

Оригинальная статья / Original article
УДК: 553.068.51(571.54)

РОССЫПНАЯ ПЛАТИНА ДЖИДИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ)

© Д.А. Орсоев¹

¹Геологический институт СО РАН,
Российская Федерация, Республика Бурятия, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6.

РЕЗЮМЕ. Целью данной статьи является изучение минералов элементов платиновой группы (ЭПГ) из золотоносных россыпей бассейна р. Мырген-Шено, определение их химического состава и минералого-геохимического типа ассоциации. Выявление возможного коренного источника минералов ЭПГ для дальнейшего изучения и выработки критериев поиска. **Методы.** Минералы ЭПГ извлекались из тяжелых шлихов с помощью отмывки в воде. Полученная фракция дочичалась под бинокулярной лупой. Состав платиноидов изучался на электронном микроскопе LEO-1430 с последующим количественным определением на рентгеновском микроанализаторе MAP-3. **Результаты.** Установлено, что среди первичных минералов ЭПГ наибольшим распространением пользуются твердые растворы Os-Ir-Ru (67 об. %), значительно меньше распространены твердые растворы Os-Ir-Ru-Pt (20 об. %) и незначительно – вторичные платиноиды, представленные сульфидами и сульфоарсенидами Os, Ir и Ru. Сплавы Os-Ir-Ru по составу соответствуют осмию, рутению и рутениридосмину, а сплавы Os-Ir-Ru-Pt отвечают иридию. По набору видового и химического составов минералов ЭПГ исследованные россыпи относятся к рутениридосминовому минералого-геохимическому типу. Сульфиды представлены эрлихманитом, который характеризуется высокими содержаниями Ir (до 27%). В виде каемок по Os-Ir-Ru сплавам отмечается развитие неизвестной фазы состава (Os,Ir,Ru)₃AsS. Выявленные россыпи рутениридосминового типа пространственно расположены в районе развития пород офиолитовой ассоциации Джидинской зоны каледонид. **Выводы.** Среди минералов ЭПГ в золотоносных россыпях (Джидинский рудный район) преобладают тугоплавкие минералы системы Ru-Ir-Os, характерные для районов развития реститовых гипербазитов офиолитовых ассоциаций. Коренными источниками этих минералов, скорее всего, являются массивы ультраосновных пород Барун-Нарынской группы Бугуриктайской офиолитовой ассоциации. Сульфиды и сульфоарсениды Os, Ir, Ru возникли предположительно при наложении более поздних гидротермальных процессов.

Ключевые слова: золотоносные россыпи, минералы ЭПГ, типы ассоциаций, гипербазиты.

Формат цитирования: Орсоев Д.А. Россыпная платина Джидинского рудного района (Республика Бурятия) // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле Российской академии естественных наук. Геология, разведка и разработка месторождений полезных ископаемых. 2017. Т. 40. № 1. С. 32–41.

ALLUVIAL PLATINUM OF THE DZHIDA ORE DISTRICT (REPUBLIC OF BURYATIA)

D.A. Orsoev

Geological Institute, SB RAS,
6a, Sakhyanova St., Ulan-Ude, 670047.

ABSTRACT. The purpose of this paper is to study the minerals of platinum group elements (PGE) from gold-bearing alluvial deposits of the Myrgen-Sheno river basin, to determine their chemical composition and the type of mineralogical-geochemical association, to identify the potential ore body of PGE minerals for further study and development of searching criteria. **Methods.** Heavy mineral concentrates were washed in water in order to extract the PGE minerals. The obtained fraction was additionally cleaned under the binocular microscope. The LEO-1430 electronic microscope was used to study the platinoids composition and their quantitative estimation was performed

¹Орсоев Дмитрий Анатольевич, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, тел.: 8 (3012) 434035, e-mail: magma@gin.bscnet.ru

Dmitry A. Orsoev, Candidate of Geological and Mineralogical sciences, Senior Researcher, tel.: 8 (3012) 434035, e-mail: magma@gin.bscnet.ru

