

Часть 6. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПЛАТИНОИДОВ

В. В. Мурзин, А. Ю. Кисин, И. Ю. Баданина, К. Н. Малич
Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург
murzin@igg.uran.ru

Минералы платиновой группы в россыпях Мурзинского гранитогнейсового массива на Среднем Урале и проблема индикаторной роли состава Os-Ir-Ru минералов

Дунит-гарцбургитовые массивы и связанные с ними хромитовые и платиноидные типы оруденения на Среднем Урале локализуются в нескольких поясах субмеридионального простирания (рис. 1). В тектоническом плане массивы западного пояса приурочены к Серовско-Маукскому разлому и зоне сочленения Тагильской и Восточно-Уральской мегазон (Восточно-Тагильский, Верх-Нейвинский и др.), а восточного пояса – к зоне сочленения Восточно-Уральской и Зауральской мегазон (Алапаевский, Режевской, Баженовский и др.). Между этими поясами в пределах Восточно-Уральской мегазоны располагаются крупные массивы гипербазитов (Первомайский, Пышминско-Ключевской, Ключевской), а также их мелкие тела в Мурзинском гранитогнейсовом массиве. Все массивы дренируются водотоками, сопровождающимися россыпями золота и минералов платиновой группы (МПП).

В литературе достаточно полные сведения о видовом и химическом составе МПП приводятся лишь для россыпей западного пояса [Баданина и др., 2013 и др.]. К востоку от него известны ограниченные данные для МПП хромититов Алапаевского и Ключевского массивов. В Алапаевском массиве МПП первичной ассоциации представлены лауритом (RuS_2) и купроиридситом (CuIr_2S_4), а вторичной ассоциации, связанной с процессом серпентинизации – Os-Ir-Ru сплавами [Zaccarini et al., 2016]. В Ключевском массиве МПП представлены лауритом, самородными осмием и рутением, а также эпигенетическими Os-Ir-Ru сульфидами, арсенидами и сульфоарсенидами [Zaccarini et al., 2008].

В статье приводятся новые данные о видовом и химическом составе МПП россыпи р. Глинка, локализованной вблизи контакта Мурзинского гранитогнейсового и Алапаевского гипербазитового массивов. Эти и полученные ранее данные для Нижнеалабашской россыпи [Мурзин и др., 2015] указывают на наличие в россыпях необычного Os-Ir тренда вариаций состава минералов Os-Ir-Ru ассоциации. Целью данной работы является решение проблемы типоморфного значения этого тренда. Морфология и химический состав МПП исследованы в ЦКП «Геоаналитик» (ИГГ УрО РАН) с использованием СЭМ (JEOL-JSM-6390LV, аналитик И. А. Готтман) и рентгеноспектрального микроанализа (СAMEСА SX100, аналитик Д. А. Замятин).

МПП в россыпи р. Глинка представлены минералами Os-Ir-Ru и Pt-Fe ассоциаций. Состав Os-Ir-Ru минералов отвечает самородным Os, Ir и Ru (рис. 2а) с примесями Pt (до 3.2 мас. %) и Rh (до 1.4 мас. %). Большая часть зерен Pt-Fe минералов по стехиометрии соответствует составу изоферроплатины Pt_3Fe (8.3–9.2 мас. % Fe). Отдельные зерна близки к стехиометрии Pt_2Fe и, вероятно, соответствуют железистой

