

RMS DPI 2008-3-12-0

**СОСТАВ АГРЕГАТОВ КУПРОПЛАТИНЫ (ТУЛАМИНИТА)
НИЖНЕТАГИЛЬСКОГО ДУНИТОВОГО МАССИВА, УРАЛ**

Иванов О.К. (uricc@mail.ur.ru)

Ильменское отделение. Уральский институт минерального сырья, Екатеринбург

**THE STRUCTURE AGGREGATE OF CUPROPLATINA (TULAMINITE)
IN THE NIZHNE-TAGIL MASSIF OF DUNITE, URALS**

Ivanov O.K.

Ilmeny branch. Urals institute of mineral resources, Ekaterinburg

Первичный минеральный состав платиноидов концентрически-зональных пироксенит-дунитовых массивов представлен преимущественно изоферроплатиной с включениями осмирида и иридомина (Бетехтин, 1935; Высоцкий, 1913, 1925). Однако, при серпентинизации первичные рудные минералы МПГ подвергаются существенным изменениям и замещаются вторичными МПГ, среди которых преобладает купроплатина описанная Я. Берцелиусом и изученная А.Г. Бетехтиным (Бетехтин, 1935; Заварицкий, 1928, Иванов и др., 1990). Среди МПГ связанных с серпентинизацией А.Д. Генкин с коллегами (1974) указал рутений и родийсодержащий пентландит и родплюмсит и обратил внимание на гидротермальную миграцию ЭПГ при этом процессе. В.Д. Бегизов (Бегизов, 1986; Иванов, Бегизов, 1986; Иванов, Бегизов, 1990; Кашин и др., 1956) добавил к ним такие минералы как золото, купроаурид, минерал состава платина-цинк, платиновые тиошпинели и сфалерит, а также минерал PtCu₃. В дальнейшем Кабри, определив некоторые свойства купроплатины, почему-то переименовал ее в туламинит (Cabri et al., 1973). В последние годы, Кабри и А.Д. Генкиным (Cabri, Genkin, 1991) была описана купроплатина (туламинит) из уральских объектов, но без указания месторождений. Автором было предложено использовать изменение химизма протоплатины при серпентинизации для установления первичного состава протоплатины (Иванов, 1997, 1999). Образование МПГ серпентинового парагенезиса сейчас не вызывает сомнения, кроме вопроса о источнике меди и других элементов. По А.Г. Бетехтину (1935) это сульфиды меди в дунитах и хромитовых рудах, по автору (Иванов, 1997, 1999) это поровые воды вмещающих дунитовые массивы вулканитов.

Весьма важно то, что в процессе замещения изоферроплатины купроплатиной и сопутствующими минералами происходит существенно перераспределение элементов платиновой группы (ЭПГ), с образованием новых минералов платиновой группы. К тому же, образование купроплатины с существенно иными физическими свойствами, чем изоферроплатина, влияет на методы обогащения коренных платиновых руд.

Изучался агрегат купроплатины добытой из верховьев Соловьевогорского лога Нижнетагильского дунитового массива предоставленный нам Ю.С. Кобяшевым. Материал представлен угловатыми и слабо окатанными зёрнами черного цвета размером в первые мм. После протравливания в слабой соляной кислоте зёрна приобрели светлорозовый цвет и металлический блеск. Зёрна хрупкие кристаллические. При раскалывании зёрен в некоторых видны яркие блестящие округлые ядра сложенные изоферроплатиной. Состав фаз изучался на микрозонде в Институте электрохимии.

В полировках зёрна имеют светлый цвет с металлическим блеском. Они сложены преимущественно минералом основной массы, с вкрапленностью более светлых или темных зёрен и коротких прожилков. Выделяется несколько их типов.

Матрица агрегатов сложена купроплатиной (туламинитом), состав которой незначительно варьирует в разных зёрнах. В зёрне с вкрапленностью осмирида ее состав такой:

1. (Pt_{1.80}Ir_{0.18})_{1.98}(Fe_{1.16}Ni_{0.04}Cu_{0.82})
2. (Pt_{1.80}Ir_{0.12})_{1.92}(Fe_{1.15}Ni_{0.03}Cu_{0.89})
3. (Pt_{1.72}Ir_{0.18})_{1.90}(Fe_{1.43}Ni_{0.00}Cu_{0.67})
4. (Pt_{1.74}Ir_{0.15})_{1.89}(Fe_{1.47}Ni_{0.02}Cu_{0.62})
5. (Pt_{1.77}Ir_{0.04})_{1.85}(Fe_{1.44}Ni_{0.27}Cu_{0.44})

Часть анализов представляют собой типичную купроплатину (туламинит), с заметным дефицитом меди, часть железистый туламинит, часть медно-никелевый туламинит.

