит $CuIr_2S_4$ — новые природные тиношпинели платиновых элементов // ЗВМО. 1985. Вып. 2. С. 187—195.

Fleisher N. e. a. New mineral names // Amer. Miner. 1980. Vol. 65. N. 3, 4. P. 406—408.

Johan Z. e. a. Isoferroplatinum nuggets from Miverton. (Fifield, N. S. W. Australia: a contribution to the origin of PGE mineralization in Alakan-type complexes) // Amer. Miner. 1991. Vol. 76. P. 1728—1735.

Plumier R., Lotgering F. K. Neutron diffraction of $Fe_{1/2}Cu_{1/2}Rh_2S_4$ // Solid State Comm. 1970. Vol. 8. P. 477.

Yu Tsu-Hsiang e. a. A preliminary study of some new minerals of the platinum group and another associated new one in platinum-bearing intrusions in a region in China // Acta Geol. Sinica. 1974. N 2. P. 202—218.

Zhiizhong P. e. a. Discussion on published articles in the research of new minerals of the platinum group discovered in China in recent years // Acta Geol. Sinica. 1976. N 4. P. 326—336.

Поступила в редакцию
5 июня 1998 г.

УДК 549.3

ЗВМО, № 5, 1998 г.
Proc. RMS, N 5, 1998

© Д. члены А. Г. МОЧАЛОВ,* Г. Г. ДМИТРЕНКО,* Н. С. РУДАШЕВСКИЙ,**
И. В. ЖЕРНОВСКИЙ,*** М. М. БОЛДЫРЕВА****

ГЕКСАФЕРРУМ (Fe, Ru), (Fe, Os), (Fe, Ir) — НОВЫЙ МИНЕРАЛ¹

A. G. MOCHALOV, G. G. DMITRENKO, N. S. RUDASHEVSKY, I. V. ZHERNOVSKY, M. M. BOLDYREVA.
HEXAFERRUM (Fe, Ru), (Fe, Os), (Fe, Ir) — A NEW MINERAL

* Институт геологии рудных месторождений, минералогии и геохимии (ИГЕМ) РАН, 109017, Москва,
Старомонетный пер., 35

** ЗАО «Механобр-Аналит», 199026, Санкт-Петербург, 21-я линия, д. 8а

*** СВКНИИ РАН, Магадан

**** Санкт-Петербургский университет, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9

В хромититах Чирынайского дунит-гарцбургитового массива Корякского нагорья установлен неизвестный ранее минерал — твердый раствор Fe и Ru, Fe и Os, Fe и Ir (Мочалов и др., 1985). Этот минерал обнаружен также и во многих других дунит-пе-

¹ Рассмотрено и рекомендовано Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 16 декабря 1985 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 4 марта 1996 г.

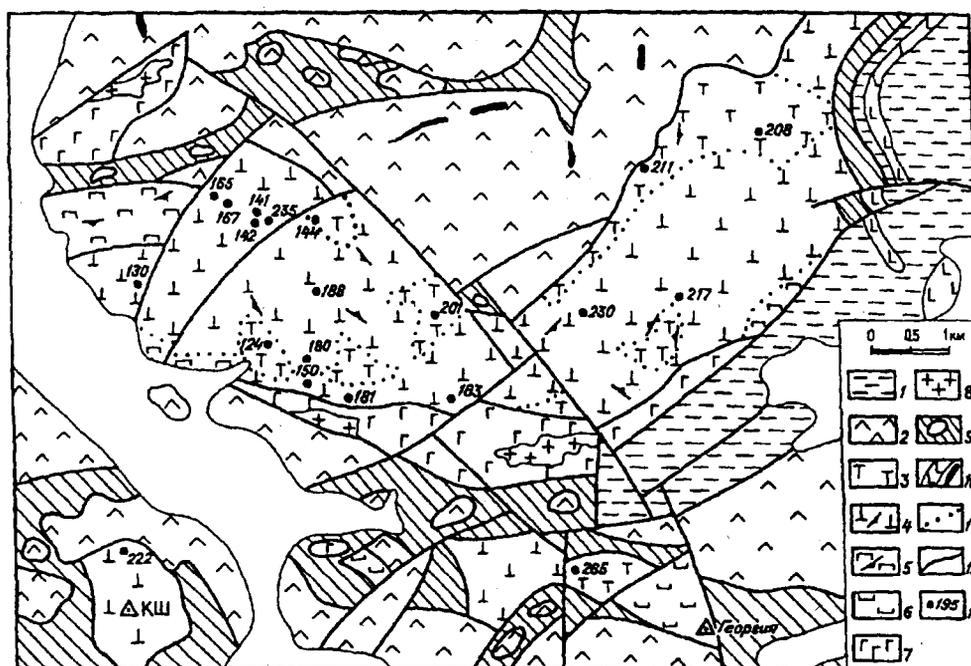


Рис. 1. Схема геологического строения Чирынайского массива (Дмитренко и др., 1985).

