



Федеральное агентство научных организаций
Российская академия наук, Отделение наук о Земле
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии
Российской академии наук (ИГЕМ РАН)
Российский фонд фундаментальных исследований
Российское минералогическое общество, Московское отделение
Межведомственный комитет по рудообразованию Отделения наук о Земле РАН
Министерство природных ресурсов и экологии РФ
Научно-учебный Центр «Минеральные ресурсы»

**Месторождения стратегических металлов:
закономерности размещения,
источники вещества,
условия и механизмы образования**

Материалы конференции



Москва, 2015

**УДК 553.3
ББК 26.0
М 53**

Месторождения стратегических металлов: закономерности размещения, источники вещества, условия и механизмы образования. Всероссийская конференция, посвящённая 85-летию ИГЕМ РАН. Москва, 25-27 ноября 2015 г. Материалы докладов. М.: ИГЕМ РАН, 2015. 336 с.

ISBN 978-5-88918-040-1

Сборник содержит материалы докладов научной конференции, посвящённой месторождениям стратегических металлов, которая проходила в ИГЕМ РАН (Москва) с 25 по 27 ноября 2015 г. Представлены доклады на следующие темы: «Металлогения месторождений стратегических металлов», «Источники вещества месторождений стратегических металлов», «Физико-химические условия образования руд месторождений стратегических металлов», «Формы нахождения и закономерности распределения стратегических металлов на месторождениях» и «Колчеданные месторождения – геология, минералогия и генезис (к 125-летию И.Ф. Григорьева)».

Материалы докладов публикуются в авторской редакции с минимальной редакторской правкой.

Материалы изданы при финансовой поддержке Федерального агентства научных организаций и Российского фонда фундаментальных исследований (проект 15-05-20984г).

Редколлегия:

Н.Н. Акинфиев, И.В. Викентьев, А.В. Волков, В.А. Коваленкер, О.Ю. Плотинская, М.А. Юдовская
Ответственный редактор – академик Н.С. Бортников

ISBN 978-5-88918-040-1

© ИГЕМ РАН, 2015
© Коллектив авторов, 2015

Минералы платиноидов Верх-Нейвинского массива офиолитовых гипербазитов (Средний Урал) – новые минеральные фазы и формы нахождения МПГ

Варламов Д.А.¹, Мурзин В.В.²

¹ ИЭМ РАН, dima@iem.ac.ru; ² ИГГ УрО РАН, murzin@igg.uran.ru

Верх-Нейвинский массив офиолитовых гипербазитов (Средний Урал) расположен в 70 км севернее г. Екатеринбург). Массив является зональным по структуре, в нем выделяются два основных комплекса: более древний «внутренний» дунит-гарцбургитовый (возраст – O_3-S_1) и более поздний «внешний» полосчатый дунит-клинопироксенит-габбровый (возраст – S_2-D_2). Основным источником минералов МПГ наиболее вероятно служат мелкие тела хромитов, приуроченные к внутренней части массива. Находки минералов МПГ непосредственно в породах и рудах массива очень редки, поэтому главным объектом исследований стали зерна минералов МПГ из современных и олигоцен-плиоценовых россыпей.

Детальное описание минералогии золота и основных типов минеральных фаз МПГ из россыпей массива сделано в работах (Мурзин и др., 1999; Баданина и др., 2013), здесь же сообщаются последние аналитические данные по находкам новых фаз МПГ либо с ранее не описанными в литературе составами, либо не диагностированными ранее для россыпей в обрамлении Верх-Нейвинского массива.

Среди минералов МПГ массива выделяются две генетических ассоциации: (1) первичные, представленные самородными элементами и интерметаллидами рядов (а) Os-Ir-Ru с трендами составов Os-Ir и (Os,Ir)-Ru, а также магматическими сульфидами ряда эрликманит-лаурит; и (б) Pt-Fe-(Cu,Ni)-(Rh,Ir,Pd) сплавы и пентландиты с высокими (до 14 вес.%) содержаниями МПГ, сопровождается широким рядом новообразованных элементов, интерметаллидов, стибнидов, арсено- и сульфостибнидов, германидов и германо-арсенидов, теллуридов, комплексных арсенидов МПГ (преимущественно Pd, Rh, Ir), пюмбидов в виде вростков, сростаний, включений в минералы первых типов.