by the MAP-3 X-ray microprobe analyzer. **Results.** It is found that Os-Ir-Ru solid solutions (67 vol. %) prevail among the primary PGE minerals. Os-Ir-Ru-Pt (20 vol. %) are much less abundant and the occurrence of secondary platinumoids represented by Os, Ir and Ru sulfides and sulfide arsenides is insignificant. The composition of Os-Ir-Ru alloys corresponds to osmium, rhenium and Ru-Ir-Os, while Os-Ir-Ru-Pt alloys correspond to iridium. The facies and chemical composition of PGE minerals allow to refer the investigated alluvial deposits to a Ru-Ir-Os mineralogical and geochemical type. Sulfides are presented by erlichmanite, which is characterized by the high concentrations of iridium (up to 27%). It is noted that an unknown phase of $(Os, Ir, Ru)_3AsS$ composition develops in the form of hems on Os-Ir-Ru alloys. The revealed Ru-Ir-Os type alluvial deposits are located in the region of the ophiolite association rocks of the Dzhida Caledonide zone. **Conclusions.** Among the PGE minerals in the gold-bearing alluvial deposits of the Mirgen-Sheno River and the Ivanovsky Creek (Dzhida ore district) High-melting minerals of the Ru-Ir-Os system typical for the development areas of ophiolite association restite ultrabasites prevail among the PGE minerals in the gold-bearing alluvial deposits of the Myrgen-Sheno river and the Ivanovsky stream (Dzhida ore district). Apparently, the original sources for these minerals are ultrabasic rock massifs of the Barun-Naryn group of the Buguriktai ophiolite association. The occurrence of Os, Ir, Ru sulfides and sulfide arsenides was probably caused by the interference of subsequent hydrothermal processes.

Keywords: gold-bearing alluvial deposits (placers), platinum group elements (PGE) minerals, types of associations, ultrabasites

For citation: Orsoev D.A Alluvial platinum of the Dzhida ore district (Republic of Buryatia). Proceedings of the Siberian Department of the Section of Earth Sciences of the Russian Academy of Natural Sciences. Geology, Exploration and Development of Mineral Deposits. 2017, vol. 40, no. 1, pp. 32–41. (In Russian).

Введение

Находки минералов элементов платиновой группы (ЭПГ) в золотоносных россыпях Джидинского рудного района Республики Бурятия известны давно [1]. Первые сведения о «шлиховой платине» этого района относятся к концу XIX в., когда началась добыча россыпного золота. Платиновые металлы в сравнительно небольших количествах были обнаружены в россыпях системы левого притока р. Джиды – рч. Хамней с притоками Куты, Дархинтуем и др. Из числа правых притоков Джиды россыпная платина как постоянная примесь в шлиховом золоте была обнаружена на приисках Ивановском по рч. Тарбагатайка (левому притоку р. Мырген-Шено) и Алевтиновском по реке Мырген-Шено. По отношению к золоту примесь «россыпной платины» здесь оценивалась до 1–2% [1]. К тем временам относятся и первые находки самородков «осмистого иридия». Так, на Ивановском прииске был найден самородок весом более 3 г.

В настоящей статье приводятся результаты изучения «шлиховой платины» из золотоносных россыпей по р. Мырген-Шено и ее левому притоку Ивановскому.

Полученные данные, по нашему мнению, могут представлять определенный интерес с точки зрения оценки перспектив района на дальнейшее изучение и выработки критериев на поиски коренных и россыпных месторождений платины.

Материалом для минералогических исследований послужили шлиховые концентраты, любезно предоставленные автору геологом Ю.А. Моргуновым. Расположение указанных россыпей в пределах Джидинского рудного района показано на рис. 1.

Краткая геологическая характеристика района

Согласно современным построениям [2, 3], район бассейна р. Мырген-Шено состоит из трех крутопадающих (50–80°) на северо-восток аллохтонных тектонических пластин. Между собой они разделяются зонами тектонического меланжа различной мощности. Северо-восточная часть района сложена мощными карбонатно-терригенными отложениями флишоидной толщи верхнего кембрия, относящейся к Долон-Модонской пластине (рис. 2). Среди пород толщи преобладают песчаники, часто с карбонатным цементом, а также филлитовидные

