

**ОНТОГЕНИЯ МИНЕРАЛОВ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ ЗОНАЛЬНЫХ
УЛЬТРАМАФИЧЕСКИХ МАССИВОВ (СРЕДНИЙ УРАЛ)**

С.Ю. Степанов

*Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург;
Stepanov-1@yandex.ru*

**ONTOGENY OF PLATINUM GROUP MINERALS FROM ZONAL
ULTRAMAFIC MASSIFS (MIDDLE URALS)**

S. Yu. Stepanov

National University of mineral resources, Saint-Petersburg

Изучение характера взаимоотношений индивидов минералов в рудных агрегатах позволяет однозначно определить рудные парагенезисы и установить порядок минералообразования. Выявление минералов сформировавшихся в ходе одного процесса и в одно время имеет большое практическое значение. В большинстве случаев для минералов благородных металлов, характеризующихся крайне неравномерным распределением в пределах рудных тел, единственным методом поисков является выявление геохимических аномалий по сопутствующим элементам, составляющим относительно широко распространённые минералы. Однако зачастую в пределах рудных систем происходит телескопирование разновозрастных процессов рудообразования, вследствие чего минеральные ассоциации не являются одним минеральным парагенезисом. Из этого вытекает необходимость выявления минералов, образующихся совместно с минералами элементов платиновой группы или золота, формирующих единый парагенезис и, как следствие, единую геохимическую ассоциацию.

Определение порядка минералообразования позволяет понять развитие рудной или, в общем случае, минералообразующей системы на всём времени её существования. Геологические процессы различного масштаба вызывают химические и морфологические преобразования индивидов минералов. Онтогенетические методы познания минерального мира и методы генетической минералогии позволяют наиболее полно оценить историю развития минерало- или рудообразующих систем, а в сочетании с геологическими данными – понять историю зарождения и последующего развития разномасштабных геологических тел (даек, интрузивов, плутонических комплексов, пластов).

Рассмотрим морфологические особенности минералов платиновой группы из хромит-платиновых рудных зон Светлоборского, Вересовоборского, Каменушенского и Нижнетагильского ультрамафических массивов Урала. Морфология минералов и их внутреннее строение изучались с применением оптических и сканирующего электронного микроскопов.

Установлено, что наибольшим россыпеобразующим потенциалом обладают массивы дунит-клинопироксенит-габбровой формации. Так, в ходе процессов выветривания Нижнетагильского, Светлоборского, Вересовоборского, Каменушенского и других массивов Урала, сформировалась целая серия россыпных узлов, в том числе и самый крупный Исовско-Туринский на Среднем Урале, из которых за общее время разработки было извлечено около 400 т платины (Мосин, 2002). Весьма значительные запасы платины в россыпях косвенно указывают на возможность выявления в породах клинопироксенит-дунитовых массивов рудных зон, представляющих интерес для промышленности.

Первые попытки выявления коренных месторождений платины, связанных с хромититами или собственно с дунитами, были сделаны в начале XX столетия. За более чем вековую историю детального изучения коренной платиноносности клинопироксенит-дунитовых комплексов были выдвинуты различные гипотезы о формировании платинового оруденения. Наиболее традиционным является представление о связи платинового оруденения с хромшпинелидовыми обособлениями (Заварицкий, 1928; Бетехтин, 1935; Лазаренков и др., 1992; Иванов О., 1997). В последнее время появились предпосылки к обнаружению коренных платиновых рудных зон в дунитах, где платиновая минерализация не имеет видимой связи с хромшпинелидами (Телегин и др., 2009; Толстых и др., 2011). Однако за значительное вре-

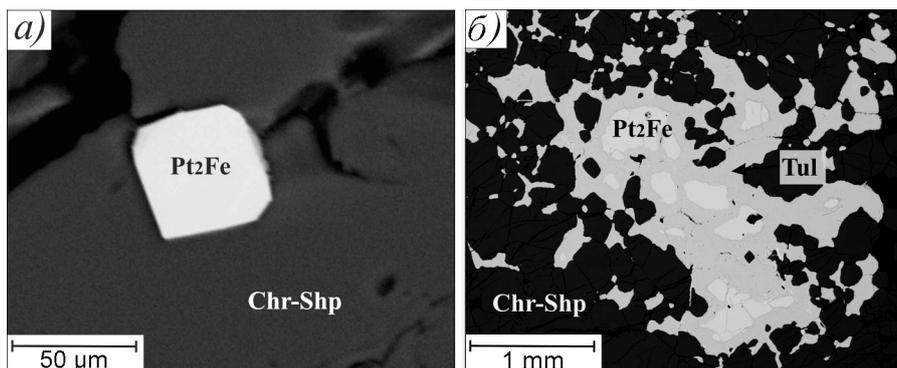


Рис. 1. Особенности выделения платиновых минералов в хромититах Нижнетагильского (а) и Вересовоборского (б) интрузива.