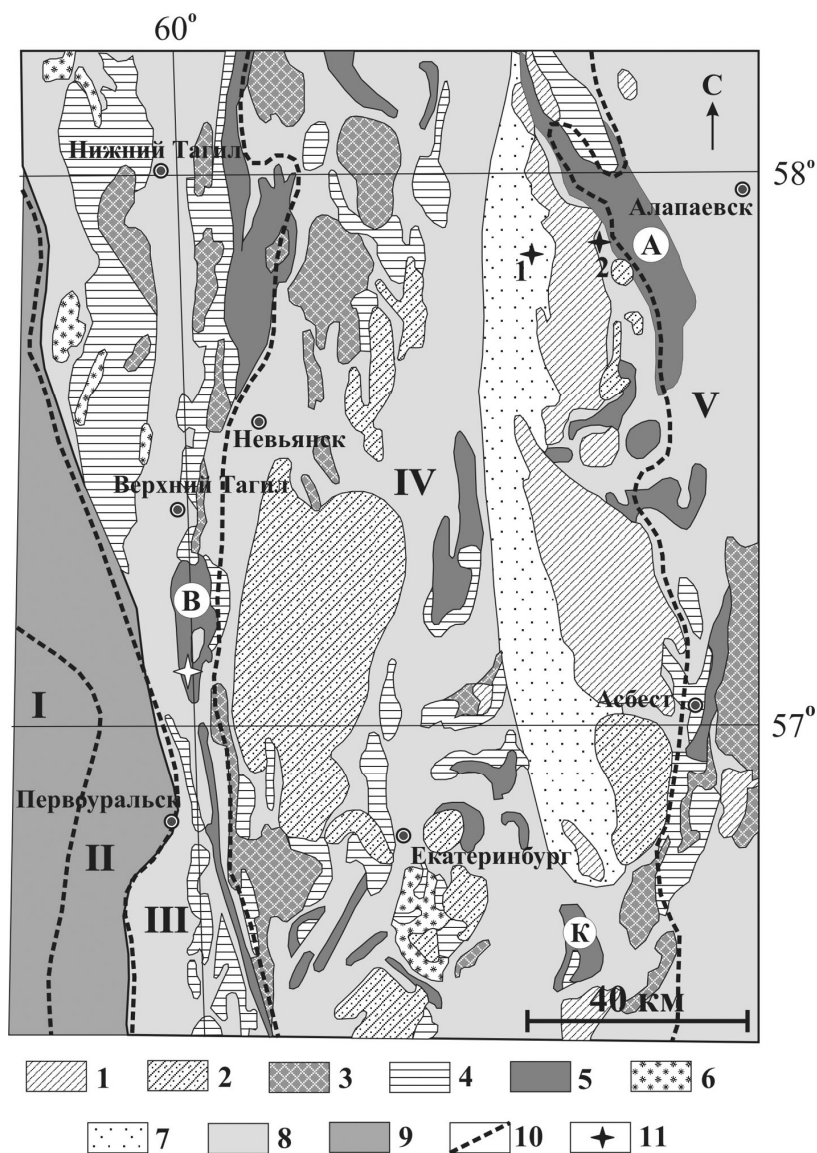


Рис. 1. Положение базит-гипербазитовых массивов на тектонической схеме Среднего Урала (основа взята из тектонической карты Урала 1:1000000, 1983 г.).

1–6 – формации интрузивных пород: 1 – гранитные; 2 – гранодиоритовые; 3 – плагиогранитные; 4 – габбровые; 5 – дунит-гарцбургитовые (массивы: А – Алапаевский, В – Верх-Нейвинский, К – Ключевской); 6 – дунит-клинопироксенитовые; 7 – породы амфиболитовой, амфиболито-гнейсовой, гнейсовой и мигматитовой ассоциаций; 8 – вулканогенно-осадочные породы островодужного сектора Урала; 9 – флишевые, молассовые, терригенно-карбонатные формации континентального сектора Урала; 10 – границы мегазон: I – Западно-Уральская, II – Центрально-Уральская, III – Тагило-Магнитогорская, IV – Восточно-Уральская, V – Зауральская; 11 – россыпи с МПГ (1 – Нижнеалабашский лог, 2 – р. Глинка).