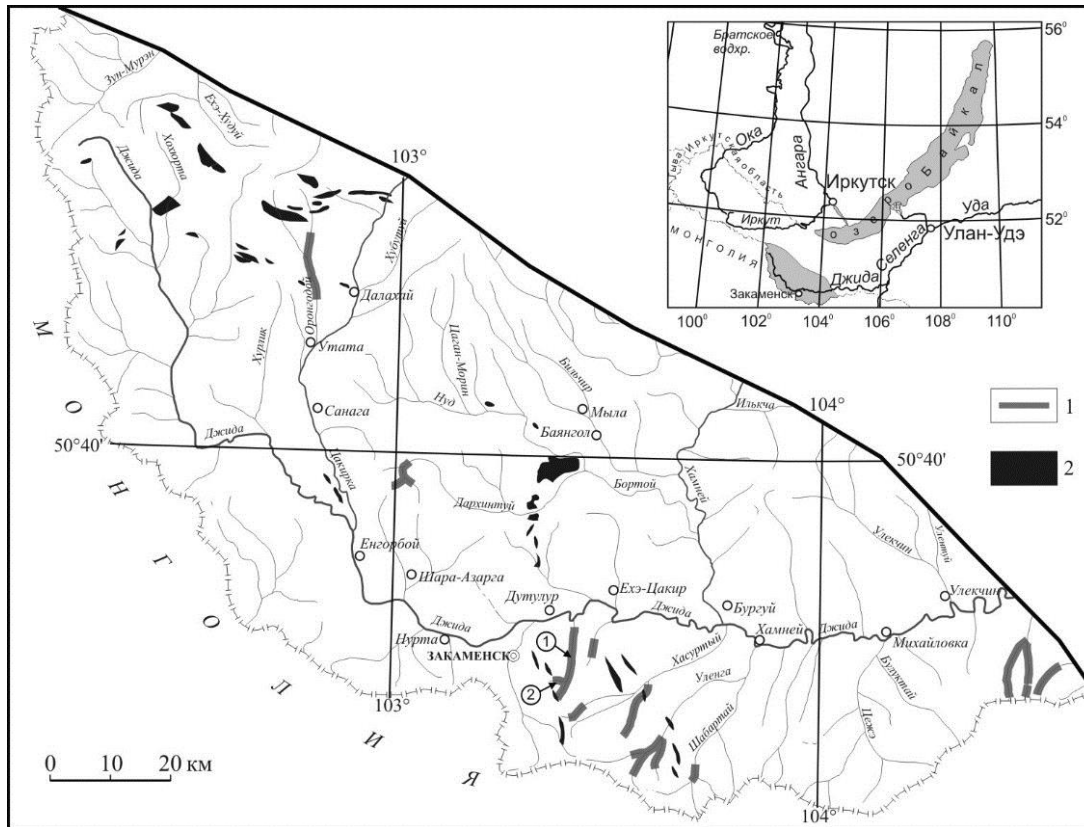


Рис. 1. Схема расположения золотоносных россыпей и базит-гипербазитовых массивов в пределах Джидинского рудного района:

1 – золотоносные россыпи по рекам и ручьям; 2 – базит-гипербазитовые массивы.

Цифры в кружочках: 1 – россыпь по р. Мырген-Шено, 2 – россыпь по рч. Ивановскому

Fig. 1. Scheme of gold-bearing placers and basite-hyperbasite massifs location within the Dzhida ore district:

1 – gold placers along rivers and streams; 2 – basite-hyperbasite massifs.

Figures in circles: 1 – placer along the Myrgen-Sheno river, 2 – placer along the Ivanovsky stream

сланцы, алевролиты и песчаные известняки. Местами в осадочных породах отмечаются конгломераты небольшой мощности. Далее выделяется туфотурбидитовая толща Ивановской тектонической пластины. Она сложена преимущественно туфами андезитобазальтов, туффитами и другими терригенными отложениями. На юго-западной ее границе вдоль контакта с вендскими массивами гипербазитов цакирского офиолитового комплекса наблюдается сложная зона тектонитов, включающая блоки раннекембрийских известняков, серпентинитов, туфотурбидитов и андезитобазальтов.

Породы юго-западной части района

относятся к Бугуриктайской тектонической пластине и представлены главным образом венд-раннекембрийскими низкохромистыми толеитовыми базальтами и андезитобазальтами. На всем протяжении ее юго-западной границы пластина прорвана гранитоидами джидинского комплекса. Пластина разбита серией продольных и поперечных разломов, которые вмещают цепочку вытянутых гипербазитовых массивов Барун-Нарынской группы Бугуриктайской офиолитовой ассоциации.

Методика исследования

Минералы ЭПГ извлекались из тяжелых шлихов с помощью отмывки в воде. Полученная фракция очищалась



Рис. 2. Схема геологического строения бассейна р. Мырген-Шено (составлена по данным [3]):
 1 – четвертичные отложения; 2 – верхнепалеозой-мезозойские гранитоиды нерасчлененные;
 3 – карбонатно-терригенные отложения флишовой джидинской толщи верхнего кембрия;
 4 – вулканогенно-осадочные образования туфотурбидитовой хасуртинской толщи верхнего кембрия-ордовика; 5 – среднекембрийские гранитоиды джидинского комплекса; 6 – раннекембрийская карбонатная толща; 7 – венд-раннекембрийские низкохромистые толеитовые базальты, андезитобазальты; 8 – вендские базит-гипербазиты Барун-Нарынской группы Бугуриктайской офиолитовой ассоциации; 9–11 – тектонические нарушения: 9 – тектонический меланж, 10 – крупные надвиги и взбросы (а – установленные, б – погребенные); 11 – прочие разрывные нарушения; 12 – элементы залегания