Pt_2Fe – железо-платиновый минерал по стехиометрии соответствующий железистой платине, Tul – туламинит, Chr-Shp – хромшпинелид.

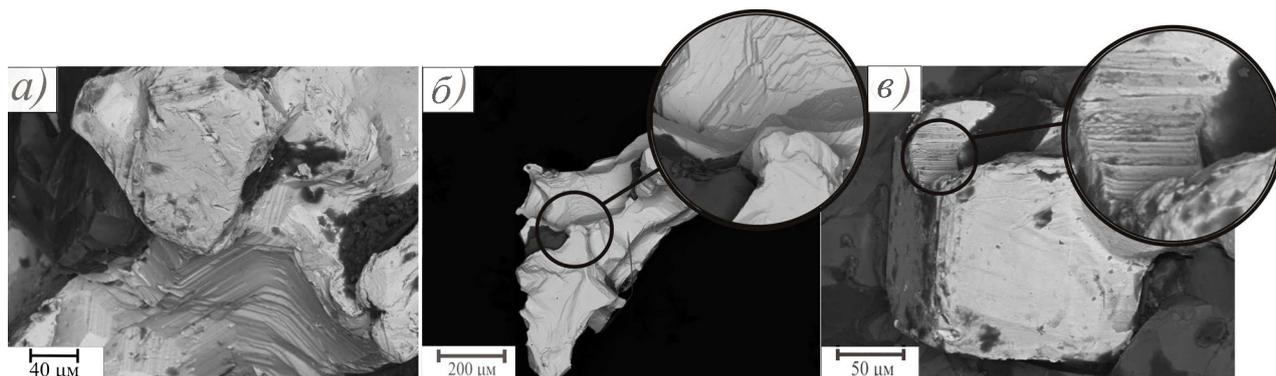


Рис. 2. Поверхности совместного роста железо-платиновых минералов с хромшпинелидами: а – из хромититов Светлоборского массива; б – из хромититов Вересовоборского массива, в – из хромититов Нижнетагильского массива.

Для изучения коренной платиноносности не был проведён детальный онтогенетический анализ индивидов минералов, слагающих хромит-платиновые рудные зоны. Вследствие чего часть прогнозно-поисковых моделей не подтвердились в ходе проведения геологоразведочных работ.

Наиболее важным вопросом при изучении хромит-платинового оруденения в дунитах является пространственно-временные и генетические взаимоотношения железо-платиновых минералов с минералами хромит-платиновых рудных зон. При рассмотрении плоских срезов в полированных шлифах и аншлифах наблюдается различный характер взаимоотношений железо-платиновых минералов с хромшпинелидами. В ряде случаев железо-платиновые минералы обнаруживаются в виде идиоморфных кристаллов в хромшпинелидовых сегрегациях (рис. 1 а). Нередко встречаются и зернистые массы, цементирующие зёрна хромшпинелида (рис. 1 б). Трактовка такого рода взаимоотношений минералов может быть различна, вплоть до определения идиоморфных индивидов железо-платиновых минералов как метакристаллов, что в совокупности с развитием ксеноморфных зернистых агрегатов платины, цементирующих хромшпинелиды, позволяет предполагать существование значительного временного разрыва между кристаллизацией хромшпинелидов и железо-платиновых минералов.

Однако в ходе наблюдения индивидов железо-платиновых минералов в объёме были установлены поверхности совместного роста с хромшпинелидами (рис. 2). Особо стоит отметить, что для ряда хорошо кристаллографически индивидуализированных зёрен железо-платиновых минералов выявлены индукционные поверхности, сформированные в ходе совместной кристаллизации наиболее поздних зон роста индивидов платины с хромшпинелидом (рис. 2 в).

