

Включения в минералах платиновой группы россыпного узла Адамсфилд и гипербазитового массива Хезлвуд Ривер, Тасмания**А.В. Кутырев¹, В.С. Каменецкий¹, Л.Ю. Крючкова²**¹ *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: anton.v.kutyrev@gmail.com*² *Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург*

Многие современные объяснения образования хромититов офиолитовых гипербазитов предполагают взаимодействие между расплавом и породой, смешение расплавов, или же оба этих процесса [4]. К числу причин, которые заставили исследователей обратиться к таким моделям, относятся: (1) неспособность объяснить фракционной кристаллизацией огромное, относительно оливина, количество хромита, (2) крайне сложная морфология хромититовых тел, не позволяющая объяснить их образование гравитационным накоплением, и (3) присутствие в хромите силикатных включений, отличающихся высоким содержанием SiO₂, Na, K, H₂O и ряда других компонентов относительно вмещающей минерализацию ультрамафической породы. Последний пункт особенно интересен, ведь рядом работ было показано, что аналогичные включения встречаются и в минералах платиновой группы (МПГ) офиолитовых хромититов. В частности, в коренных хромитовых рудах Корякского нагорья были обнаружены зёрна минералов системы Os-Ir-Ru, содержащие включения амфиболов [1, 2]. В этих работах были сделаны выводы о связи Os-Ir-Ru минерализации с поздне- или постмагматическими водными флюидами. Примерно в то же время вышла статья, посвящённая включениям в Os-Ir-Ru минералах россыпного узла Адамсфилд, Тасмания [5]. Авторы этой работы описали включения оливина и двух ортопироксенов (низко- и высококальциевого), проинтерпретировав их как результат твердофазного захвата. В последующем они сделали вывод о прямой кристаллизации МПГ из бонинитового расплава, содержавшего фенокристы оливина и ортопироксена [5].

Россыпной узел Адамсфилд – единственный в мире объект, на котором Os, Ir и Ru добывались в качестве основного, а не попутного компонента. В период между 1910 и 1950 гг. здесь было суммарно добыто 964 кг Os, Ir и Ru [5, 6, 7]. Вероятным источником для минералов является расположенный на незначительном удалении массив офиолитовых гипербазитов Хезлвуд Ривер Комплекс, в хромититах которого были установлены высокие содержания Os, Ir, Ru и Pt (до 1.7, 1.8, 2.0 и 0.5 г/т соответственно), однако сами минералы платиновой группы установлены не были [5].

Настоящая работа ставит следующие задачи: (а) охарактеризовать коренные МПГ в хромититах и сравнить их с минералами россыпей; (б) на современном уровне исследовать силикатные включения в МПГ и рассмотреть их с точки зрения современных представлений об образовании аналогичных включений в хромшпинелиде офиолитовых гипербазитов [3].

Изученная коллекция представлена сотнями зёрен, размер которых колеблется от десятых долей до первых миллиметров. Около 9/10 из них приходится на Os-Ir-Ru минералы, остальные – на изоферроплатину. Изученные зёрна слабоокатаны, у некоторых выражена кристаллическая огранка, в редких случаях встречаются срастания с хромитом (рис. 1а). Средний состав самородного осмия – 52.9 мас. % Os, 41.2 мас. % Ir и 6.4 мас. % Ru, вариации незначительны. Другие минералы системы Os-Ir-Ru – самородный иридий и самородный рутений – встречаются значительно реже. Самородный иридий образует включения в самородном осмии (рис. 1б, г), а самородный рутений встречен исключительно в виде ориентированных включений в изоферроплатине. Другие минералы представлены лауритом, ирарситом,

холлингвортитом, сульфидами родия и арсенидом родия и палладия. В целом, минеральная ассоциация МПГ россыпного узла Адамсфилд отличается удивительным единообразием составов главных и крайне скудным набором редких минералов.