Fig. 2. Scheme of the geological structure of the Myrgen-Sheno river basin (based on the data of [3]):
 1 – Quaternary sediments; 2 – Upper Paleozoic-Mesozoic undivided granitoids;
 3 – carbonate-terrigenous deposits of the flyschoid Dzhida formation of the Upper Cambrian;
 4 – volcanogenic-sedimentary formations of the tuff-turbidite Hasurtyi stratum of the upper Cambrian-Ordovician; 5 – Middle Cambrian granitoids of the Dzhida formation; 6 – Early Cambrian carbonate formation; 7 – Vendian-Early Cambrian low-chromium tholeiitic basalts, andesite basalts;
 8 – Vendian basite-hyperbasites of the Barun-Naryn group of the Buguriktai ophiolitic association;
 9–11 – tectonic disturbances: 9 – tectonic melange, 10 – large thrusts and faults (a – identified, b – buried); 11 – other faults; 12 – elements of occurrence

под бинокулярной лупой. Зерна платиноидов изучались в цементно-полированных шлифах на сканирующем электронном микроскопе LEO-1430 с энергодисперсионным спектрометром Inca Energy-300 с последующим количественным

определением состава на рентгеновском микроанализаторе MAP-3 (аналитик С.В. Канакин). Условия микрозондового анализа: ускоряющее напряжение – 20 кВ, ток зонда – 50 нА, диаметр зонда – до 2 мкм, время набора рентгеновских

импульсов – 20–40 с. В качестве эталонов использовались чистые металлы или сульфиды. Учет тормозной составляющей фона осуществлялся расчетным методом на основе зависимости интенсивности тормозного излучения от эффективного атомного номера образца и длины волны. Учет наложений элементов на аналитические линии (Ir на Os и Cu; Ru и Rh на Pd; Pd на Rh) производился в итерационном процессе вычисления поправок на матричные эффекты [4]. Пределы обнаружения элементов зависели как от статистики счета, так и от наличия наложений на аналитические линии и составляли при уровне значимости 99% в среднем: Pt, Ir – 0,45%; Os – 0,2%; Pd, Ru, Rh, As, Cu, Ni – 0,1%; Fe – 0,06%.

Результаты исследований

Проведенное нами изучение минералов ЭПГ с оценкой количественных соотношений их видового состава показало, что среди первичных минералов ЭПГ наибольшим распространением пользуются твердые растворы Os-Ir-Ru (67 об. %), значительно меньше распространены твердые растворы Os-Ir-Ru-Pt (20 об. %) и незначительно – вторичные платиноиды, представленные сульфидами и сульфидарсенидами Os, Ir и Ru.

По классификации А.Г. Мочалова [5] россыпные проявления рч. Ивановского и р. Мэрген-Шено относятся к рутениридосминовому минералого-геохимическому типу. Зерна гексагональных твердых растворов Os-Ir-Ru широко варьируют по химическому составу (табл. 1), образуя взаимный изоморфный ряд (рис. 3) с максимумом по Os 60,4 мас. %, а по Ru – 34,5 мас. %. Согласно современной классификации Д. Харриса и Л. Кабри [6], по составу они соответствуют осмию, рутению и рутениридосмину. Во всех сплавах Os-Ir-Ru постоянно присутствует в заметных количествах Pt (1,2–5,5 мас. %) и в незначительных – Fe (0,1–0,4 мас. %). Кроме того, в рутении фиксируется небольшая примесь Rh (до 0,3 мас. %).

Сплавы Os-Ir-Ru-Pt по классификации Д. Харриса и Л. Кабри [6] отвечают иридию. Этот минерал по сравнению со сплавами Os-Ir-Ru характеризуется в целом низкими содержаниями Ru, более высокими содержаниями Ir и Pt, а также повышенными концентрациями Fe и Rh (см. табл. 1).

Сульфиды представлены эрлихманитом. Встречается он крайне редко и образует мелкие включения (0,02–0,06 мм), реже каймы в Os-Ir-Ru и Os-Ir-Ru-Pt сплавах. Состав эрлихманита характеризуется высокими содержаниями Ir (табл. 2, анализ 1) и на классификационной диаграмме $IrS_2 - OsS_2 - RuS_2$ попадает в поле эрлихманита, обогащенного Ir-миналом. Кроме того, в виде каемок по Os-Ir-Ru-сплавам отмечается развитие неизвестной фазы состава $(Os, Ir, Ru)_3AsS$ (табл. 2, анализ 2). В целом эти минералы не характерны для рутениридосминовой ассоциации и в данном случае возникли, вероятнее всего, при гидротермальном изменении первичного парагенезиса платиновых минералов.