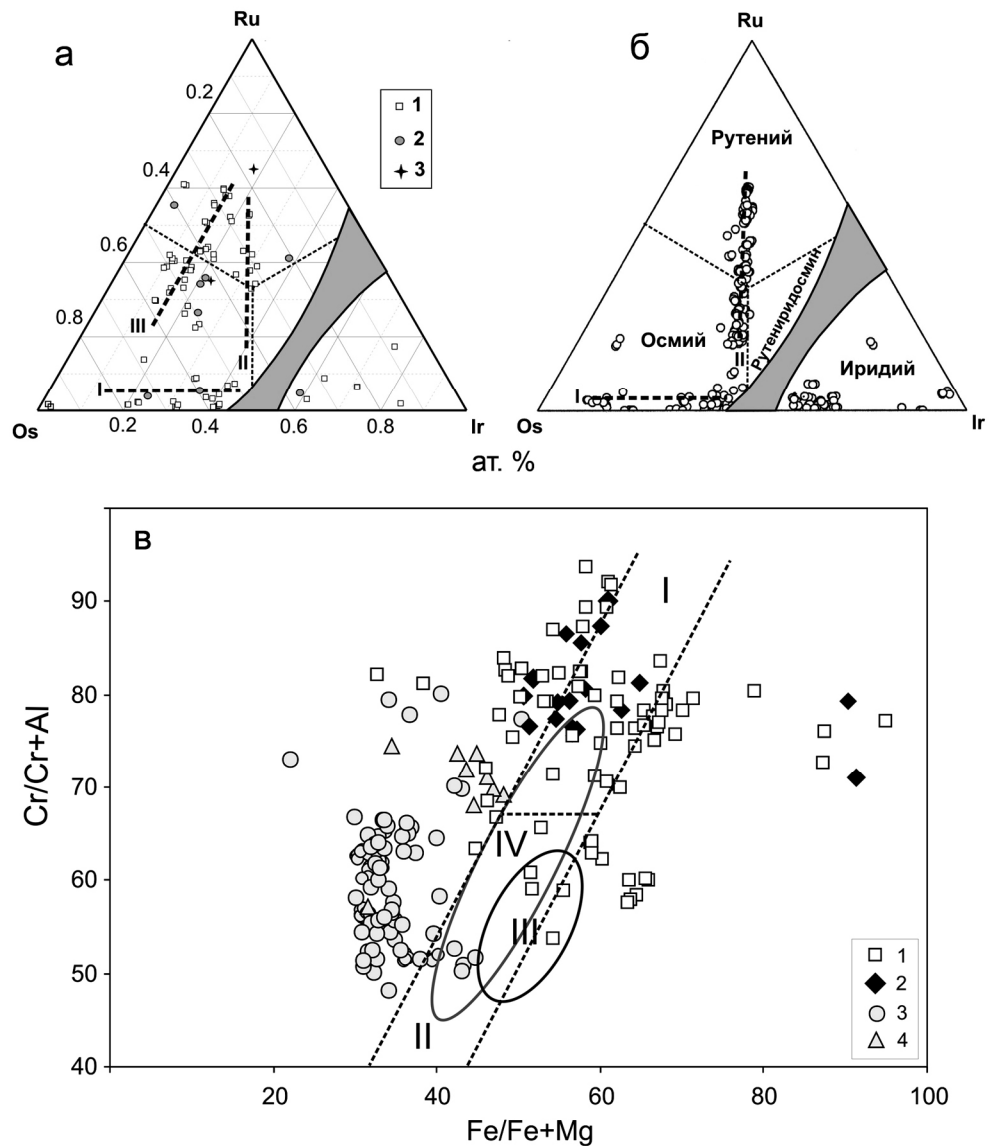


Рис. 2. Составы минералов системы Os-Ir-Ru [Harris, Cabri, 1991] (а, б) и хромшпинелидов из россыпей Алабашского лога (1), р. Глинки (2) и хромититов восточного (3) и западного (4) блоков Алапаевского массива (в): а) Алабашская россыпь (1), россыпь р. Глинка (2) и хромититы Ключевского массива (3) [Zaccarini et al., 2008]; б) россыпи Верх-Нейвинского массива (серое поле – область несмесимости твердых растворов); тренды вариаций составов: I – иридиевый, II – рутениевый, III – осмий-рутениевый; в) поля аксессуарных хромшпинелидов дунитов (I) и гарцбургитов (II) офиолитовых комплексов Урала, а также восточного (III) и западного (IV) блоков Алапаевского массива [Чашухин, Вотяков, 2012].