1 — эоцен: алевролиты, песчаники, гравелиты, конгломераты; 2 — поздняя юра—ранний мел (?): базальты, андезиты, туфы, туфобрекчии, аргиллиты, алевролиты, яшмы; 3, 4 — комплекс метаморфических перидотитов (магнезиальная дунит-гарцбургитовая ассоциация); 3 — дуниты, 4 — гарцбургиты с указанием элементов залегания полосчатости; 5, 6 — такситовый комплекс (железистая дунит-перидотит-пироксенитовая ассоциация); 5 — шлирово-полосчатое чередование вебстеритов, диопсидитов, лерцолитов, дунитов с указанием элементов залегания полосчатости, 6 — то же, с участием габбро; 7 — габбро-нориты, магнезиальные габбро; 8 — тоналиты, плагиограниты; 9 — серпентинитовый меланж; 10 — интрузии и дайки диабазов; 11 — фациальные границы; 12 — тектонические нарушения; 13 — платиноносные рудопроявления хромититов (по номерам образцов) КШ — г. Красная Шапочка.

Fig. 1. Geologic sketch map of Chirynaisky massif (Dmitrenko et al., 1985).

ридитовых массивах офиолитовых поясов Мира (Stockman, Hlava, 1984; Дмитренко и др., 1985; Паланджян и др., 1994, и др.). Такие твердые растворы платиноидов в железе — существенно рутения (Fe, Ru), существенно осмия (Fe, Os), а также существенно иридия (Fe, Ir), где $Fe > Ru$, $Fe > Os$ и $Fe > Ir$ (ат. %) — имеют структуру плотнейшей гексагональной упаковки, пространственная группа $P6_3/mmc$, параметры элементарной ячейки соответственно (А): $a = 2.64$, $c = 4.20$; $a = 2.59$, $c = 4.16$ и $a = 2.61$, $c = 4.22$. В согласии с новой утвержденной КНМ ММА номенклатурой для самородных минералов (Harris, Sabri, 1991), эти твердые растворы железа и различных элементов платиновой группы представляют один минеральный вид — железо самородное с гексагональной структурой. Название — гексаферрум (hexaferrium) — дано по химическому составу и типу структуры нового минерала. Установлены существенно рутенистая (ат. %) $Ru > Os$, Ir, осмистая $Os > Ru$, Ir и иридийная $Ir \gg Ru$, Os разновидности гексаферрума.

Условия нахождения. Чирынайский массив (Коряжское нагорье, Россия; рис. 1), в котором обнаружен и впервые детально охарактеризован новый минерал, имеет блоковое строение. Он сложен гарцбургитами, в подчиненных количествах присутствуют дуниты, среди которых локализованы прожилково-шлировые обособления пироксенитов (энстатитов, вебстеритов, клинопироксенитов). Дуниты развиты в виде многочисленных линз, ориентированных согласно полосчатости гарцбургитов. Дуниты и гарцбургиты слабо серпентинизированы, характеризуются бластическими микроструктурами, их породообразующие минералы имеют низкую железистость



Рис. 2. Агрегат «кристаллов» гексаферрума.

a — фото во вторичных электронах, микронзонд Camebax, увел. 1200; *б* — микрофото в отраженном свете, 1 — гексаферрум-(Ru), 2 — гексаферрум-(Os), 3 — иридий-(Fe), полир. шлиф, николи скрещены, увел. 420.

Fig. 2. Aggregate of hexaferrum «crystals».

($f = 6-9$ мол. %). К дунитам и гарцбургитам приурочены хромитовые сегрегации — от вкрапленных до прожилково-шлировых. Хромшпинелиды здесь обогащены магнохромитовым миналом (до 67 мол. %) с тенденцией повышения шпинелевого компонента в составе хромита в гарцбургитах. В хромититах локализованы акцессорные минералы платиновых металлов.

Минералы платиновой группы находятся в виде включений в хромшпинелидах или образуют с ними гипидиоморфнозернистые сростания. Размеры зерен минералов платиноидов не превышают 200 мкм, доминируют зерна размерами 5—50 мкм. Распределение этих минералов в различных сегрегациях хромшпинелидов крайне неравномерное — от единичных знаков до нескольких сотен зерен. Большая их часть (55 %) представлена спутанно-волоконистыми агрегатами гексаферрума-(Ru). Часто агрегаты гексаферрума-(Ru) имеют кубический (рис. 2) или октаэдрический (рис. 3) облик. Такие образования являются отрицательными включениями в хромшпинелидах (рис. 3) или псевдоморфозами по лауриту (рис. 2). Гексаферрум-(Os) обычно слагает мономинеральные индивиды. Наиболее редок гексаферрум-(Ir). Обычно он ассоциирует с гексаферрумом-(Ru) и с гексаферрумом-(Os), а также с иридистым тэнитом (Fe, Ir), имеющим кубическую кристаллическую структуру (рис. 4). Гексаферрум сопровождается другими минералами платиновой группы — иридосмином, рутениридосмином, осмиридом, лауритом, изредка туламинитом, а также твердыми растворами

