

тов типична для зональных клинопироксенит-дунитовых массивов, и в нее входят все парагенезисы от раннемагматического до наиболее позднего низкотемпературного [Толстых и др., 2011]

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-35-00151\18. Авторы признательны директору заповедника «Денежкин Камень» А. Н. Квашниной за возможность проведения научно-исследовательских работ.

Литература

- Иванов О. К.* Концентрически-зональные пироксенит-дунитовые массивы Урала. Екатеринбург: Уральский университет, 1997. 488 с.
- Кутырев А. В., Сидоров Е. Г., Антонов А. В., Чубаров В. М.* Платинометаллическая ассоциация ручья Прижимный (Корякское нагорье) // Геология и геофизика. 2018. Т. 9. С. 1164–1175.
- Лазаренков В. Г., Малич К. Н., Сахьянов Л. О.* Платинометаллическая минерализация зональных ультраосновных и коматитовых массивов. Л.: Недра, 1992. 217 с.
- Паламарчук Р. С., Степанов С. Ю., Ханин Д. А., Антонов А. В.* Платиновая минерализация массивных хромититов Иовского дунитового тела (Северный Урал) // Вестник Московского университета. Серия 4. Геология. 2017. № 5. С. 68–76.
- Петров Г. А., Ильясова Г. А., Тристан Н. И. и др.* Объяснительная записка к государственной геологической карте Российской Федерации. Изд. 2. Лист Р-40-XXXVI (Североуральск). 2006ф.
- Степанов С. Ю.* Сравнительная характеристика платиновой минерализации Светлоборского, Вересовоборского и Нижнетагильского дунит-клинопироксенитовых интрузивов (Средний Урал, Россия) // Новые данные о минералах. Вып. 50. М., 2015. С. 29–37.
- Степанов С. Ю., Паламарчук Р. С., Варламов Д. А., Козлов А. В., Ханин Д. А., Антонов А. В.* Минералы платиновой группы из делювиальной россыпи реки Вересовка, Вересовоборский клинопироксенит-дунитовый массив (Средний Урал) // Записки РМО. 2018. Т. 147. № 5. С. 40–60.
- Толстых Н. Д., Телегин Ю. М., Козлов А. П.* Коренная платина Светлоборского и Каме-нушенского массивов платиноносного пояса Урала // Геология и геофизика. 2011. Т. 52. С. 775–793.
- Auge T., Genna A., Legendre O., Ivanov K. S., Volchenko Yu. A.* Primary platinum mineralization in the Nizhny Tagil and Kachkanar ultramafic complexes, Urals, Russia: A genetic model for PGE concentration in chromite-rich zones // Economic Geology. 2005. Vol. 100. P. 707–732.

М. П. Брысин¹, Н. Н. Позднякова¹, С. И. Шабалин²

¹ – Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов, г. Москва

Brysin@tsnigri.ru

² – Институт геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск

Минералы платиновой группы бассейна реки Яман-Садра (Республика Алтай)

Находки минералов платиновой группы (МПГ) в аллювиальных отложениях Горной Шории и бассейна р. Лебедь отмечаются в каждой россыпи золота. Перспективными в отношении платины признавались бассейны р. Лебедь, Кондомы, Мрассу, Китат и др. [Высоцкий, 1933; Кривенко и др., 1994]. Не вызывает сомнения то, что пла-