Таблица 1 Ранее не описанные в литературе или вновь найденные фазы МПГ (рис. 1)

Самородные элементы и интерметаллиды	(1) Os-Ir-Ru – в сложных каймах в зонах ирарситового и эрликманит-лауритового составов встречаются выделения вновь образованных химически чистых Os и (реже) Ir и Ru размером 10-30 мк, а также фазы устойчивого состава OsIr₂ – до 50 мк. В матрице рутениридоосмина встречаются гомогенные включения до 20-30 мк родиевого аналога тетраферроплатины – RhFe . (2) Pt-Fe-(Cu,Ni) – в медистой платине установлены гомогенные выделения до 20-30 мк Pt-аналога нильсенита – Cu₃Pt и промежуточные фазы состава Cu₃(Pd,Pt) ; Fe-содержащего скергаардита PdCu . Включения минералов золота от практически чистого Au до Ag₂Au₃ или медистого (7-10% Cu) золота, а также новообразованной химически чистой Pt . В никелистой «ферроплатине» выявлены иридиевые аналоги «ферроплатины» (FeIr₂ и Fe(Ir,Pt)₂)
Сульфиды	Встречены обогащенные платиноидами пентландиты: до 14% Ir, до 11% Rh
Сульфоарсениды	В коррозионно-реакционных каймах встречены зоны до 10-30 мк, сложенные практически чистыми руарситом RuAsS , осарситом OsAsS и холлингвортитом RhAsS ; фазы ряда платарсит PtAsS - холлингвортит встречены в форме включений и сростков в индивидах «ферроплатины».
Германиды и германо-арсениды	Включения до 25 мк в высокомедистой «ферроплатине» германиевых минералов состава (Pd_{1.5}Rh_{0.6})_{2.1}(Ge_{0.5}As_{0.5}) с примесью теллур до 2-3%, также (Pd_{1.6}Pt_{0.4})₂(Ge_{0.7}As_{0.3}) вплоть до стехиометричного (Pd,Rh)₂Ge .
Стибниды и сульфостибниды	В каймах осмиридов найден толковит IrSbS (до 200 мк). В качестве каемок и включений до 10-30 мк в зернах никелисто-медистой тетраферроплатины выявлены фазы составов (Cu,Ni)Pd₂Sb и CuRh₂Sb , рядов RhSb–(Rh,Ru)Sb–(Rh,Ni)Sb , фазы RhNiSb₂ , CuPtSb , разнообразные вариации стибнидов платины и палладия Pd_xSb_y и Pt_xSb_y .
Арсениды	В медистой «ферроплатине» выявлены Rh-аналог меньшековита – Rh₃Ni₂As₃ , арсениды Rh₄PdAs₃ и RhPdAs . В никелистой «ферроплатине» установлены включения, отвечающие меньшековиту Pd₂Ni₆As₃ , маякиту PdNiAs и его родиевому аналогу (Pd,Rh_{>0.5})NiAs . Наряду с часто встречающимся сперрилитом PtAs₂ найдены его высокородиевые аналоги (Rh_{>0.7}, Pt)As₂ .
Арсено-антимониды	В виде индивидов до 130 мк и включений в «ферроплатине» - изомертиит Pd₁₁As₂Sb₂ (а также каймы по нему фазы Pd₉(As,Sb)₂Hg₃). В никелистой «ферроплатине» вместе с звягинцевитом выявлена фаза состава Pd₉PbAsSb .
Теллуриды	С германо-арсенидами встречены фазы состава Pd₃BiTe₂ и Pd₃Te_{0.7}(Sb,Ge)_{0.3}
Плюмбиды	В никелистой «ферроплатине» в ассоциации с изомертиитом, серебристым золотом, арсенидами палладия и никеля встречены звягинцевит Pd₃Pb и фаза состава Pd₉PbAsSb