платине (11.3–12.3 мас. % Fe). Единичные зерна по составу отвечают самородной платине (6.5 мас. % Fe). В заметных количествах в Pt–Fe минералах присутствуют примеси (мас. %) Cu до 1.2, Ir до 3.2, Rh до 2.0, Pd до 1.6 и Os до 0.3.

В отличие от западного пояса гипербазитовых массивов, где вариации Ru–Os–Ir минералов описываются осмиево-иридиевым и рутениевым трендами (рис. 2б) [Баданина и др., 2013], в россыпях Мурзинского гнейсогранитового массива осмиево-иридиевый тренд сочетается с ранее не выделявшимся Os–Ir трендом. В поле составов этого тренда находятся и точки анализов Ru–Os–Ir сплавов из хромититов Ключевского массива (рис. 1а). Различия в составе МПГ в дунит-гарцбургитовых массивах западного пояса и расположенных от него к востоку устанавливаются и по минералам Pt–Fe ассоциации. Кубические Pt–Fe сплавы первичной ассоциации, близкие по составу к изоферроплатине Pt₃Fe, доминируют повсеместно. Тетрагональные же сплавы вторичного парагенезиса (тетраферроплатина PtFe, туламинит Pt₂FeCu, ферроникельплатина Pt₂FeNi) установлены только в россыпях массивов западного пояса, наиболее представительно в Верх-Нейвинском массиве.

Данные о составе Os–Ir–Ru минералов Алапаевского массива в литературе отсутствуют. В то же время, хромшпинелиды этого массива и россыпей р. Глинка и Нижнеалабашского лога существенно различаются (рис. 2в). Следовательно, хромшпинелиды, как, вероятно, и МПГ Алапаевского массива, не могут рассматриваться в качестве источника этого минерала в изученных россыпях. Мы полагаем, что таким источником были тела гипербазитов, локализованные в метаморфических породах Мурзинского массива.

Известно, что пористые Ru–Os–Ir сплавы могут образоваться в результате десульфуризации Ru–Os(–Ir) сульфидов [Stockman, Hlava, 1984; Garuti, Zaccarini, 1997 и др.]. К примеру, в подформных хромититах Тибета [Bai et al., 2000] при десульфуризации минералов ряда лаурит-эрликманит образуются самородные фазы, обогащенные примесями Fe, Ni, Cu и Cr и сохраняющие исходные соотношения Ru, Os и Ir.

Процессы десульфуризации Ru–Os(–Ir) сульфидов также описаны в хромититах полосчатого дунит-верлит-клинопироксенитового комплекса Нуралинского лерцолитового массива на Южном Урале [Малич и др., 2016]. Здесь в результате родингитизации индивиды лаурита подвергаются коррозии с одновременной кристаллизацией тонкодисперсных пористых неоднородных агрегатов, полностью или частично замещающих исходный минерал. На месте лаурита образуется тонкодисперсный агрегат самородных твердых растворов (Ru, Os, Ir, Fe) и серпентина. Соотношения Os, Ir и Ru в валовом составе минеральных агрегатов, замещающих лаурит, соответствуют таковым в исходном лаурите и отвечают осмий-рутениевому тренду составов.

В Малоиремельской россыпи, источником МПГ которой рассматривается Нуралинский массив, отдельные зерна рутения также отвечают составу Os–Ru тренда [Зайков и др., 2016]. Предполагается, что изменение состава первичных МПГ с потерей Ir обусловлены воздействием поздних гидротермальных флюидов. Псевдоморфное замещение кристаллов первичного лаурита под воздействием водного метаморфизма с последующим термальным метаморфизмом выявлено в хромититах комплекса Лома Байя в Мексике [González-Jiménez et al., 2015]. В результате метаморфизма лаурит превращается в пористый агрегат с большим количеством мелких Ru(–Os–Ir) минеральных фаз.