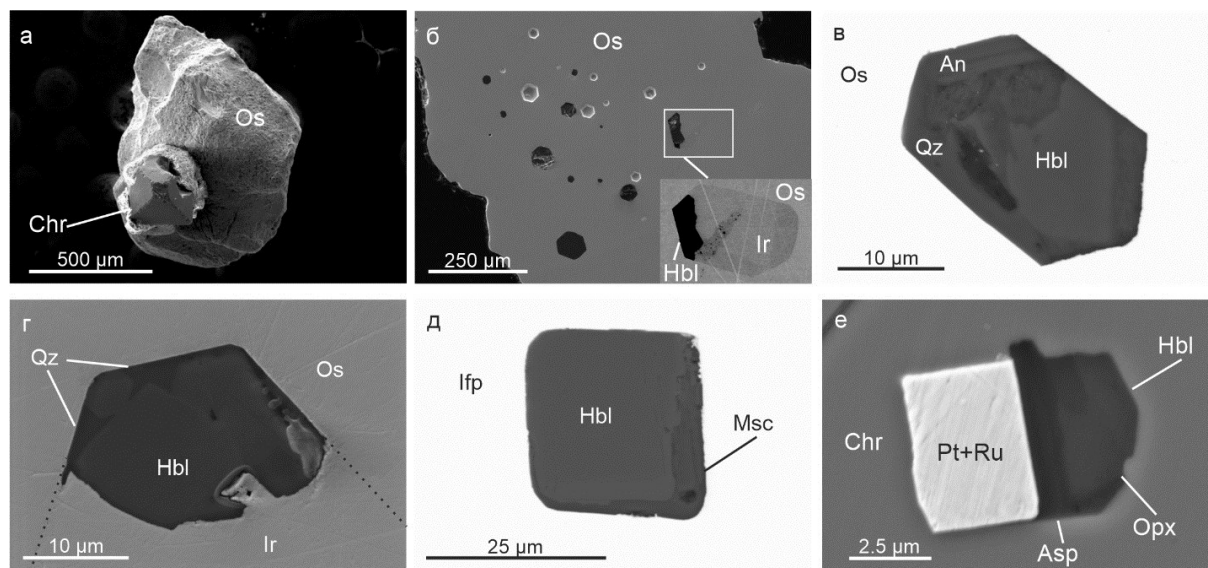


Рис. 1. Зёрна МПГ из россыпного узла Адамсфилд (а-д) и хромититов Хезлвуд Ривер Комплекс (е). Изображения в обратно-рассеянных (в, д) и вторичных (все остальные) электронах. На изображении «г» пунктиром обозначена граница между самородным осмием и самородным иридием. Аббревиатуры минералов: Os – самородный осмий, Chr – хромит, Ir – самородный иридий, Hbl – роговая обманка, Qz – кварц, An – анортит, Ifp – изоферроплатина, Msc – мусковит, Asp – аспидолит, Орх – ортопироксен.

Более половины изученных россыпных зёрен содержат полиминеральные включения. Большая их часть в сечении имеет гексагональную форму, соответствующую симметрии самородного осмия, вероятно, отвечая отрицательным кристаллам (рис. 1б-г). Микротомографические исследования позволяют говорить о неравномерности распределения включений в пределах отдельных зёрен (рис. 2). Оливин образует отдельные включения округлой формы и не встречается совместно с другими силикатами, хотя есть и зёрна, в которых можно рядом увидеть полиминеральное и оливиновое включения. Наряду с минералами, установленными предшественниками (ортопироксеном и оливином), в состав включений могут входить амфибол, по составу отвечающий паргаситу, кварц, альбит, анортит и слюды. При этом, амфибол и кварц слагают подавляющее большинство включений, встречаясь значительно чаще ортопироксена или оливина. В нескольких случаях, амфибол-кварцевое включение выполняет только часть гексагональной пустоты в самородном осмии, а другая её часть выполнена самородным иридием (рис. 1б, г). Подобные взаимоотношения указывают на сингенетичность образования самородного иридия и амфибол-кварцевых включений. Кроме того, полиминеральные включения были обнаружены в изоферроплатине (рис. 1д). В этом случае, они имеют в сечении прямоугольную форму, что соответствует кубической симметрии изоферроплатины. Состав их отличается от включений в осмии большей ролью натриевых минералов. Например, в пределах одного зерна было встречено два включения контрастного состава: амфибол+кварц+альбит и амфибол+нефелин (рис. 1д).