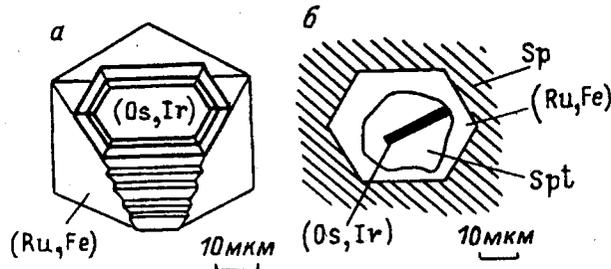


Рис. 3. «Негативный кристалл» октаэдрической формы гексаферрума-(Ru) внутри хромшпинелида.
a — «кристалл», на гексаферруме присутствуют отпечатки индукционных граней хромшпинелида; *b* — полированный шлиф; (Os, Ir) — осмий, Sp — хромшпинелид, Spt — серпентин.

Fig. 3. Octahedron «negative crystal» of hexaferrum-(Ru) inside the chromite.

состава (Fe, Rh, Ir) и (Ni, Fe, Ir). Иногда в хромитовых шлирах минералам платиновой группы сопутствуют другие самородные минералы — аварунит (наиболее распространен), самородные железо, медь, цинк, соединения меди и цинка, свинца и олова, а также сульфиды и арсениды — пентландит, пирротин, хизлевудит, миллерит и орегонит. Нередко в составе аварунита и Fe-Ni-сульфидов присутствуют примеси платиновых металлов, главным образом Pt и Ir, в меньшей мере, Rh, Pd и Ru.

Физические свойства. Зерна гексаферрума под бинокляром выглядят изометричными кристаллами, на которых можно наблюдать грани трех-, четырех-, пяти- и шестиугольной формы. Цвет зерен стально-серый от светлых до темных тонов с желтым оттенком, блеск металлический. Зерна слабомагнитные и магнитные. Минерал хрупкий, при сжатии раздавливается с образованием порошка черного цвета. Спайность не устанавливается. Стандартными реактивами и царской водкой не травится.

В отраженном свете гексаферрум рутенистый (Fe, Ru), осмистый (Fe, Os) и иридий (Fe, Ir) различаются между собой.

Гексаферрум-(Ru) светло-серый, заметно темнее, чем гексагональные и кубические твердые растворы Os, Ru и Ir. В пределах одного полированного препарата удается различить даже визуально белые, светло-серые и серые индивиды. Неоднородными по отражению нередко оказываются и отдельные зерна нового минерала (рис. 5, *a*). Этот эффект обусловлен неравномерной пористостью зерен гексаферрума (рис. 5, *b*, *в*), причем более темными оказываются пористые зерна или участки его зерен. Микротрещинки (микропоры) слегка изогнуты, пересекаются под углами 60 и 120°. Двухотражение отсутствует. Минерал сильно анизотропен с цветным эффектом: от светлых голубовато-серых тонов до буровато-желтых. Зерна и «кристаллы» гексаферрума-(Ru) имеют мозаичное угасание, обусловленное их микроагрегатным строением:

тонкими срастаниями множества разноориентированных тонких пластинчатых индивидов (рис. 2, *b*). Отражение гексаферрума-(Ru) заметно ниже, чем у металлического рутения (табл. 1), существенно различны и их дисперсии отражения (табл. 1; рис. 6, *1* и *3*).

Гексаферрум-(Os) в отраженном свете белый, слабо анизотропен, цветовой эффект анизотропии

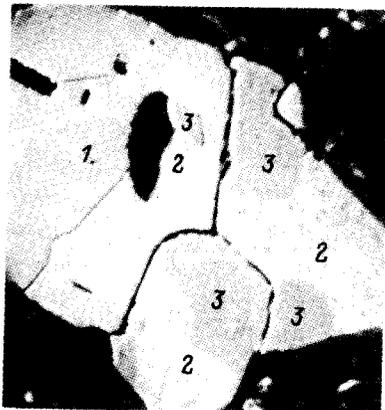


Рис. 4. Агрегат зерен гексаферрума (различных его разновидностей по химическому составу) и таенита-(Ir).

1 — гексаферрум-(Os), 2 — гексаферрум-(Ir), 3 — таенит-(Ir); фото во вторичных электронах, увел. 50, микроскоп Camebax.

Fig. 4. Aggregate of hexaferrum grains (its varieties differing in chemical composition) and taenite-(Ir).