Установленные ранее [Мурзин и др., 2015] различия химического состава Os-Ir-Ru минералов в восточном и западном поясах развития дунит-гарцбургитовых массивов на Среднем Урале подтверждаются новыми данными по МПГ россыпей западного обрамления Алапаевского массива. При этом сам Алапаевский массив вряд ли был поставщиком МПГ и хромшпинелидов в россыпи. Изученные Ru-Os-Ir минералы из россыпей имеют монокристаллическое строение и соответствуют по химическому составу осмию и рутению (см. рис. 2) с низким содержанием примесных элементов. По этим признакам их следует отнести к первичной Ru-Os-Ir ассоциации, характеризующейся Os-Ru трендом. Отличия химического состава минералов первичной Ru-Os-Ir ассоциации на Среднем Урале, вероятно, отражают разную первичную природу ультраосновных пород и хромититов, вмещающих платиноидную минерализацию.

Исследование выполнено в рамках государственного задания по НИР № 0393-2016-0017 и при поддержке РФФИ (проект № 18-05-00988-а).

Литература

Баданина И. Ю., Малич К. Н., Мурзин В. В., Хиллер В. В., Главатских С. П. Минералого-геохимические особенности платиноидной минерализации Верх-Нейвинского дунит-гарцбургитового массива (Средний Урал, Россия) // Ежегодник–2012. Труды ИГГ УрО РАН. Вып. 160. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2013. С. 188–192.

Зайков В. В., Мелекесцева И. Ю., Котляров В. А., Зайкова Е. В., Крайнев Ю. Д. Сростки минералов ЭПГ в Миасской россыпной зоне (Южный Урал) и их коренные источники // Минералогия. 2016. № 4. С. 31–47.

Малич К. Н., Аникина Е. В., Баданина И. Ю., Белоусова Е. А., Пушкарев Е. В., Хиллер В. В. Вещественный состав и осмиевая изотопия первичных и вторичных ассоциаций минералов платиновой группы магнезиальных хромититов Нуралинского лерцолитового массива (Ю. Урал, Россия) // Геология рудных месторождений. 2016. Т. 58. № 1. С. 3–22.

Мурзин В. В., Кисин А. Ю., Варламов Д. А. Минералы платиновой группы из россыпи Мурзинско-Адуйского гранитоидного комплекса и их возможные источники // Минералогия. 2015. № 1. С. 34–48.

Чащухин И. С., Вотяков С. Л. Ультрамафиты Алапаевского массива (Средний Урал): петрология, геохимия, хромитоносность // Литосфера. 2012. № 4. С. 140–157.

Bai W., Robinson P. T., Fang Q., Yang J., Yan B., Zhang Z., Xu-Feeng Hu, Zhou M.-F., Malpas J. The PGE and base metal alloys in the podiform chromitites of the Luobusa ophiolite, Southern Tibet // Canadian Mineralogist. 2000. Vol. 38. P. 585–598.

Garuti G., Zaccarini F. In situ alteration of platinum-group minerals at low temperature: evidence from serpentinised and weathered chromitite of the Vourinos complex, Greece // Canadian Mineralogist. 1997. Vol. 35. P. 611–626.

González-Jiménez J. M., Reich M., Camprubí A., Gervilla F., Griffin W. L., Colás V., O'Reilly S. Y., Proenza J. A., Pearson N. J., Centeno-García E. C. Thermal metamorphism of mantle chromitites and the stability of noble metal nanoparticles // Contributions to Mineralogy and Petrology. 2015. Vol. 170. Article 15.

Harris D. C., Cabri L. J. Nomenclature of platinum-group-element alloys: review and revision // Canadian Mineralogist. 1991. Vol. 29. P. 231–237.

Stockman H. W., Hlava P. F. Platinum-group minerals in alpine chromitites from southwestern Oregon // Economic Geology. 1984. Vol. 79. P. 491–508.

Zaccarini F., Pushkarev E., Garuti G. Platinum-group element mineralogy and geochemistry of chromitite of the Kluchevskoy ophiolite complex, Central Urals (Russia) // Ore Geology Reviews. 2008. Vol. 33. P. 20–30.

Zaccarini F., Pushkarev E., Garuti G., Kazakov I. Platinum-group minerals and other accessory phases in chromite deposits of the Alapaevsk ophiolite, Central Urals, Russia // Minerals. 2016. Vol. 6. № 4. 108.