В зерне купроплатины с прожилками мышьяксодержащих минералов состав ее следующий:

1. $(Pt_{1.85}Ir_{0.03}Os_{0.03}Rh_{0.03})_{1.94}(Fe_{1.22}Ni_{0.29}Cu_{0.56})_{2.07}$
2. $(Pt_{1.69}Ir_{0.17}Rh_{0.05})_{1.91}(Fe_{1.22}Ni_{0.29}Cu_{0.56})_{2.14}$
3. $(Pt_{1.71}Ir_{0.15}Rh_{0.04})_{1.90}(Fe_{1.17}Ni_{0.04}Cu_{0.81})_{2.02}$

Т.е., представленные образцы относятся к обычной или никелистой купроплатине (туламиниту).

Выделяются несколько типов включений в купроплатине (туламините) - изометрические включения осмирида, минерал состава $PtCu_3$, платинистый палладий и арсенид родия и палладия.

Включения осмирида образуют редкие мелкие размерами 5 мкм зерна в сечении в виде квадратов, ромбов, треугольников и цепочек зерен. Местами прослеживается закономерное под углом около 90° расположение двух систем зерен и цепочек зерен. Отражательная способность высокая.

Состав минерала:

1. $Pt_{0.06}Ir_{0.62}Os_{0.22}Fe_{0.06}Cu_{0.04}$
2. $Pt_{0.06}Ir_{0.61}Os_{0.23}Fe_{0.07}Cu_{0.04}$
3. $Pt_{0.09}Ir_{0.57}Os_{0.23}Fe_{0.08}Cu_{0.04}$
4. $Pt_{0.07}Ir_{0.65}Os_{0.15}Fe_{0.08}Cu_{0.04}$
5. $Pt_{0.25}Ir_{0.37}Os_{0.11}Fe_{0.19}Cu_{0.07}Ni_{0.01}$

Судя по форме сечений зерен и составу, минерал является осмиридом, а присутствие платины, железа и меди, возможно, обусловлено захватом зондом вмещающей осмирид купроплатины.

Крупные редкие включения серого цвета размерами до 10*20 мкм и меньше с неровными очертаниями полностью расположенные в купроплатине (туламините) имеют следующие эмпирические формулы:

1. $Pt_{0.92}Ir_{0.00}Os_{0.01}Fe_{0.06}Ni_{0.02}Cu_{2.99}$
2. $Pt_{0.93}Ir_{0.04}Fe_{0.09}Ni_{0.01}Cu_{2.92}$ или $PtCu_3$.

Фаза такого состава описана ранее из аллювия Сосновского дунитового тела (Косьвинский дунитовый массив) (Иванов, Бегизов, 1986).

Жилковидные редкие включения темносерого цвета с очень сложными плавными очертаниями с заливами и выступами размером 20*5 мкм имеют состав:

1. $Pt_{0.21}Os_{0.01}Pd_{0.53}Fe_{0.16}Ni_{0.03}Cu_{0.05}$ или $Pt_{0.2}Pd_{0.5}Fe_{0.2}$
2. $(Pt_{0.11}Os_{0.01}Rh_{2.85}Pd_{3.74}Fe_{0.13}Ni_{0.07}Cu_{0.07})As_{0.97}$ или Rh_3Pd_4As .

Среди жилок выделяется несколько видов по форме, отражательной способности и составу.

Светлые жилки с высокой отражательной способностью местами содержатся в купроплатине в количестве до 10%. Длина их до 50, ширина до 5 мкм. Форма жилок неправильная с ответвлениями, раздувами и складками. Состав жилок:

1. $Pt_{1.84}Ir_{0.55}Rh_{0.03}Fe_{1.18}Ni_{0.16}Cu_{0.13}$
2. $Pt_{1.98}Ir_{0.44}Rh_{0.03}Fe_{1.18}Ni_{0.16}Cu_{0.13}$

Минерал соответствует иридистой ферроплатине.

В том же зерне купроплатины встречены удлинённые жилки с более низкой отражательной способностью длиной до 200 и шириной в 5 мкм. Состав их:

1. $(Pt_{0.19}Ir_{0.49}Rh_{0.29}Fe_{0.05}Ni_{0.01}Cu_{0.02})As_{1.03}S_{0.91}$
2. $(Pt_{0.14}Ir_{0.52}Os_{0.01}Rh_{0.32}Fe_{0.04}Ni_{0.01}Cu_{0.02})As_{0.97}S_{0.97}$.

По составу минерал соответствует $(Pt_{0.2}Ir_{0.5}Rh_{0.3})AsS$, близкому к ирарситу – $(Ir,Ru,Rh,Pt)AsS$ в котором отсутствует рутений.