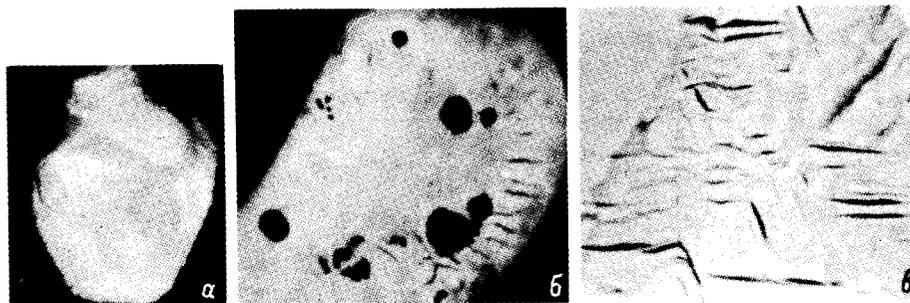


Рис. 5. Макро- и микропористость зерен гексаферрума.

a, б — неоднородность зерен гексаферрума-(Ru) по отражению (более темные участки зерен — более пористые), полир. шлифы, увел. 400; *а* — обр. 48-18, *б* — 48-108; *с* — фото в поглощенных электронах, увел. 1500, микроскоп Camebax.

Fig. 5. Macro- and microporosity of hexaferrum grains.

не наблюдается. Кривая дисперсии отражения имеет вогнутую форму с минимумом в интервале 520—600 нм. Она существенно отличается от таковой для осмия самородного: фиксируются два максимума коэффициентов отражения — в коротковолновой части спектра, как для осмия, и в длинноволновой, как для железа (табл. 2; рис. 6, 2, 4, 5).

Гексаферрум-(Ir) имеет белый до светло-серого цвет. Наиболее серые зерна и участки его зерен имеют отчетливо трещиноватую поверхность. Слабоанизотропный, без цветного эффекта, двуотражение не наблюдается. Обилие микротрещин и включений тангита-(Ir) в зернах гексаферрума-(Ir) не позволяет измерить отражение и твердость микровдавливания этого минерала.

Твердость микровдавливания гексаферрума-(Ru) 629—679 кгс/мм², $H_{cp} = 652$ кгс/мм² (ПМТ-3, $P = 50$ гс, $n = 6$ в 2-х зернах). По твердости он практически не отличается от металлического рутения ($P = 100$ гс, $n = 18$) — 529—768 кгс/мм², $H_{cp} = 655$ кгс/мм². Гексаферрум-(Os) — более твердый минерал, твердость микровдавливания его 741—880 кгс/мм², $H_{cp} = 810$ (36) кгс/мм² (ПМТ-3, $P = 50$ гс, $n = 9$ в 3 зернах).

Таблица 1

Отражение (R , %) гексаферрума-(Ru) и искусственного рутения
Reflection (R , %) of hexaferrum-(Ru) and synthetic ruthenium

λ , нм	Гексаферрум-(Ru), обр. 48-245		Рутений	
	R_1	R_2	R_0	Re'
440	49.6	41.8	70.2	73.9
460	49.6	41.8	69.6	73.4
480	49.8	41.9	69.6	74.0
500	50.1	42.0	69.6	74.2
520	50.4	42.0	70.0	75.0
540	50.6	42.0	70.7	75.4
560	51.1	42.0	71.2	76.1
580	51.4	42.0	71.3	76.1
600	51.9	42.0	71.5	76.0
620	52.3	42.2	70.8	75.6
640	52.8	42.4	70.5	75.6
660	53.4	43.0	70.1	75.5
680	53.9	43.4	69.6	75.4
700	54.6	44.0	69.3	75.1

Примечание. Здесь и в табл. 2 для гексаферрума — МСФ-10; объектив 21 х, эталон — кремний.

Таблица 2

Отражение (R , %) гексаферрума-(Os), самородного осмия
и самородного железа
Reflection (R , %) of hexaferrum-(Os), native osmium and native iron

λ , нм	Гексаферрум-(Os)	Самородный осмий	Самородное железо
440	58.5	64.1	56.6
460	57.0	63.7	57.0
480	55.1	63.1	57.2
500	54.3	62.2	57.2
520	54.3	61.1	57.1
540	53.4	60.1	57.0
560	53.4	58.9	57.0
580	53.2	57.5	57.0
600	53.5	56.6	57.0
620	53.6	55.5	57.4
640	54.2	55.0	57.9
660	54.7	54.4	58.2
680	55.2	54.0	58.8
700	56.0	53.8	59.3

Примечание. Измерения отражения гексаферрума и самородного осмия проводились в изотропных сечениях зерен минералов. Самородные осмий и железо — из альпинотипных гипербазитов (наши данные); химический состав самородного осмия (мас.%) Os 91.2, Ir 7.15, Pt 0.92, Ru 2.27, сумма 101.54; самородное железо не содержит заметных примесей (<0.1 мас.%) других элементов.

Гексаферрум-(Os) обладает более низкой твердостью, чем осмий самородный ($P = 100$ гс, $n = 10$), 1097 (25) кгс/мм². Гексаферрум-(Ir), судя по относительному рельефу, по твердости близок к гексаферруму-(Ru), но он менее твердый, чем гексаферрум-(Os).

