

**А. В. Кутырев**  
Санкт-Петербургский горный университет,  
г. Санкт-Петербург  
kutyrev.geologist@gmail.com

**Платинометалльная минерализация дунитов  
Снегового концентрически-зонального массива, Корякское нагорье**  
(научный руководитель профессор А. В. Козлов)

Наряду с минералами ранней изоферроплатино-осмий-иридиевой ассоциации в концентрически-зональных дунит-клинопироксенит-габбровых массивах широко распространены минералы более поздней ассоциации – сульфиды, арсениды и интерметаллиды металлов платиновой группы, железа, меди, никеля, кобальта, олова и других элементов. Наиболее полно эти минеральные ассоциации описаны для хорошо изученного Гальмоэнанского массива [Вильданова и др., 2002; Сидоров и др., 2012], в то время как для других, менее изученных массивов, в том числе и массива Снеговой (Матыскен), подобные описания отсутствуют. В ходе полевых работ, проходивших в 2016 г. на Снеговом массиве, автором были отобраны образцы дунитов и хромититов, в которых были встречены минералы обеих ассоциаций. Целью настоящего исследования является характеристика различных МПГ и более распространенных минералов – сульфидов и интерметаллидов ЭПГ и других металлов.

Снеговой массив расположен в пределах Корякского нагорья, в 80 км к западу от бухты Анастасии. Он является самым северным из массивов Корякско-Камчатского платиноносного пояса, его координаты 61°40' с.ш., 171°38' в.д. Массив представляет собой шток размером 2×1.5 км и глубиной 1.0–1.5 км [Вильданова и др., 2002], в центральной части которого обнажаются преобладающие дуниты, по направлению к краевой части сменяющиеся верлитами, клинопироксенитами и габбро. Большая площадь выходов дунитов при незначительном развитии клинопироксенитов и габбро позволяет отнести Снеговой к числу массивов со значительным уровнем эрозионного среза. В дунитах встречаются крайне неравномерно распределенные сегрегации хромшпинелидов, в большинстве случаев содержащие мелкие зерна минералов платиновой группы (МПГ).

МПГ ранней ассоциации представлены изоферроплатиной, кристаллы которой приурочены к межзерновому пространству хромититов, или же образуют идиоморфные включения в хромшпинелиде (рис. 1а). Состав изоферроплатины отличается от идеального Pt<sub>3</sub>Fe: в нем наблюдается постоянный избыток железа (табл. 1). Во многих случаях зерна платины содержат пластинчатые включения иридиевого осмия или мелкие обособления осмистого иридия (см. рис. 1а). Последние, вероятно, представляют собой структуру распада твердого раствора.

Минералы поздней ассоциации приурочены к прожилкам серпентина. Наиболее распространенным из них является кобальтсодержащий пентландит, который часто замещается аварунитом Ni<sub>3</sub>Fe, образующим кайму вокруг его зерен (рис. 1б). Часто пентландит находится в сростании с магнетитом, образование которого сопровождается процессом серпентинизации. Если вблизи серпентиновых прожилков находится хромит, наблюдается его замещение хроммагнетитом. Среди других относительно распространенных минералов этой ассоциации следует отметить самородную медь, в

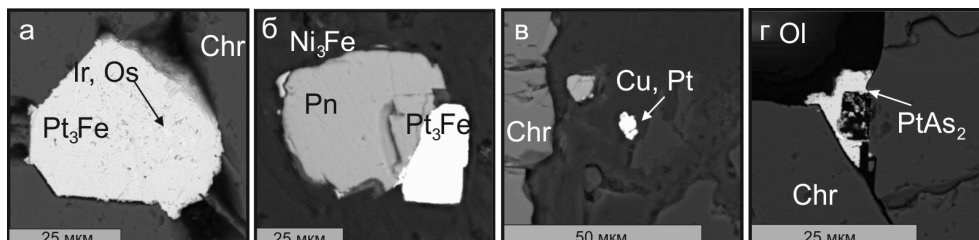


Рис. 1. Изображения МПГ дунитов и хромититов Снегового массива в обратно-рассеянных электронах: а) пористое зерно изоферроплатины с включениями осмистого иридия; б) срастание кубического зерна изоферроплатины с пентландитом, замещаемым аваруитом; в) зерно медистой платины в серпентиновом прожилке; г) сперриллит, предположительно, замещающий платину.