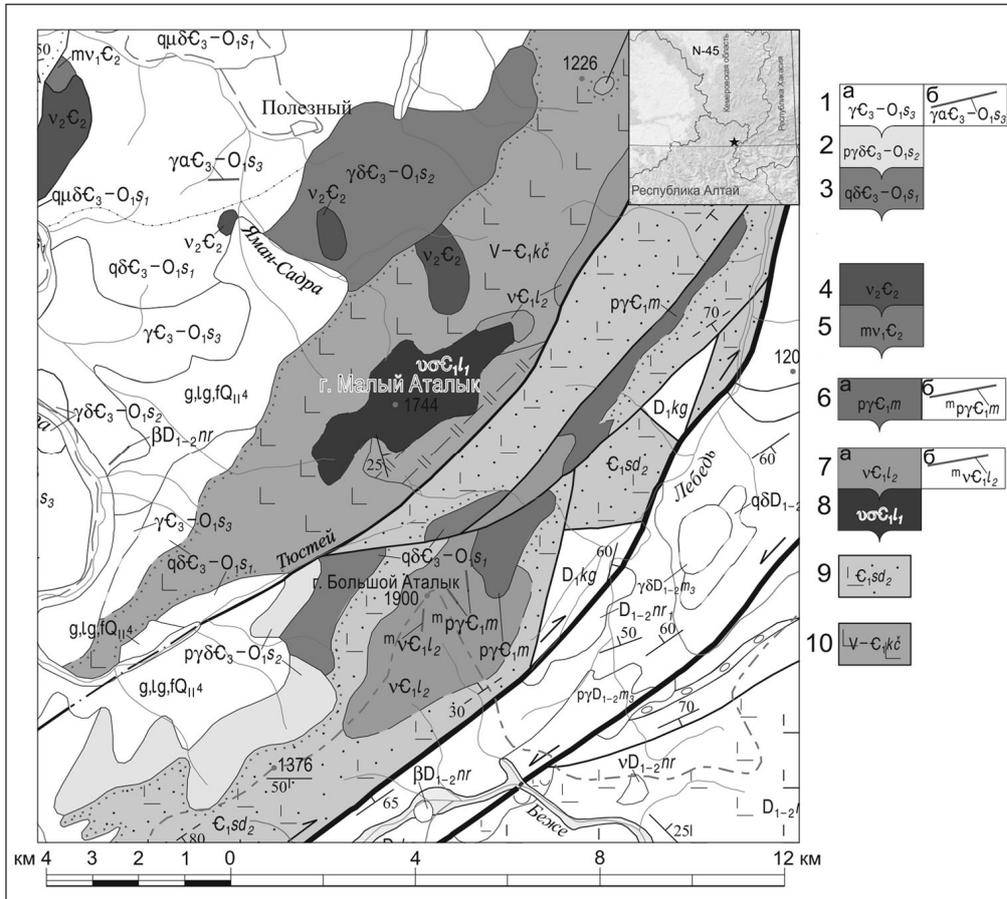


Рис. 1. Схема расположения и геологическая карта района р. Яман-Садра (на основе карты золотоносности Республики Алтай N-45-141 [Бедарев и др., 2005ф] с дополнениями авторов).

Садринский диорит-гранодиорит-меланогранитовый комплекс: 1 – третья фаза, натриевые граниты биотит-роговообманковые (а), дайки гранит-аплитов (б); 2 – вторая фаза, тоналиты, гранодиориты биотит-роговообманковые; 3 – первая фаза, кварцевые диориты. Среднекембрийский габбронорит-диоритовый комплекс: 4 – вторая фаза, габбро, лейкогаббро, габбронориты; 5 – первая фаза, меланогаббро роговообманковые, реже оливинные, габбро-пироксениты. Майнский тоналит-плагиогранитный гипабиссальный комплекс: 6 – плагиограниты, меланоплагиограниты (а), дайки микроплагиогранитов (б). Лысыгорский перидотит-пироксенит-габброноритовый гипабиссальный комплекс: 7 – вторая фаза, ритмично расслоенная серия: габбронориты, троктолиты, габбро амфибол-пироксеновые, анортозиты (а), дайки микрогаббро и микрогабброноритов (б); 8 – первая фаза, ритмично расслоенная серия: клинопироксениты, верлиты, редко оливинные и меланогаббро. 9 – садринский комплекс верхняя подсвета, туфы, туффиты и лавы основных и средних пород; 10 – каечакская свита, лавы, подушечные лавы, редко туфы афировых и микроскуднопорфировых базальтов, в кровле пачка черных кремнистых сланцев.