Химический состав нового минерала варьирует весьма широко: 1) установлен практически непрерывный ряд природных составов от гексаферрума-(Ru) до железистого рутения, а также от гексаферрума-(Ru) до гексаферрума-(Os); 2) содержание Ir в этих минералах не превышает 15 мас. % (6 ат. %); 3) примеси Os и Ru в гексаферруме-(Ir), как правило, менее 1 мас. % (0.5 ат. %); 4) содержание Fe в гексаферруме-(Ir) находится в интервале 55—77 ат. %, что совпадает с областью устойчивости ϵ - и γ -фаз на диаграмме состояния Fe-Ir (Благородные металлы, 1984) — рис. 7, а, б; табл. 3.

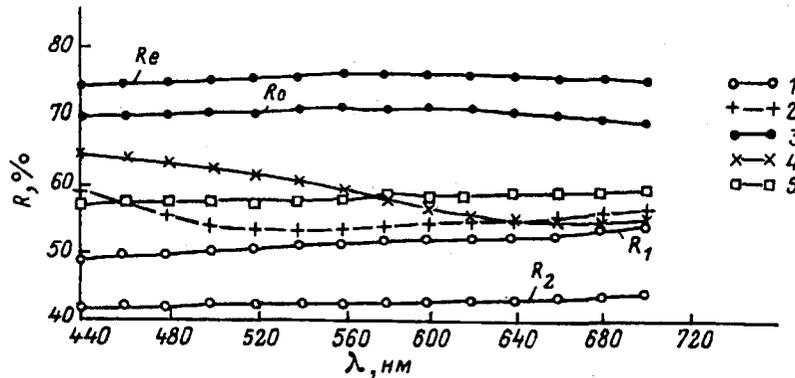


Рис. 6. Кривые дисперсии отражения гексаферрума рутенистого (1) и осмистого (2), а также металлического рутения (3), самородного осмия (4) и железа (5), по данным табл. 1 и 2.

Fig. 6. Reflection dispersion curves of hexaferrum-(Ru) — (1) and hexaferrum-(Os) — (2), as well as metallic ruthenium (3), native osmium (4) and native iron (5), based on the data of tables 1 and 2.

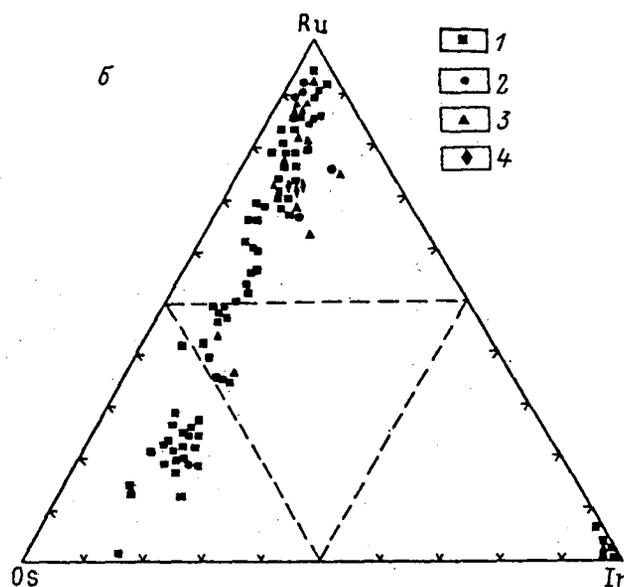
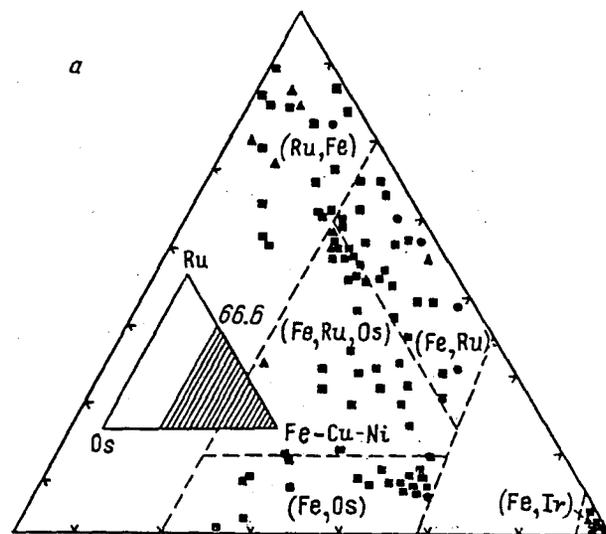


Рис. 7. Диаграмма соотношений минералообразующих элементов в гексаферруме.

a — рутения, осмия и суммы железа, меди и никеля; *пунктиром* обозначены установленные области составов (Fe, Ru), (Fe, Os), (Ru, Fe) и (Fe, Ru, Os), а также разрыв смешиваемости на диаграммах состояния Ru—Fe и Os—Fe между фазами с гексагональной и кубической симметрией (Благородные металлы, 1984); *б* — осмия, рутения и иридия; 1 — Чирынайский массив, 2 — Красногорский массив, 3 — Среднегорский массив, 4 — Елистратовский массив.