Неоднократно диагностированные поверхности совместного роста железо-платиновых минералов с хромшпинелидом указывают на одновременность их формирования. Это необходимо учитывать при построении прогнозно-поисковых моделей. Платина в пределах хромит-платиновых рудных зон имеет крайне неравномерное распределение. По совокупности критериев поведения ценного компонента в пределах предполагаемых рудных зон, единственным способом опробования для получения достоверных данных о содержании платины в рудных зонах является крупнообъёмное опробование. Этот метод

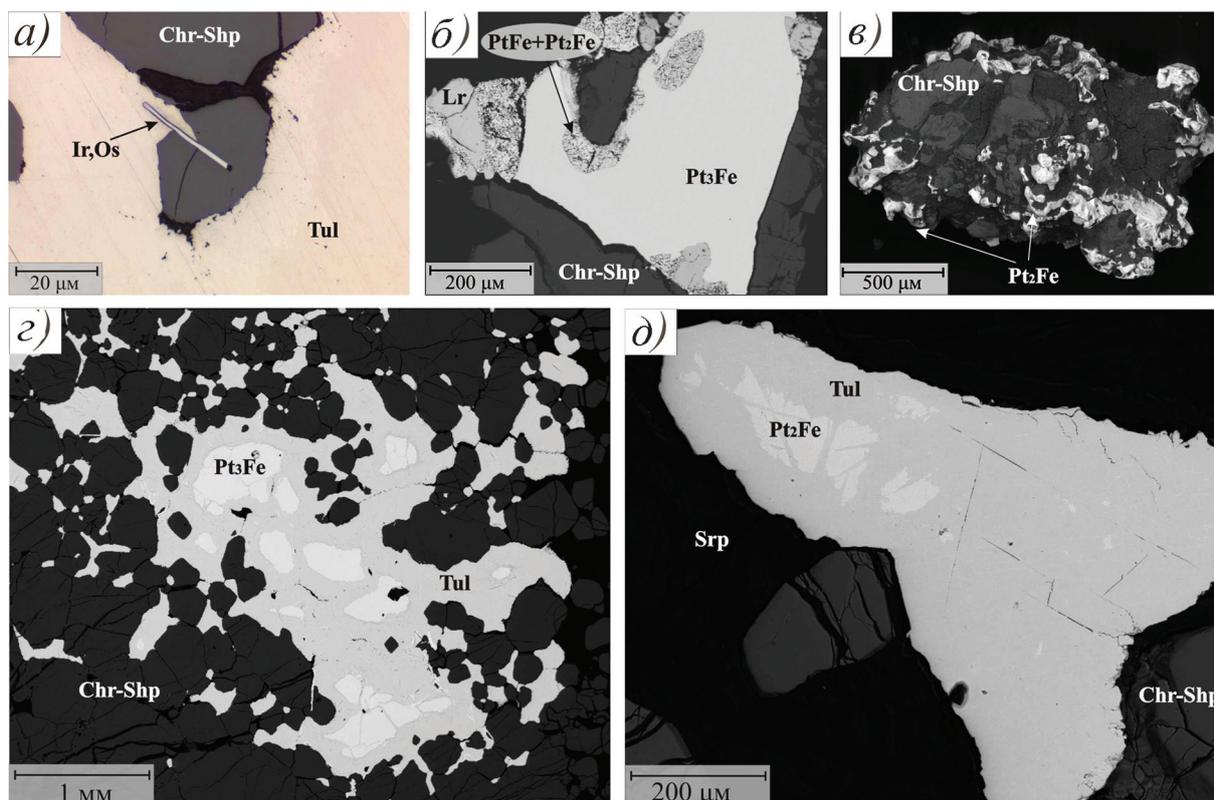


Рис. 3. Минералы платиновой группы из хромититов Вересовоборского (а, з), Светлоборского (б) и Нижнетагильского (в, д) массивов.

Pt_2Fe – минерал по стехиометрии соответствующий железистой платине, Pt_3Fe – минерал по стехиометрии соответствующий изоферроплатине, Tul – туламинит, Ir,Os – иридий-осмиевый сплав, Lr – лаурит, $PtFe+Pt_2Fe$ – тонкозернистый агрегат тетраферроплатины и железистой платины, замещающий кашинит, Chr-Shp – хромшпинелид, Srp – серпентин.