Т а б л и ц а

**Состав аксессуарных минералов дунитов и хромититов  
Снегового массива, мас. %**

| № п/п | S     | Fe    | Co    | Ni    | Ru   | Pd   | Ir   | Pt    | Сум-ма | Минерал  |
|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|--------|--|
| 1     | –     | 10.04 | –     | –     | 0.30 | 0.18 | 0.59 | 88.42 | 99.52  | Изоферроплатина<br>(Pt <sub>2.82</sub> Ir <sub>0.02</sub> Ru <sub>0.02</sub> Pd <sub>0.01</sub> ) <sub>2.87</sub> Fe <sub>1.13</sub> |
| 2     | –     | 10.01 | –     | –     | 0.27 | 0.39 | 0.30 | 88.09 | 99.05  | Изоферроплатина<br>(Pt <sub>2.83</sub> Ir <sub>0.01</sub> Ru <sub>0.02</sub> ) <sub>2.86</sub> Fe <sub>1.14</sub>                    |
| 3     | –     | 10.30 | –     | –     | –    | –    | –    | 88.58 | 98.87  | Изоферроплатина<br>Pt <sub>2.84</sub> Fe <sub>1.16</sub>   |
| 4     | 32.28 | 39.32 | 0.84  | 26.79 | –    | –    | –    | –     | 99.23  | Пентландит<br>(Fe <sub>5.49</sub> Ni <sub>3.56</sub> Co <sub>0.11</sub> ) <sub>9.16</sub> S <sub>7.85</sub>                          |
| 5     | –     | 57.74 | 40.40 | 1.06  | –    | –    | –    | –     | 99.20  | Вайрауит<br>Fe <sub>0.60</sub> Co <sub>0.39</sub> Ni <sub>0.01</sub>   |
| 6     | –     | 27.16 | 1.01  | 70.95 | –    | –    | –    | –     | 99.13  | Аваруит<br>(Ni <sub>2.86</sub> Co <sub>0.04</sub> ) <sub>2.90</sub> Fe <sub>1.10</sub>   |
| 7     | –     | 28.38 | 0.84  | 70.03 | –    | –    | –    | –     | 99.25  | Аваруит<br>(Ni <sub>2.82</sub> Co <sub>0.03</sub> ) <sub>2.85</sub> Fe <sub>1.15</sub>   |

Примечание. Анализы 1, 2 – изоферроплатина из серпентинитового прожилка; 3 – включение изоферроплатины в хромите; 4 – кобальтсодержащий пентландит, 5 – вайрауит, 6 – аваруит, замещающий пентландит. Анализы выполнены в ИВиС ДВО РАН на электронном микроскопе-микроанализаторе Tescan VEGA-3 с энергодисперсионным детектором X-MAX (Oxford), аналитик В. М. Чубаров. Формулы минералов рассчитаны на сумму металлов (ан. 1–3, 5–7) и сумму катионов и анионов (ан. 4).

некоторых случаях образующую графические срастания с пентландитом, пирротин, замещающийся магнетитом, и вайрауит FeCo в срастании с аваруитом. Хотя указанные минералы и встречаются в дунитах, наибольшее их содержание характерно для серпентиновых прожилков, рассекающих хромититы.