Обсуждение результатов

Как считает большинство исследователей, для россыпей с рутениридосминовым типом ассоциаций и рутениевым трендом состава в складчатых областях отчетливо проявляется пространственная связь с реститовыми (альпинотипными) гипербазитовыми телами офиолитовых поясов, в которых акцессорная платиновая минерализация генетически связана с хромититами [5, 7–10 и др.]. Наиболее известными примерами проявлений данного типа являются россыпи Британской Колумбии, островов Тасмания, Папуа – Новая Гвинея, Хоккайдо; Восточного и Западного Саяна, Енисейского кряжа, Кузнецкого Алатау, Полярного Урала, Корякского нагорья. В более редких случаях коренным источником рутениридосминовой ассоциации могут быть гипербазиты железистого типа [11].

Таблица 1

Химический состав твердых растворов Os-Ir-Ru и Os-Ir-Ru-Pt
 из аллювиальных россыпей рч. Ивановского и р. Мэрген-Шено, мас. %

Table 1

Chemical composition of Os-Ir-Ru and Os-Ir-Ru-Pt solid solutions
 from alluvial placers of the Ivanovsky stream and the Myrgen-Sheno river, wt. %

Номер анализа / Analysis no.	Pt	Ru	Ir	Os	Rh	Fe	Ni	Сумма / Total
Осмий / Osmium								
1	1,34	0,97	35,68	60,40	–	0,11	–	98,64
Рутениридосмин / Iridosmine ruthenium								
2	3,84	13,91	38,31	41,75	–	0,44	–	98,41
3	1,19	18,07	44,05	34,94	–	0,39	–	98,64
4	4,05	21,76	35,65	37,51	–	0,15	–	99,12
Рутений / Ruthenium								
5	2,54	23,89	29,89	40,24	0,31	0,23	–	97,10
6	2,41	25,29	36,22	33,90	–	0,22	–	98,04
7	3,39	26,09	32,61	35,13	0,26	0,28	–	97,76
8	5,51	30,37	28,78	32,88	0,20	0,21	–	97,95
9	1,29	33,10	32,03	31,66	–	0,15	–	98,23
10	3,17	34,55	29,35	30,48	–	0,26	–	97,81
Иридий / Iridium								
11	9,37	0,88	53,14	35,69	0,37	1,33	–	100,78
12	5,49	1,27	60,92	28,95	0,30	1,03	0,22	98,18
13	4,63	1,61	60,99	30,77	–	0,79	–	99,09

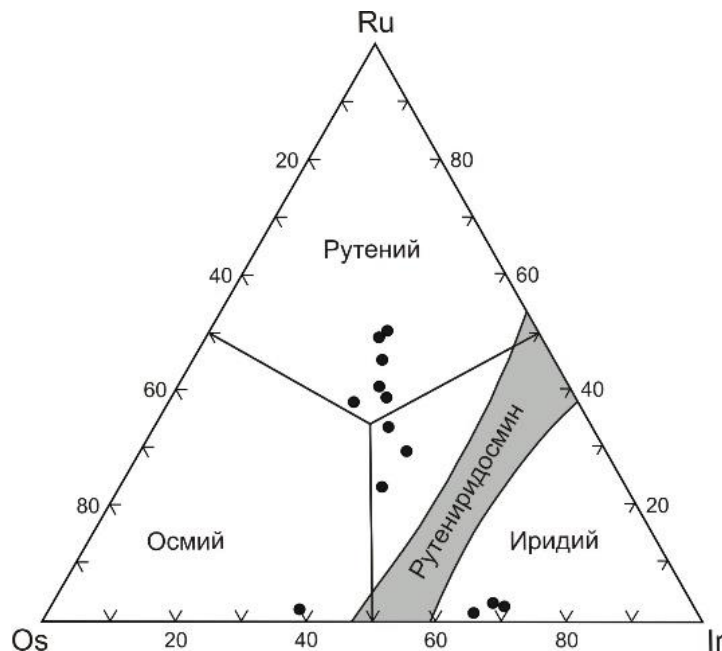


Рис. 3. Составы самородных осмия, рутения, иридия и рутениридосмина
 из россыпей рч. Ивановского и р. Мэрген-Шено на классификационной диаграмме [6]
 Fig. 3. Compositions of native osmium, ruthenium, iridium and rutheniridosmine originated
 from the Ivanovsky stream and the Mergen-Sheno river on the classification diagram [6]

Таблица 2

Химический состав эрлихманита и неизвестной фазы (сульфоарсенид)
из аллювиальных россыпей рч. Ивановского и р. Мэрген-Шено, мас. %