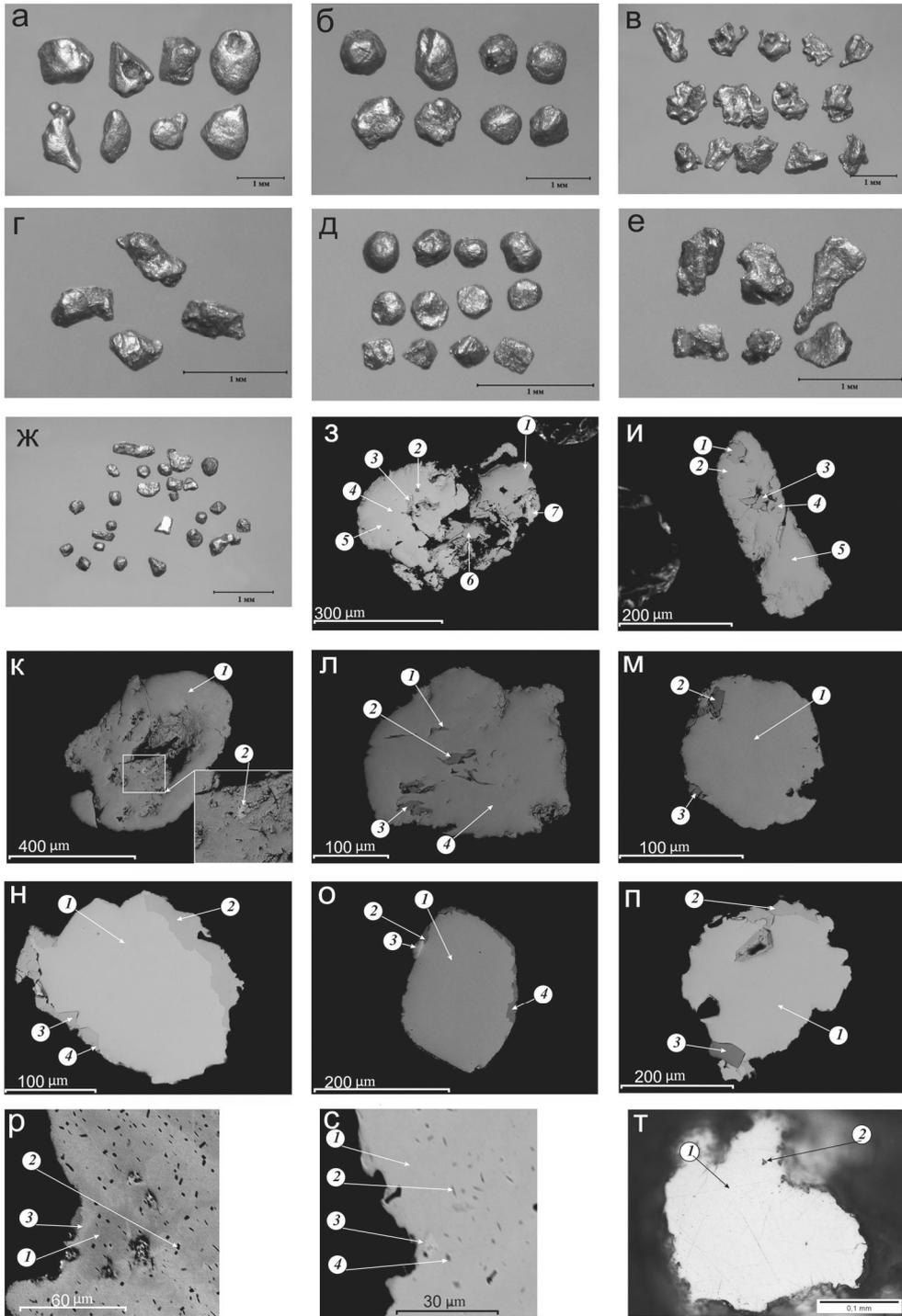
тина в россыпях связана с массивами габбро, пироксенитов и серпентинитов среднекембрийского возраста. В некоторых из них давно известны ее повышенные концентрации [Высоцкий, 1933; Богнибов, Поляков, 1995].

В данной работе рассматривается платиноносность р. Яман-Садра, входящей в бассейн р. Лебедь, которая берет свое начало на северном склоне Малоаталыкского базит-ультрабазитового массива, расположенного в северной части Республики Алтай (рис. 1). Массив в плане имеет слабо вытянутую в СВ направлении форму длиной 5.5 км и максимальной шириной 2 км и представляет собой крутопадающую пластинообразную залежь, в подошве которой залегают дуниты и близкие к ним по составу серпентинизированные породы. Выше по разрезу дуниты сменяются верлитами и оливиновыми клинопироксенитами, в незначительном количестве присутствуют оливиниты и оливиновые габбро. Массив залегает в толще раннекембрийских вулканогенно-осадочных основных пород (лавы и туфы базальтов) и граничит с гранитами садринского комплекса [Богнибов, Поляков, 1995]. В долине р. Яман-Садра обнажаются гранитоиды и в разной степени измененные и минерализованные габброиды, а также серпентинизированные гипербазиты.

На г. Малый Аталык находится единственное в районе коренное проявление платины, где повышенные содержания элементов платиновой группы (ЭПГ) (20–700 мг/т) установлены в оливиновых клинопироксенитах, габбро и дайках микрогаббро Малоаталыкского ультрабазит-базитового массива. Повышенные содержания ЭПГ ассоциируют с рассеянной вкрапленностью пирротина, халькопирита, резе пентландита. Сцинтилляционный анализ шлихов из руч. Кубанак, текущего с г. Малый Аталык, показал содержание Pt до 1.7 г/т; вдоль южного обрамления массива в истоках р. Тюстей установлен устойчивый шлиховой поток МПП [Богнибов, Поляков, 1995].