опробования является весьма затратным и может применяться для уже оконтуренных предполагаемых рудных зон. Вследствие парагенетической связи железо-платиновых минералов с хромшпинелидами оконтуривание перспективных участков может быть проведено по границам зон, обогащённых хромшпинелидом, содержание которого на порядки превосходит содержание собственно минералов платиновой группы.

Исследование минералов платиновой группы в плоских срезах (аншлифах и прозрачно-полированных шлифах) с их диагностикой на электронном микроскопе с энерго-дисперсионной приставкой Link Pentafet (Oxford Instruments, Si(Li) в совокупности с объёмными наблюдениями над индивидами позволили установить порядок минералообразования в хромит-платиновых рудных системах.

Среди минералов платиновой группы одним из первых кристаллизуются минералы тугоплавких платиноидов: Os-Ir интерметаллиды (рис. 3 а), кашинит, боуит, лаурит (рис.3 б) и эрликманит. Они встречаются в виде включений преимущественно в железо-платиновых минералах, реже – в индивидах хромшпинелидов. За образованием минералов тугоплавких ЭПГ следует кристаллизация железо-платиновых минералов (рис. 3 в) совместно с хромшпинелидами. Для Нижнетагильского, Вересовоборского и Каменушенского интрузивов отмечено широкое развитие минерала, по стехиометрии близкого к Pt_2Fe . В хромититах и хромшпинелидовых скоплениях Светлого бора преобладает минерал по составу соответствующий Pt_3Fe .

На дальнейших стадиях происходит преобразование уже сформированных железо-платиновых минералов с широко развитым их замещением различными новообразованными минералами. Довольно часто наблюдается замещение железистой платины туламинитом (рис. 3 з-д), никельферроплатиной и тетраферроплатиной. Изоферроплатина в редких случаях замещается тетраферроплатиной.

Учитывая, что геологические события разного масштаба так или иначе отражаются на индивидах минералов, слагающих геологические тела, на основе произведённых онтогенических наблюдений предполагается связь двух главных стадий минералообразования с наиболее значительными геологическими процессами: формированием зональных клинопироксенит-дунитовых интрузивов и их тектоническим внедрением в структуру Уральской складчатой области.

Литература

- Бетехтин А.Г.* Платина и другие минералы платиновой группы. Москва: Издательство академии наук СССР. 1935. 148 с.
- Ефимов А.А.* Платиноносный пояс Урала: современное состояние представлений о геологии, природе и истории формирования уникального российского объекта // Ультрабазит-базитовые комплексы складчатых областей и связанные с ними месторождения. Екатеринбург, 2009. Т. 1. С. 176–179.
- Ефимов А.А., Таврин И.Ф.* О генетическом единстве платиноносных дунитов Урала и Алданского щита // Докл. АН СССР. 1978. Т. 243. № 4. С. 991–994.
- Заварицкий А.Н.* Коренные месторождения платины на Урале. Л.: Изд-во Геологического комитета, 1928. 56 с.
- Иванов К.С.* Генезис хром-платинового оруденения Уральского (Нижнетагильского) типа // ДАН, 2011. Т. 441. № 2. С. 224–226.
- Иванов О.К.* Концентрически-зональные пироксенит-дунитовые массивы Урала. Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 1997. 488 с.
- Лазаренков В.Г., Малич К.Н., Сахьянов Л.О.* Платинометальная минерализация зональных ультраосновных и коматиитовых массивов. Л.: Недра, 1992. 217 с.
- Малич К.Н., Баданина И.Ю., Белоусова Е.А., Хиллер В.В.* Химический состав и осмиево-изотопная систематика благороднометального оруденения зонального Нижнетагильского массива (Свердловская область, Россия) / Труды ИГГ УрО РАН. 2014. Вып. 161. С. 316–321.
- Мосин К.И.* История добычи платины на Урале. Нижняя Тура: Нижнетуринская типография. 2002. 246 с.
- Телегин Ю.М., Телегина Т.В., Толстых Н.Д.* Геологические особенности рудопроявлений платины Светлоборского и Каменушенского массивов Платиноносного пояса Урала // Ультрабазит-базитовые комплексы складчатых областей и связанные с ними месторождения. Материалы третьей международной конференции. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2009, Т. 2. С. 212–215.
- Толстых Н.Д., Телегин Ю.М., Козлов А.П.,* Коренная платина Светлоборского и Каменушенского массивов Платиноносного пояса Урала // Геология и геофизика, 2011, т. 52, № 6, С. 775–793.