Table 2

Chemical composition of erlichmanite and an unknown phase (sulfoarsenide) from
the alluvial placers of the Ivanovsky stream and the Myrgen- Sheno river, wt. %

Номер анализа / Analysis no.	Pt	Ru	Ir	Os	Fe	Ni	Cu	As	S	Сумма / Total
1	–	8,77	27,05	33,60	0,29	–	–	1,48	27,75	98,94
2	0,78	8,22	35,33	38,25	–	0,11	0,27	13,16	6,01	102,13

Кристаллохимические формулы минералов:

– анализ 1: иридиевый эрлихманит – $(Os_{0,41}Ir_{0,33}Ru_{0,20}Fe_{0,01})_{0,95}(S_{2,00}As_{0,05})_{2,05}$;

– анализ 2: неизвестная фаза – $(Os_{1,21}Ir_{1,10}Ru_{0,49}Pt_{0,02})_{2,82}As_{1,05}S_{1,12}$.

Crystallochemical formulas of minerals:

– analysis 1: iridium erlichmanite – $(Os_{0,41}Ir_{0,33}Ru_{0,20}Fe_{0,01})_{0,95}(S_{2,00}As_{0,05})_{2,05}$;

– analysis 2: an unknown phase – $(Os_{1,21}Ir_{1,10}Ru_{0,49}Pt_{0,02})_{2,82}As_{1,05}S_{1,12}$.

В нашем случае выявленные россыпи рутениридосминового типа пространственно расположены в районе развития пород офиолитовой ассоциации и в частности гипербазитовых массивов Барун-Нарынской группы Бугуриктайской офиолитовой ассоциации. Как было отмечено выше, они наблюдаются в виде цепочек серпентинитовых тел в зонах меланжа по границе Ивановской и Бугуриктайской пластин, а также в зонах продольных разломов внутри мощной толщи метавулканитов Бугуриктайской пластины (см. рис. 2).

Прямым свидетельством связи твердых растворов Os-Ir-Ru и Os-Ir-Ru-Pt с гипербазитами такого типа являются их находки в хромититах гипербазитовых массивов Ильчирского офиолитового пояса в Восточном Саяне [12–14].

Выводы

1. Среди минералов ЭПГ в золотоносных россыпях р. Мырген-Шено и рч. Ивановского (Джидинский рудный район)

преобладают тугоплавкие минералы системы Ru-Ir-Os, характерные для районов развития хромитоносных гипербазитов офиолитовых ассоциаций [5, 8].

2. Коренными источниками этих минералов, скорее всего, являются массивы ультраосновных пород Бугуриктайской офиолитовой ассоциации (Барун-Нарынская группа).

3. Характер развития сульфидов и сульфоарсенидов Os, Ir, Ru свидетельствует о более позднем их развитии при наложении гидротермальных процессов, связанных, вероятно, с интрузиями кислого состава.

Автор признателен Ю.А. Морзуну за предоставленные для исследования пробы тяжелых шлихов, С.В. Канакину – за проведение аналитических работ и Д.В. Гороховскому – за оформление картографического материала.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН № 1.4 П.

Библиографический список

1. Высоцкий Н. К. Платина и районы ее добычи: Обзор месторождений вне Урала. Л.: Изд-во АН СССР, 1933. 240 с.

References

1. Vysotskii N. K. *Platina i raiony ee dobychi: Obzor mestorozhdenii vne Urala* [Platinum and its mining regions: outside

2. Гордиенко И.В., Филимонов А.В., Минина О.Р., Горнова М.А., Медведев А.Я., Климук В.С., Елбаев А.Л., Томуртоого О. Джидинская островодужная система Палеоазиатского океана: строение и основные этапы геодинамической эволюции в венде-палеозое // Геология и геофизика. 2007. Т. 48. № 1. С. 120–140.

3. Кузьмин М.И., Гордиенко И.В., Альмухамедов А.И., Антипин В.С., Баянов В.Д., Филимонов А.В. Палеоокеанические комплексы Джидинской зоны каледонид // Геология и геофизика. 1995. Т. 36. № 1. С. 3–18.

4. Канакин С.В., Карманов Н.С., Лапина М.И. Алгоритм учета фона в рентгеноспектральном микроанализе с волновой дисперсией // Тезисы докладов III Всерос. и VI Сибирской конф. по рентгеноспектральному анализу. Иркутск, 1998. С. 66.

5. Мочалов А.Г. Минеральные ряды минералого-геохимических типов россыпей платиноидов (основа локального прогноза) // Геология и генезис месторождений платиновых металлов. М.: Наука, 1994. С. 225–234.