Fig. 7. Diagram of relationship of mineral-forming components in hexaferrum.

В гексаферруме нередко присутствуют следующие элементы-примеси: Pt, Rh, Pd, Ni, Co и Cu (табл. 3). Кроме того, во многих зернах гексаферрума определяются в переменных количествах (до первых процентов) Mg, Si, S и As. Вторая группа примесных элементов имеет, как правило, неравномерное распределение и характерна для наиболее пористых зерен гексаферрума. Их присутствие, скорее всего, обусловлено субмикроскопическими вростками силикатов, сульфидов и арсенидов, выполняющими поры-микротрещинки в зернах нового минерала.

Таблица 3

Химический состав гексаферрума (мас. %)

Chemical composition of hexaferrum (wt %)

№ ан.	№ обр.	Формула	Pt	Ir	Os	Ru	Rh	Pd	Fe	Ni	Cu	Co	Сумма
1	48-90	(Fe _{0.68} Ru _{0.20} Os _{0.09} Ir _{0.02} Ni _{0.01})	He обн.	4.44	20.6	25.0	He обн.	He обн.	48.1	0.88	He обн.	0.05	99.07
2	48-43	(Fe _{0.69} Ru _{0.17} Os _{0.09} Ir _{0.04})	0.12	8.46	22.2	21.5	» »	» »	47.8	0.03	» »	0.14	100.25
3	48-126	(Fe _{0.49} Ru _{0.34} Os _{0.10} Ir _{0.05})	0.28	9.01	20.9	36.9	» »	» »	29.4	0.09	0.22	0.15	96.95
4	117-8	(Fe _{0.69} Os _{0.18} Ru _{0.06} Ir _{0.05} Ni _{0.02})	0.19	9.89	38.0	6.55	» »	» »	43.8	1.49	He обн.	He обн.	99.92
5	117-12	(Fe _{0.71} Os _{0.17} Ru _{0.06} Ir _{0.05})	0.11	9.91	37.1	6.92	0.32	» »	45.2	0.17	» »	0.06	99.79
6	117-20	(Fe _{0.68} Os _{0.20} Ru _{0.06} Ir _{0.05})	0.30	10.0	40.4	6.73	He обн.	» »	40.7	0.10	» »	0.05	98.28
7	48-11	(Fe _{0.63} Ir _{0.28} Rh _{0.05} Ru _{0.02})	1.02	48.8	0.11	1.82	4.42	» »	31.6	0.50	» »	0.02	88.29
8	76-3	(Fe _{0.58} Ir _{0.34} Cu _{0.06} Ni _{0.01} Pt _{0.01})	2.12	60.7	He обн.	He обн.	0.82	» »	29.7	0.71	2.81	0.03	96.89
9	117-13	(Fe _{0.69} Ir _{0.26} Pt _{0.03} Cu _{0.01})	5.01	51.6	0.54	» »	0.72	» »	39.8	0.43	0.91	0.02	99.03
10	119-21	(Fe _{0.69} Ir _{0.29})	0.62	57.3	He обн.	0.13	0.44	» »	40.2	0.50	0.40	0.10	99.69
11	119-23	(Fe _{0.74} Ir _{0.23} Ni _{0.02})	1.04	49.6	0.51	He обн.	0.62	0.13	46.1	1.20	He обн.	He обн.	99.20

Примечание. Микросонд MS-46 Сатеса (ан. 1–6), Сатесах (ан. 7–11); ускоряющее напряжение 20 кв, ток образца 30 нА, диаметр зонда 2–4 мкм; эталоны — чистые металлы; аналитические линии для платиновых элементов L_{α} , для остальных — K_{α} , для Cu, Rh и Os учитывались наложения на аналитические линии от Ir, Ru и Cu по эталонам.

Таблица 4

Результаты расчета дебаеграмм гексаферрума-(Ru) и искусственного рутения
 Calculated data for debayegrams of hexaferrum-(Ru) and synthetic ruthenium

Гексаферрум-(Ru), обр. 48-126			Рутений (ASTM, № 6-0663)		<i>hkl</i>
<i>I</i>	$d_{\text{сизм}}$	$d_{\text{расч}}$	<i>I</i>	$d_{\text{сизм}}$	
5	2.28	2.29	41	2.343	10 $\bar{1}$ 0
6	2.10	2.10	37	2.142	0002
10	2.006	2.008	100	2.056	10 $\bar{1}$ 1
3	1.549	1.547	23	1.5808	10 $\bar{1}$ 2
3	1.316	1.320	25	1.3530	11 $\bar{2}$ 0
3	1.195	1.194	24	1.2189	10 $\bar{1}$ 3
			5	1.7150	20 $\bar{2}$ 0
2	1.118	1.118	26	1.1434	11 $\bar{2}$ 2
2	1.108	1.103	20	1.1299	20 $\bar{2}$ 1
			4	1.075	0004
			7	1.0278	20 $\bar{2}$ 2

Параметры элементарной ячейки (Å)

$$a = 2.64 \pm 0.01 \quad a = 2.7058$$

$$c = 4.20 \pm 0.02 \quad c = 4.2819$$

Рентгеновская плотность (г/см³)

$$10.69 \quad 12.43$$

Примечание. Здесь и в табл. 5 условия съемки: РКД = 57.3; Fe = излучение; асимметричный метод; резиновый шарик: d = 0.2 мм; введены поправки на поглощение и усадку пленки. Параметры элементарной ячейки рассчитаны на ЭВМ методом МНК по всем отражениям рентгенограммы.