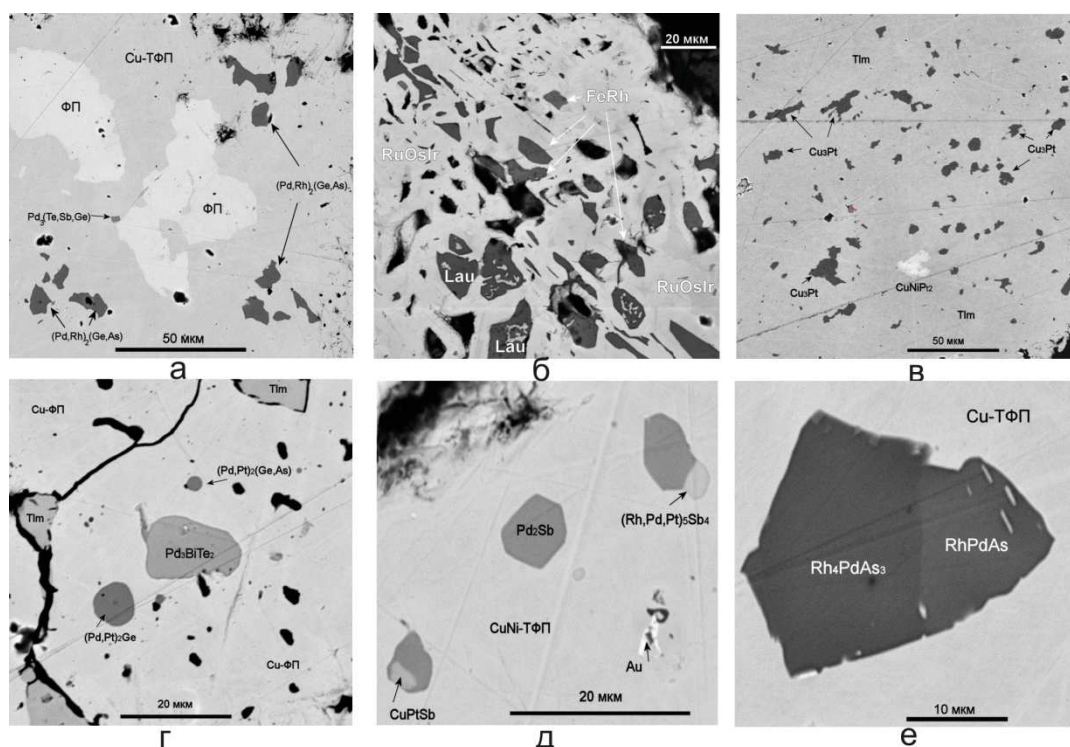


Рис.1 Минеральные фазы МПГ (ТФП – тетраферроплатина, ФП - ферроплатина): (а) германиды и германоарсениды в Cu-ТФП; (б) Rh-аналог ТФП (RhFe) в Os-Ir-Ru, Lau - лаурит; (в) Pt-аналог нильсенита (Cu_3Pt) в туламините (Tim); (г) германиды и висмутотеллурид Pd в Cu-«ферроплатине»; (д) стибниды Pd-Pt и золото в CuNi-ТФП; (е) Rh-Pd арсениды в Cu-ТФП.

Основная доля индивидов Pt-Fe состава представлена сплавами железистой платины («ферроплатины») с составом, близким $\text{Pt}_2\text{Fe}(\pm\text{Cu},\text{Ni})$, обычно содержащими структуры распада в виде пластин (Cu,Ni)-тетраферроплатины. «Ферроплатина» обрастает каймами высокомедистой тетраферроплатины вплоть до туламинита, реже встречается никелистая «ферроплатина» вплоть до ферроникельплатины. Часть «ферроплатины» и тетраферроплатины обогащена иридием (до 8 мас.%, редко – до 27 мас.%) и сурьмой (до 7%); (2) вторичные, представленные хорошо сохранившимися в россыпях каймами мощностью до 300 мкм на зернах МПГ первичных ассоциаций (более характерен для группы Os-Ir-Ru), сложенными сульфидами, арсенидами и сульфoarсенидами, сульфo- и арсеностибнидами, регенерированными чистыми металлами и интерметаллидами МПГ. Комплекс вторичных минералов МПГ сформирован в процессах коррозии зерен первичных парагенезисов, иногда замещая их нацело, и обрастания их вновь образованными фазами. Каймы имеют хорошо выраженную зональность: арсениды и сульфoarсениды Ir, Os, Ru в смеси с осмием → смесь сульфoarсенидов и сульфидов → сульфиды, сульфостибниды и новообразованные интерметаллиды - OsIr_2 или чистые Os и Ru → многозональные идиоморфные лаурит-эрликманиты.

Различные фазы Os-Ir-Ru состава встречаются в виде включений в минералах группы Pt-Fe-(Cu,Ni), причем иногда осмириды несут следы коррозии. Обратные соотношения обнаруживаются существенно реже, что может указывать на более поздний генезис минералов группы Pt-Fe.

В составе комплекса включений и сростков и в каймах первичных платиноидов встречен ряд фаз МПГ, ранее не описанных как для массива, так и в литературе. Как правило, они имеют относительно небольшой размер (десятки – сотни микрон), выглядят гомогенными и имеют устойчивые стехиометрические составы. Первичные Os-Ir-Ru индивиды содержат небольшое количество включений и сростков (интерметаллиды, сульфиды, арсениды), зато зачастую обрастают значительными вторичными каймами. Индивиды же группы платины, наоборот, несут широкий спектр включений, структур распада твердых включений, сростков, обрастаний, но гораздо реже имеют выраженные каймы новообразованных минералов МПГ.

Литература:

- Баданина И.Ю., Малич К.Н., Мурзин В.В., Хиллер В.В., Глатватских С.П. (2013) Минералого-геохимические особенности платиноидной минерализации Верх-Нейвинского дунит-гарцбургитового массива (Средний Урал, Россия) // *Труды Института геологии и геохимии акад. А.Н. Заварицкого УрО РАН*. Вып. 160. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН. 188-192.
- Мурзин В.В., Сустанов С.Г., Мамин Н.А. (1999) Золотая и платиноидная минерализация россыпей Верх-Нейвинского массива альпинотипных гипербазитов (Средний Урал). Екатеринбург: УГГА, 93 с.