6. Harris D.C., Cabri L.J. Nomenclature of platinum-group-element alloys: review and revision // Can. Mineral. 1991. V. 29. P. 231–237.

Urals deposit review]. Leningrad, Akademiya Nauk Soyuzo Sovetskikh Sotsialisticheskikh Respublik Publ., 1933, 240 p.

2. Gordienko I.V., Filimonov A.V., Minina O.R., Gornova M.A., Medvedev A.Ia., Klimuk V.S., Elbaev A.L., Tomurtogoo O. *Dzhidinskaia ostrovoduzhnaia sistema Paleoaziatskogo okeana: stroenie i osnovnye etapy geodinamicheskoi evoliutsii v vende-paleozoe* [The Dzhida island arc system of the Paleoasian ocean: structure and main stages of geodynamic evolution in the Vendian-Paleozoic]. *Geologiya i geofizika* [Geology and geophysics], 2007, vol. 48, no. 1, pp. 120–140. (In Russian).

3. Kuz'min M.I., Gordienko I.V., Al'mukhamedov A.I., Antipin V.S., Baianov V.D., Filimonov A.V. Paleookeanicheskie komplekсы Dzhidinskoi zony kaledonid [Paleoceanic complexes of the Dzhida zone of Caledonides]. *Geologiya i gefizika* [Geology and Geophysics], 1995, vol. 36, no. 1, pp. 3–18. (In Russian).

4. Kanakin S.V., Karmanov N.S., Lapina M.I. *Algoritm ucheta fona v rentgenospektral'nom mikroanalize s volnovo dispersiei* [The algorithm of background metering in the X-ray spectral microanalyses with the wavelength dispersion]. *Tezisy dokladov III Vserossiiskoi i VI Sibirskoi konferentsii po rentgenospektral'nomu analizu* [Abstracts of the III All-Russian and VI Siberian Conference on X-ray spectral analyses] Irkutsk, 1998, 66 p. (In Russian).

5. Mochalov A.G. *Mineral'nye riady mineralogo-geokhimicheskikh tipov rossypei platinoidov (osnova lokal'nogo prognoza)* [Mineral series of the mineralogical and geochemical types of the platinum alluvial deposits (local prediction basis)]. *Geologiya i genezis mestorozhdenii platinykh metallov* [Geology and genesis of platinum metal deposits]. Moscow, Nauka Publ., 1994, pp. 225–234. (In Russian).

6. Harris D.C., Cabri L.J. Nomenclature of platinum-group-element alloys: review and revision. *Can. Mineral*, 1991, v. 29, pp. 231–237.

7. Агафонов Л.В., Лхамсурэн Ж., Борисенко А. С., Жмодик С.М. Россыпная платинометальная минерализация Монголии // Доклады РАН. 2001. Т. 378. № 4. С. 526–529.

8. Кривенко А.П., Толстых Н.Д., Нестеренко Г.В., Лазарева Е.В. Типы минеральных ассоциаций платиноидов в золотоносных россыпях Алтае-Саянской складчатой области // Геология и геофизика. 1994. Т. 35. № 1. С. 70–78.

9. Makeev A.B., Kononkova N.N., Kruplia E.A., Chernukha F.P., Brianchaninova N.I. Платиноиды в аллювии севера Урала и Тимана – ключ к коренным источникам платины // Доклады РАН. 1997. Т. 352. № 5. С. 663–666.

10. Рудашевский Н.С., Костоянов А.И., Рудашевский В.Н. Минералогические и изотопные свидетельства происхождения массивов альпинотипной формации (на примере Усть-Бельского массива, Корякское нагорье) // Записки РМО. 1999. Ч. 128. № 4. С. 11–27.

11. Кривенко А.П., Глотов А.И., Толстых Н.Д. Состав платиновых минералов и вопросы платиноносности Алтае-Саянской складчатой области // Новосибирск: Изд-во ИГиГ СО РАН СССР, 1990. 27 с.

7. Agafonov L.V., Lkhamsuren Zh., Borisenko A. S., Zhmodik S.M. *Rossypnaia platinometal'naia mineralizatsiia Mongolii* [Alluvial platinum metal mineralization of Mongolia]. *Doklady Rossiiskoi Akademii Nauk* [Reports of the Russian Academy of Sciences], 2001, vol. 378, no. 4, pp. 526–529. (In Russian).

8. Krivenko A.P., Tolstykh N.D., Nesterenko G.V., Lazareva E.V. *Tipy mineral'nykh assotsiatsii platinoidov v zolotonosnykh rossypiakh Altae-Saianskoj skladchatoi oblasti* [Types of platinoid mineral association in goldbearing placers of the Altai-Sayan region]. *Geologiya i geofizika* [Geology and geophysics], 1994, v. 35, no. 1, pp. 70–78.