Таблица 5

Результаты расчета дебаеграмм гексаферрума-(Os) и искусственного осмия
 Calculated data for debayegrams of hexaferrum-(Os) and synthetic osmium

Гексаферрум-(Os), обр. 117-8			Осмий (XRDC, 1976, № 6-0662)		<i>hkl</i>
<i>I</i>	$d_{\text{сизм}}$	$d_{\text{расч}}$	<i>I</i>	$d_{\text{сизм}}$	
5	2.246	2.244	3	2.367	10 $\bar{1}$ 0
6	2.087	2.084	3	2.160	0002
10	1.976	1.976	10	2.076	10 $\bar{1}$ 1
4	1.528	1.527	2	1.535	10 $\bar{1}$ 2
6 ш	1.297	1.295	2	1.3668	11 $\bar{2}$ 0
6 ш	1.180	1.181	2	1.2300	10 $\bar{1}$ 3
5 ш	1.100	1.100	1	1.1840	20 $\bar{2}$ 0
3 ш	1.083	1.083	2	1.1510	11 $\bar{2}$ 2
1	1.042	1.042	2	1.1416	20 $\bar{2}$ 1
			1	1.0799	0004
			1	1.0383	20 $\bar{2}$ 2

Параметры элементарной ячейки (Å)

$$a = 2.591 \pm 0.001 \quad a = 2.7341$$

$$c = 4.168 \pm 0.002 \quad c = 4.3197$$

Объем элементарной ячейки (Å³)

$$24.22 \pm 0.3 \quad 27.96$$

Рентгеновская плотность (г/см³)

$$12.09 \pm 0.02 \quad 22.75$$

Таблица 6

Результаты расчета дебаеграмм гексаферрума-(Ir)
Calculated data for debayegrams of hexaferrum-(Ir)

Обр. 48-11			Обр. 76.3.1			hkil
I	$d_{\text{экзм}}$	$d_{\text{орасч}}$	I	$d_{\text{экзм}}$	$d_{\text{орасч}}$	
5 ш	2.254	2.257	5 ш	2.266	2.266	10 $\bar{1}$ 0
7 ш	2.103	2.108	7 ш	2.113	2.113	0002
10 ш	1.993	1.989	10 ш	1.998	1.997	10 $\bar{1}$ 1
4 ш	1.542	1.540	4 ш	1.544	1.546	10 $\bar{1}$ 2
5 ш	1.304	1.303	5 ш	1.308	1.309	11 $\bar{2}$ 0
4 ш	1.192	1.193	4 ш	1.196	1.196	10 $\bar{1}$ 3
4 ш	1.110	1.108	4 ш	1.114	1.113	11 $\bar{2}$ 2
2 ш	1.088	1.090	2 ш	1.094	1.095	20 $\bar{2}$ 1

Параметры элементарной ячейки (Å)

$$a = 2.606 \pm 0.003 \quad a = 2.617 \pm 0.002$$

$$c = 4.215 \pm 0.007 \quad c = 4.226 \pm 0.004$$

Объем элементарной ячейки (Å³)

$$24.79 \pm 0.10 \quad 25.06 \pm 0.06$$

Рентгеновская плотность (г/см³)

$$13.19 \quad 13.80$$

Примечание. Условия съемки: камера РКД = 57.3 мм, $\lambda_{\text{CuK}\alpha}$, Ni-фильтр, внешний стандарт — кремний, диаметр образцов 0.2 мм. Параметры элементарной ячейки рассчитаны МНК по всем отражениям.

Микронзондовый анализ многих зерен гексаферрума фиксирует дефицит суммы компонентов, что наиболее характерно для гексаферрума-(Ru). Следует отметить, что легкие элементы (C, O, N, F) в составе гексаферрума не определены (микроанализатор Camebax, порог чувствительности анализа 3 мас. %). Дефицит компонентов таких зерен обусловлен их микропористостью.