Основой нашего исследования стали концентраты, предоставленные ОАО «Алтайгеоресурс», полученные при отработке россыпи золота в верховьях р. Яман-Садра выше ключа Полезный. Исследования проводились в ФГБУ ЦНИГРИ (оптическое изучение монофракций МПП и полированных искусственных аншлифов, ИК спектроскопия с использованием спектрометра Nicolet 380, оснащенного микроскопом Centaurus, THERMO Scientific), ФГБУ ВИМС (электронно-зондовый микроанализ с использованием прибора JEOL JXA-8100, оснащенного энергодисперсионным

Рис. 2. Морфология МПП бассейна р. Яман-Садра: а, б, д, ж) окатанные кристаллы и их сростки с гладкой поверхностью; в) обмятые кристаллические сростки; г, е, ж) зерна сложной морфологии; з) искаженное зерно изоферроплатины $Pt_{2.96}Fe_{1.04}$ (5) с включениями феррородсита $(Cu_{0.86}Fe_{0.06})(Pt_{0.85}Rh_{0.22}Ir_{0.8})S_{4.22}$ (2) в сростании с туламинитом $Pt_2Fe_{1.25}Cu_{0.65}Ni_{0.11}$ (1), $Pt_{2.05}Fe_{1.21}Cu_{0.67}Ni_{0.07}$ (3) и тетраферроплатиной $Pt_{1.03}Fe_{0.66}Cu_{0.26}Ni_{0.06}$ (6); и) зерно изоферроплатины (2, 5) с туламинитом (1, 3) и тетраферроплатиной (4); к) зерно изоферроплатины (1) с включением самородного золота (2); л) зерно изоферроплатины (4) в сростании с туламинитом (1, 2, 3); м) зерно изоферроплатины (1) с туламинитом (2, 3); н) зерно изоферроплатины (1) с каймой тетраферроплатины (2, 3) и ферроникельплатины (4); о) зерно изоферроплатины (1) с каймой тетраферроплатины (4), туламинита (2), осмия $Os_{0.8}Ir_{0.14}Pd_{0.04}Pt_{0.02}$ (3); п) зерно изоферроплатины (1) в сростании с эрликманитом $Os_{0.51}Ru_{0.42}Rh_{0.06}S_2$ (3) с каймой тетраферроплатины (2); р) зерно изоферроплатины (1) с каймой, обогащенной Os и Ru (3), и включениями $(Pd,Rh)_2(Sb,As)$ состава (1); с) зерно изоферроплатины (1) с включением самородного золота (3) и включениями $(Pd,Rh)_2(Sb,As)$ состава $(Pd_{1.08}Rh_{0.87})(Sb_{0.69}As_{0.33})$ (2, 4); т) включение ортоклаза (2) в зерно изоферроплатины (1).



спектрометром Link Pentafet) и ИГМ СО РАН (сканирующая электронная микроскопия на СЭМ JSM-6510LV (Jeol Ltd) с системой микроанализа AZTEC Energy XMax-80).

В изученной пробе МПГ светло-серые, матовые, мелкие с преобладающим размером частиц $-0.5+0.25$ мм (~53 %), более крупные частицы ($-1+0.5$ мм) составляют около 31 %. Значительная часть МПГ концентрируется в электромагнитной (I–III) фракции. МПГ представлены изометричными и таблитчатыми кристаллами и их сростками искаженной, удлинённой и округленной формы с выраженными ребрами и гранями. Сростки представлены 1) массивными агрегатами изометричных частиц иногда со следами структур роста (штриховка, ступени), гладкой, местами бугорчатой поверхностью с единичными отпечатками минералов (рис. 2а, б, д, ж) и 2) сложными, часто округлыми агрегатами кристаллов разного размера (рис. 2а, в), с ямчатой, реже ячеистой, иногда выровненной поверхностью, которые встречаются только в электромагнитной фракции.

В незначительном количестве присутствуют зерна МПГ сложной формы с отдельными четкими выступами (рис. 2г). Отмечаются единичные среднеокатанные пластинчатые разности. В классе -0.25 мм встречаются шарообразные зерна (окатанные кристаллы). В целом, в пробе преобладают полуокатанные (~50 %) слабо уплощенные (~71 %) частицы. Количество обмятых, плохо окатанных частиц составляет ~25 % и увеличивается с уменьшением их размеров. Часть кристаллов и массивных сростков МПГ в электромагнитной фракции покрыта сплошными, реже локальными сульфидными пленками серо-соломенного цвета со слабой побегалостью (рис. 2ж). В углублениях поверхности частиц встречаются скопления гидроксидов железа и серых глинистых минералов (рис. 2в, е). Наличие кристаллов не зависит от класса крупности.