Анализ взаимоотношений минералов включенных в агрегат купроплатины (туламинит) позволяет выделить три их генерации. При этом, большинство минералов агрегата являются вторичными, образовавшимися по изоферроплатине. К реликтовым, оставшимся от замещения «рудной» (т.е. из хромитовых жил) изоферроплатины, можно отнести идиоморфную вкрапленность осмирида. В остальных зернах купроплатины осмирид отсутствует, что свидетельствует либо о полном замещении изоферроплатины купроплатиной, либо о ее образовании по изоферроплатине из других ассоциаций.

К основным минералам относится собственно купроплатина (туламинит) образующая матрицу. При ее образовании из первичной изоферроплатины должны выноситься платина и привноситься железо, никель и медь. Время образования фазы состава $PtCu_3$ не совсем ясно. Взаимоотношения ее с купроплатиной не определенные и возможно ее образование до купроплатины.

Фазы близкие по составу к иридистой ферроплатине судя по форме жилок, могли образоваться после купроплатины (туламинита) в трещинах разрыва в результате перераспределения ЭПГ.

Платинистый палладий и минерал состава арсенида родия и палладия мог образовываться синхронно с купроплатиной (туламинитом) или несколько позже. Наконец, жилки безрутениевого ирарсита являются наиболее поздними.

Таким образом, наиболее ранними минералами при образовании агрегатов купроплатины были купроплатина, минерал состава $PtCu_3$, тетраферроплатина, а наиболее поздними палладий, родиево-палладиевый арсенид и ирарсит.

В отношении увеличения геохимической подвижности ЭПГ наблюдается ряд платина, иридий, родий, палладий, осмий. В процессе образования купроплатины происходит привнос Cu, Ni, Fe, Pd, Rh а также S и As.

В качестве выводов следует отметить следующее:

1. При образовании агрегатов купроплатины по протоплатине при серпентинизации образуется широкий спектр МПГ от элементов и интерметаллидов до арсенидов и сульфидов ЭПГ.

2. При образовании купроплатины происходит заметная дифференциация ЭПГ, сопровождающаяся частичным выносом Pt и Os и появлением самостоятельных минералов Rh и Pd.

3. При замещении протоплатины происходит образование новых МПГ, существенно меняющих физические свойства платиновых руд концентрически-зональных дунитовых массивов и требующих иных методов их обогащения.

Список литературы

Бегизов В.Д. Платиновые минералы и их парагенезисы, связанные с Нижнетагильским ультраосновным массивом // Новые и малоизученные минералы и минеральные ассоциации Урала. Свердловск. ИГГ УНЦ АН СССР, 1986. С. 14-15.

Бетехтин А.Г. Платина и другие минералы платиновой группы. М.: АН СССР. 1935. 148 с.

Высоцкий Н.К. Месторождения платины Исковского и Нижнетагильского районов на Урале. СПб., 1913. 694 с.

Высоцкий Н.К. Платина и районы ее добычи. Петроград, 1925. Т. 4. С. 347-692.

Генкин А.Д., Лапутина И.П., Муравницкая Г.Н. Рутений и родийсодержащий пентландит – показатель гидротермальной мобилизации платиновых металлов // ГРМ, 1974. № 6. С. 102-106.

Заварицкий А.Н. Коренные месторождения платины на Урале. М.: 1928. 56 с.

Иванов О.К. Динамотермальное минералообразование в ультрамафических массивах Урала // Материалы к минералогии Урала. Свердловск: УрО ВМО. 1990. С. 93-100.

Иванов О.К. Концентрически-зональные пироксенит-дунитовые массивы Урала. Екатеринбург: Изд-во УрГУ, 1997. 487 с.

Иванов О.К. Влияние серпентинизации на состав минералов платиновой группы КЗУМ Урала // Уральский геологический журнал. 1999. № 6 (12). С. 107-117.

Иванов О.К., Бегизов В.Д. Акцессорные платиноиды пироксенит-дунитовых массивов Платиноносного пояса Урала // Новые и малоизученные минералы и минеральные ассоциации Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986. С. 5-7.

Иванов О.К., Бегизов В.Д. $PtCu_3$, изоферроплатина, туламинит // Минералогия Урала. Элементы. Карбиды. Сульфиды. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. С. 40, 23-32, 37-40.

Кашин С.А., Козак С.С., Николаева Л.А., Тихомиров К.П. Минералогические и петрохимические особенности пород платиноносной формации Среднего Урала и некоторые закономерности распространения коренной платины. М.: Гостехиздат. 1956. 113 с.

Cabri L.J., Owens D.R., Laflamme J.H.G. Tulameenite, a new platinum-iron-copper mineral from placer in the Tulameen river area, British Columbia // Can. Miner., 1973. Vol. 12. P. 21-25.

Cabri L.J., Genkin A.D. Re-examination of Pt alloys from lode and placer deposits, Urals // Canad. Mineral., 1991. Vol. 29. P. 419-425.