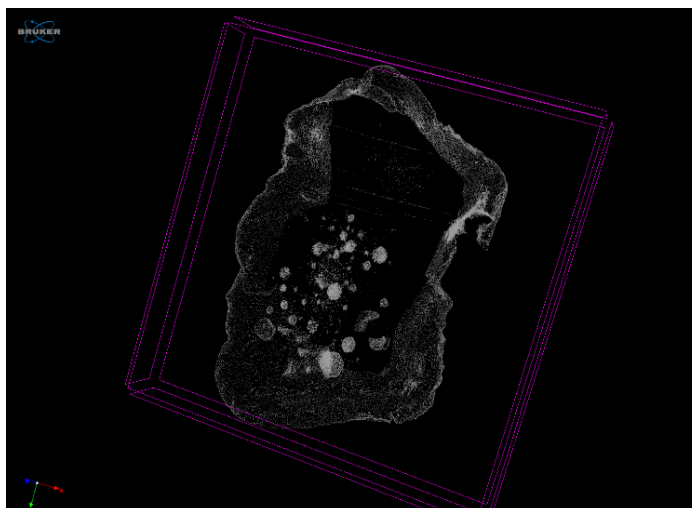


Рис. 2. Распределение включений в зерне самородного осмия, полученное методом рентгеновской микротомографии. Размер зерна – 1.5 мм по длинной оси.

В хромититах массива Хезлвуд Ривер Комплекс встречены включения МПГ размером в первые микрометры (рис. 1е). Они представлены срастаниями двух минералов – изоферроплатины и самородного рутения, по морфологии и составу близкими к аналогичным срастаниям из россыпей. Совместно с силикатами (амфибол, аспидолит, ортопироксен) они образуют включения в хромшпинелиде.

Перечисленные особенности МПГ россыпного узла Адамсфилд и Хезлвуд Ривер Комплекс позволяют сделать следующие выводы:

– Обнаружение амфибола, кварца и других минералов, не описанных предшественниками, накладывает ограничение на предложенные ими интерпретации [5].

– Совместное заполнение отрицательных кристаллов водосодержащими силикатами и иридием, а также, сонахождение МПГ и водосодержащих силикатов во включениях из коренных хромититов Хезлвуд Ривер Комплекс свидетельствуют о сингенетичности полиминеральных включений и значительной части МПГ.

– Присутствие высокомагнезиального оливина и полиминеральных включений в пределах одного и того же зерна говорит либо о крайней негомогенности среды, в которой происходила минерализация, либо о многоактности этого процесса. Предложенная для хромититов Омана модель многоактного образования хромититов, подразумевающая, в том числе, и субсолидусную (~600 °С) кристаллизацию хромшпинелида и включений в нём [3], может подсказать правильное направление для интерпретации описанных в настоящей работе минералогических парадоксов.

Материалы, положенные в основу этой работы, попали в наше распоряжение благодаря содействию профессора Дэвида Грина, которому мы искренне благодарны. Большую помощь в подготовке и анализе образцов оказали Майя Каменецкая и Карстен Гёманн. Микротомографические исследования проведены в Ресурсном центре «Рентгенодифракционные методы исследования СПбГУ».

Список литературы

1. *Дмитренко Г.Г., Мочалов А.Г.* О происхождении включений водосодержащих силикатов в платиноидных минералах и хромшпинелидах ультрамафитов // Докл. АН СССР. 1989. Т. 307. № 5. С. 1207-1211.
2. *Мочалов А.Г.* «Шлиховая платина» россыпей Дальнего Востока России. Дисс. докт. геол.-мин. наук. М.: ИГЕМ, 2001. 296 с.
3. *Borisova A.Y., Ceuleneer G., Kamenetsky S. et al.* A new view on the petrogenesis of the Oman ophiolite chromitites from microanalyses of chromite-hosted inclusions // Journal of Petrology. 2012. V. 53. № 12. P. 2411-2440.

4. *González-Jiménez J.M., Griffin W.L., Proenza J.A. et al.* Chromitites in ophiolites: How, where, when, why? Part II. The crystallization of chromitites // *Lithos*. 2014. V. 189. P. 140-158.
5. *Peck D.C., Keays R.R., Ford R.J.* Direct crystallization of refractory platinum-group element alloys from boninitic magmas: Evidence from Western Tasmania // *Australian Journal of Earth Sciences*. 1992. V. 39. № 3. P. 373-387.
6. *Reid A.M.* Osmiridium in Tasmania // *Geological Survey of Tasmania*. 1921. Bulletin 32. 123 p.
7. *Twelvetrees W.H.* The Bald Hill osmiridium field // *Geological Survey of Tasmania*. 1914. Bulletin 17. 14 p.