Составы проанализированных зерен соответствуют различным минералам, включая ряд изоферроплатина–тетраферроплатина. Тетраферроплатина и туламинит образуют каймы вокруг зерен изоферроплатины (рис. 2н, о, п), и самородного осмия (рис. 2о). Включения в платине представлены феррородситом (рис. 2з), в ряде зерен отмечаются включения самородного золота (рис. 2к, с). Электронно-зондовым микроанализом в нескольких зернах обнаружены многочисленные включения состава $(Pd,Rh)_2(Sb,As)$ (рис. 2р, с).

Первичным источником МПГ, вероятно, являются ультраосновные породы Малоаталыкского массива. В пределах массива известны зоны с сульфидной минерализацией и повышенным содержанием МПГ, которые могут быть источником укрупненной самородной платины, образовавшейся при серпентинизации. Сложный состав зерен МПГ может свидетельствовать о растворении ранних ассоциаций МПГ и Pt-содержащих сульфидов с дальнейшим перераспределением Pt и ее укрупнением с захватом химически более устойчивых минералов и обломков пород при гидротермально-метасоматическом преобразовании пород и в экзогенных условиях [Мочалов, 2013; Bowles et al., 2018].

Развитие эндогенных кайм на зернах МПГ и их сохранность свидетельствуют об участии гидротермальных процессов в образовании платины и слабой удаленности от коренного источника [Жмодик и др., 2016]. Наличие зерен с включениями Sb-As фаз и зон, обогащенных медью, может свидетельствовать об их незначительном изменении в экзогенных условиях, а также о возможном наличии источника подновления. Полученные данные позволяют по-новому оценить перспективы Малоаталык-

ского массива на выявление источников коренного оруденения МПГ. Перспективными могут оказаться не только сульфидизированные участки оливиновых клинопироксенитов, габбро и даек микрогаббро, но и серпентинизированные породы массива.

Литература

Богнибов В. И., Поляков Г. В. Платиноносность ультрабазит-базитовых комплексов юга Сибири. Новосибирск: НИЦ ОИГГМ СО РАН, 1995. 151 с.

Высоцкий Н. К. Платина и районы ее добычи. АН СССР, 1933. Т. 5.

Жмодик С. М., Нестеренко Г. В., Айриянц Е. В., Белянин Д. К., Колпаков В. В., Подлипский М. Ю., Карманов Н. С. Минералы металлов платиновой группы из аллювия – индикаторы коренной минерализации (на примере россыпей юга Сибири) // Геология и геофизика. 2016. Т. 57. № 10. С. 1828–1860.

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.

Мочалов А. Г. Модель происхождения минералов платиновой группы в габбро-пироксен-дунитовых кумулятивных комплексах коряжского нагорья (Россия) // Геология рудных месторождений. 2013. Т. 55. № 3. С. 171–188.

Bowles J. F. W., Suarez S., Prichard H. M., Fisher P. C. The mineralogy, geochemistry and genesis of the alluvial platinum-group minerals of the Freetown Layered Complex, Sierra Leone // Mineralogical Magazine. 2018. Vol. 82 (S1). P. S223–S246.

А. В. Кутырев

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН,

г. Петропавловск-Камчатский

anton.v.kutyrev@gmail.com

Платинометалльная минерализация Эпильчикского массива (Коряжское нагорье)

(научный руководитель д.г.-м.н. Е. Г. Сидоров)

Эпильчикский массив находится в северном окончании Коряжско-Камчатского платиноносного пояса, в Снеговом хребте, разделяющем бассейны рр. Ватына и Ильпивеем. Изначально он был описан в качестве фрагмента офиолитовой ассоциации, однако, в дальнейшем, работами Л. И. Аникеевой и Ф. Ш. Кутыева, была обоснована его принадлежность к урало-аляскинскому типу [Кутыев и др., 1991]. Геологическое строение массива и сопряженного проявления р. Снеговая было детально изучено в ходе геологической съемки масштаба 1:50 000 [Разумный и др., 2000ф]. Россыпная минерализация была рассмотрена в работе [Сидоров, 2009]. Однако минеральные ассоциации открытых предшественниками коренных проявлений до настоящего момента не были описаны. В 2016 г. ООО «КАМП» на Эпильчикском массиве производились работы по поиску коренной и россыпной платины. В ходе этих работ были опробованы водотоки, дренажные массивы, а также его коренные породы. Минералы платиновой группы (МПГ) обнаружены в сегрегациях хромшпинелида, а также в массивных серпентинитах. Целью настоящего исследования является уточнение