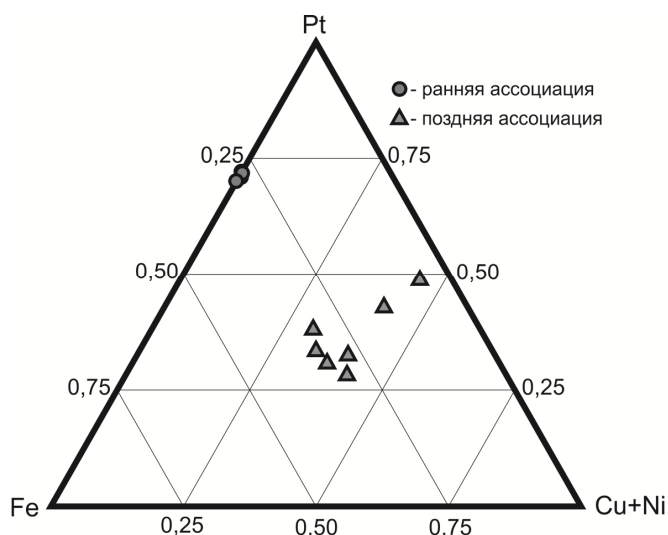


Рис. 2. Тройная диаграмма составов минералов платины дунитов и хромититов Снегового массива.

В поздней ассоциации также встречаются твердые растворы, содержащие элементы платиновой группы (ЭПГ). К их числу относятся: медистая платина (Pt,Cu) (рис. 1в), никелистая платина (Pt,Ni), сперриллит  $PtAs_2$  (рис. 1г) и ирарсит  $IrAsS$ . Размеры

зерен этих минералов и твердых растворов не превышают 10 мкм, при этом они образуют тесные сростания между собой и в ряде случаев обладают пористой структурой. Все это не позволяет получить их точный состав методом микрозондового анализа. Особый интерес представляет локализованное в серпентиновом прожилке зерно изоферроплатины, предположительно кубического габитуса, находящееся в сростании с пентландитом и аваруитом (рис. 1б). Первоначально было высказано предположение о том, что зерно относится к поздней ассоциации. Однако его состав соответствует таковому платины из включений в хромшпинелиде (см. табл.), кроме того, серпентиновый прожилок, в котором оно локализовано, рассекает хромитит. Можно предположить, что это зерно ранней ассоциации, попавшее в прожилок вследствие хрупких деформаций в породе и обросшее затем пентландитом, который на поздней стадии заместился аваруитом.

В заключение отметим, что выявленные минералы ранней ассоциации вполне типичны для дунитов и хромититов массивов урало-аляскинского типа [Генкин, 1997; Вильданова и др., 2002; Сидоров и др., 2012]. Присутствие зерен с включениями осмистого иридия, наряду с избытком железа в изоферроплатине, является признаком массивов со значительной глубиной эрозионного среза [Сидоров, 2009], что согласуется с геологическими данными. Необычайно широким представляется развитие минералов поздней ассоциации – пентландита, аваруита, самородной меди и других, которые были встречены практически в каждом аншлифе.

*Автор выражает благодарность заведующему лабораторией петрологии, геохимии и минералогии ИВиС ДВО РАН д.г.-м.н. Е. Г. Сидорову и В. Ф. Чубарову за помощь в сборе каменного материала, в аналитических работах и за полученные ценные рекомендации.*

## Литература

Вильданова Е. Ю., Зайцев В. П., Кравченко Л. И., Ланда Э. А., Литвинов А. Ф., Марковский Б. А., Мелкомуков В. Н., Мочалов А. Г., Назимова Ю. В., Попруженко С. В., Разумный А. В.

Корякско-Камчатский регион – новая платиноносная провинция России. СПб: ВСЕГЕИ, 2002. 383 с.

*Генкин А. Д.* Последовательность и условия образования минералов платиновой группы в Нижнетагильском дунитовом массиве // Геология рудных месторождений. 1997. Т. 39. № 1. С. 41–48.

*Сидоров Е. Г.* Платиноносность базит-гипербазитовых комплексов Корякско-Камчатского региона // Автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук. Петропавловск-Камчатский: ИВ ДВО РАН, 2009. 46 с.

*Сидоров Е. Г., Козлов А. П., Толстых Н. Д.* Гальмоэнанский базит-гипербазитовый массив и его платиноносность. М.: Научный мир, 2012. 288 с.