Рентгенометрические данные. Рентгенограммы порошка гексаферрума-(Ru) и гексаферрума-(Os) — препараты получены раздавливанием их мономинеральных зерен — идентичны рентгенограммам соответственно металлических рутения и осмия со структурой плотнейшей гексагональной упаковки (табл. 4 и 5). Гексаферрум-(Ru) и -(Os) имеет меньшие значения параметров элементарной ячейки по сравнению с эталонными металлами, что объясняется изоморфным вхождением Fe в структуру нового минерала: Fe обладает меньшим атомным радиусом, чем Ru и Os (Благородные металлы, 1984). Дебаеграммы гексаферрума-(Ir), полученные с мономинеральных зерен-микроагрегатов, имели уширенные отражения (табл. 6). Значения параметров элементарной ячейки обоих образцов гексаферрума-(Ir) соответствуют величинам этих параметров для ϵ -фазы системы Fe—Ir (Благородные металлы, 1984). По аналогии с искусственной ϵ -фазой гексаферрум обладает структурой плотнейшей гексагональной упаковки, пространственная группа $A3(Mg)$, $P6_3/mmc$, $Z = 2$.

Авторы искренне признательны Ю. П. Меньшикову за практическую помощь в проведении исследований.

Образцы гексаферрума-(Ru) и -(Os) переданы в Горный музей (Санкт-Петербург).

Список литературы

- Благородные металлы. Справочник / Под ред. Е. М. Савицкого. М.: Металлургия, 1984. 592 с.
Дмитренко Г. Г. и др. Химические составы породообразующих и аксессуарных минералов альпийских ультрамафитов Корякского нагорья. Магадан. СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1985. Ч. 1. Породообразующие минералы. 66 с.; Ч. 2. Минералы платиновых элементов. 60 с.

Мочалов А. Г. и др. Новый иридий-осмий-рутениевый тип (твердые растворы редких платиноидов с железом) платиноидной минерализации в хромшпинелидах альпинотипных ультрамафитов Корякского нагорья // ЗВМО. 1985. Вып. 5. С. 544—554.

Паланджан С. А. и др. Платиноидная минерализация альпинотипных ультрамафитов и геодинамические обстановки формирования офиолитов // Геология и генезис месторождений платиновых металлов. М.: Наука, 1994. С. 155—167.

Harris D. C., Cabri L. J. Nomenclature of platinum group element alloys: review and revision // Canad. Miner. 1991. Vol. 29. P. 231—237.

Stockman H. V., Hlava P. F. Platinum-group minerals in alpine cromitites from South-Western Oregon // Ibid. 1984. Vol. 79. P. 491—508.

Поступила в редакцию
25 июня 1998 г.

УДК 549 : 061.24052 (100)

ЗВМО, № 5, 1998 г.
Proc. RMS, N 5, 1998

© ДЖ. А. МАНДАРИНО, ДЖ. Д. ГРАЙС

НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ, УТВЕРЖДЕННЫЕ КНМ ММА В 1997 г.

J. A. MANDARINO, J. D. GRICE. NEW MINERALS APPROVED
BY THE COMMISSION ON NEW MINERALS AND MINERAL NAMES OF THE INTERNATIONAL
MINERALOGICAL ASSOCIATION IN 1997

The information given here is provided by the Commission on New Minerals and Mineral Names, I. M. A. for comparative purposes and as a service to mineralogists working on new species.

Each mineral is described in the following format:

IMA No (any relationship to other minerals)

Chemical Formula

Crystal system, space group

unit cell parameters

Colour; lustre; diaphaneity

Optical properties

Strongest lines in the X-ray powder diffraction pattern

The names of these approved species are considered confidential information until the authors have published their descriptions or released information themselves.

NO OTHER INFORMATION WILL BE RELEASED BY THE COMMISSION

J. A. Mandarino, Chairman Emeritus and J. D. Grice, Chairman
Commission on New Minerals and Mineral Names, International Mineralogical Association

1997 PROPOSALS

IMA No. 97-001 Chemically related to paulkerrite
(Bi, Pb)₂Fe(O, OH)₃PO₄
Monoclinic: C2/m
a 12.278, b 3.815, c 6.899 Å, β 111.14°.
Black to dark brown; vitreous to adamantine;
opaque to translucent.
Biaxial (-), α 2.06, β 2.15(calc), γ 2.19, 2V(meas.)
70°.
5.726 (54), 3.372 (77), 3.322 (37), 3.217 (46),
3.011 (100), 2.863 (34), 2.750 (62).

IMA No. 97-002 The boron-dominant analogue of gehlenite (melilite group)
Ca₂B₂SiO₇
Tetragonal: P4₂m
a 7.116, c 4.815 Å.

Creamy-white; earthy; earthy.
Probably uniaxial (-), n 1.67.
3.479 (40), 2.862 (55), 2.654 (100), 2.231 (15),
2.129 (20), 1.920 (35), 1.644 (20).

IMA No. 97-003 The Ti-dominant analogue of nenadkevichite
NaK₂(Ti, Nb)₂Si₄O₁₂(O, OH)₂ · 2H₂O
Monoclinic: C2/m
a 14.39, b 13.900, c 7.825 Å, β 117.6°.
Colourless; vitreous; transparent to translucent.
Biaxial (+), α 1.667, β 1.677, γ 1.802, 2V(meas.)
32°, 2V(calc.) 33°.
6.94 (61), 6.39 (43B), 3.186 (100), 3.100 (96),
2.600 (28), 2.586 (28), 2.489 (24).