9. Makeev A.B., Kononkova N.N., Kruplia E.A., Chernukha F.P., Brianchaninova N.I. *Platinoidy v alluvii severa Urala i Timana – kliuch k korennyim istochnikam platiny* [Platinum group minerals in alluvium of the Northern Urals and Timan: the key to primary sources of platinum]. *Doklady Rossiiskoi Akademii Nauk* [Reports of the Russian Academy of Sciences], 1997, vol. 352, no. 5, pp. 663–666. (In Russian).

10. Rudashevskii N.S., Kostoianov A.I., Rudashevskii V.N. *Mineralogicheskie i izotopnye svidetel'stva proiskhozhdeniia massivov al'pinotipnoi formatsii (na primere Ust'-Bel'skogo massiva, Koriakskoe nagor'e)* [Mineralogical and isotope evidences of the origin of alpinotype formation massifs (on example of the Ust-Belsk massif of the Koriak Upland)] *Zapiski Rossiiskogo mineralogicheskogo obshchestva* [Russian Mineral Society notes], 1999, vol. 128, no. 4, pp. 11–27. (In Russian).

11. Krivenko A.P., Glotov A.I., Tolstykh N.D. *Sostav platinovykh mineralov i voprosy platinonosnosti Altae-Saianskoj skladchatoi oblasti* [Platinum minerals composition and the problems of platinum mineralization of the Altai-Sayan fold area]. *Novosibirsk, Institut geologii i geofiziki Sibirskogo otdeleniya Rossiiskoi Akademii Nauk Soyuza Sovetsskikh Sotsialisticheskikh*

12. Жмодик С.М., Агафонов Л.В., Миронов А.Г., Очиров Ю.Ч., Жмодик А.С., Карманов Н.С., Цимбалист В.Г. Уникальная платинометальная и Ni-минерализация в офиолитах Оспинско-Китойского района (Восточный Саян) // Доклады РАН. 2000., Т. 373. № 1. С. 73–77.

13. Киселева О.Н., Жмодик С.М., Дамдинов Б.Б., Агафонов Л.В., Белянин Д.К. Состав и эволюция платиновой минерализации в хромитовых рудах Ильчирского офиолитового комплекса (Оспино-Китойский и Харанурский массивы, Восточный Саян) // Геология и геофизика. 2014. Т. 55. № 2. С. 333–349.

14. Орсоев Д.А., Толстых Н.Д., Кислов Е.В. Минерал состава $PtCu_3$ из хромитов Оспинско-Китойского гипербазитового массива (В. Саян) // Записки РМО. 2001. Ч. 130. № 4. С. 61–71.

Respublik Publ., 1990, 27 p.

12. Zhmodik S.M., Agafonov L.V., Mironov A.G., Ochirov Iu.Ch., Zhmodik A.S., Karmanov N.S., Tsimbalist V.G. *Unikal'naia platinometal'naia i Ni-mineralizatsiia v ofiolitakh Ospinsko-Kitoiskogo raiona (Vostochnyi Saian)* [Unique platinum and Ni-mineralization in the Ospa-Kitoy region ophiolites (Eastern Sayan)]. *Doklady Rossiiskoi Akademii Nauk* [Reports of the Russian Academy of Sciences], 2000, vol. 373, no 1, pp. 73–77. (In Russian).

13. Kiseleva O.N., Zhmodik S.M., Damdinov B.B., Agafonov L.V., Belianin D.K. *Sostav i evoliutsiia platinovoi mineralizatsii v khromitovykh rudakh Il'chirskogo ofiolitovogo kompleksa (Ospino-Kitoiskii i Kharanurskii massivy, Vostochnyi Saian)* [Composition and evolution of platinum mineralization in the chromite ores of the Ilchir ophiolite complex (Ospa-Kitoy and Kharanur massifs (Eastern Sayan)]. *Geologiya i geofizika* [Geology and Geophysics], 2014, vol. 55, no. 2, pp. 333–349. (In Russian).

14. Orsoev D.A., Tolstykh N.D., Kislov E.V. *Mineral sostava $PtCu_3$ iz khromitov Ospinsko-Kitoiskogo giperbazitovogo massiva (V. Saian)* [Mineral of $PtCu_3$ composition from the Ospa-Kitoy hyperbasite massif (Eastern Sayan)]. *Zapiski Rossiiskogo mineralogicheskogo obshchestva* [Russian Mineral Society notes], 2001, vol. 130, no. 4, pp. 61–71. (In Russian).

Статья поступила 20.01.2017 г.
The article was received 20.01.2017.