

УДК 552.11; 552.3; 553.3/4

**ПЛАТИНА И ПЛАТИНОИДЫ В ОФИОЛИТАХ САЛАИРА,
АЛТАЯ И ГОРНОЙ ШОРИИ****Гусев А.И., Кукоева М.А.***Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина,
Бийск, e-mail: anzerg@mail.ru*

Приведены данные по распространению элементов платиновой группы (ЭПГ) в офиолитах Салаира, Алтая и Горной Шории. ЭПГ в наибольших концентрациях отмечены в проявлениях хромитов, образующих подформные залежи, а также в никелевых проявлениях с обильными сульфидами меди, никеля и кобальта. Минералы ЭПГ представлены изоферроплатиной, иридосмином и рутениридосмином. Реже встречаются самородная платина, рутениевый невьянскит и рутениевый сысерскит. В рудных телах также присутствуют в повышенных концентрациях золото и серебро. Состав минеральных фаз платиноидов указывает на близость к восточно-уральскому геолого-промышленному типу, связанному с изверженными породами габбро-клинопироксенит-перидотитовой формации.

Ключевые слова: рудные залежи, расслоенные гипербазиты, Pt, Pd, Ru, Rh, Os, Ir, Au, Ag**PLATINUM AND PLATINOIDS IN OPHIOLITES OF SALAIR, ALTAI
AND GORNAYA SHORIA****Gusev A.I., Kukoeva M.A.***The Shukshin Altai State Academy of Education, Biisk, e-mail: anzerg@mail.ru*

Data on dissemination of elements platinum group (EPG) in ophiolites of Salair, Altai and Gornaya Shoria lead. EPG marked in more concentration in manifestations of chromites, that its form podiform run and nickel manifestations with abundant sulphides of copper, nickel and cobalt. Minerals of EPG presented isoferroplatinum, iridosmine and rutheniridosmine. Native platinum, ruthenium nevjanskite and ruthenium siserskite occur seldom. Gold and silver present increased concentrations so. Composition mineral phase of platinoids point out on nearness to eastern-ural geology-minable type, connecting with igneous rocks of gabbro-clinopyroxenite-peridotite formation.

Keywords: ore runs, layered giperbasites, Pt, Pd, Ru, Rh, Os, Ir, Au, Ag

Целью настоящей работы является освещение всех проявлений платиноидов в регионах западной части Алтае-Саянской складчатой области и выявление минеральных форм платины и платиноидов. Минералы элементов платиновой группы (ЭПГ) в Горном Алтае отмечались во многих золотоносных россыпях (Ерусалим, Баранча, Светлая, Каянча, Аксагыскан и другие), однако о присутствии платиноидов в коренных породах имеются единичные сообщения [2]. В Салаире платиноиды обнаружены в Тогул-Сунгайском массиве среди хромититовых залежей в расслоенных ультрабазитах [1]. Все находки платиноидов в россыпях этого района пространственно связаны с выходами ультрабазитов, относящихся к надостроводужным офиолитам.

Минералы группы ЭПГ в регионе встречаются на Салаире (коренное Тогул-Сунгайское проявление, россыпи рек Иродов Лог, Таловка), а также в Горном Алтае (россыпи р. Николаевки, Светлой, Устюбы). Кроме того повышенные содержания платиноидов установлены в серно-колчеданных и марганцевых рудах проявления Сунгайское. В Горной Шории платиноиды распространены в Сеглебирском массиве.

Тогул-Сунгайское проявление платиноидов приурочено к одноименному гипербазитовому массиву, в пределах которого

обнаружено несколько мелких проявлений хромититов, а также дайковые породы, превращенные в родингиты. В хромититах минералы ЭПГ не обнаружены, но установлен арсенид никеля – орселит, с которым, очевидно, связано высокое количество никеля в хромититах (0,19–0,34%). Вместе с тем, анализ хромититов на платиноиды показал повышенные содержания (мг/т): Pt (12-130), Ir (4,5-879), Ru (16,6-436), Pd (12-29), Rh (1-25), указывая на возможное наличие минералов ЭПГ.

Родингиты сложены преимущественно хлоритом, титаномагнетитом, реже антигоритом. Предположительно первичная порода представляла троктолит или норит. В тяжелой фракции родингитов обнаружена ассоциация циркона, бадделеита, халькопирита, орселита, изоферроплатины, самородного никеля и тэнита. Размеры зерен никеля, тэнита и изоферроплатины не превышает 0,1 мм. Содержания родия в изоферроплатине варьирует от 4,23 до 4,82 мас.%. Во всех проанализированных зернах платины обнаружены в небольших количествах рутений, никель и медь.

Кроме самородных металлов в коренных источниках по скважинам вблизи Тогул-Сунгайского массива обнаружены минералы ЭПГ системы Os-Ru-Ir, которые согласно номенклатуре Харриса и Кабри соответствуют иридосминам [3].

Нами проанализированы руды некоторых проявлений хрома и никеля в офиолитах региона с целью выяснения наличия

элементов платиновой группы и золота в них. Данные о содержаниях благородных металлов приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Содержания благородных металлов (мг/т) в рудах проявлений офиолитовых ассоциаций Салаира

Массивы, участки	Pt	Pd	Rh	Ir	Ru	Os	Au	Ag
Тогул-Сунгайское	1,12	0,45	0,54	12,3	6,7	76,6	1,5	26
Иродов Лог	0,78	0,12	0,3	14,7	5,7	78,12	0,8	13
Уксунайское	0,75	0,11	0,29	14,5	5,7	77,56	0,5	16

Таблица 2

Содержания благородных металлов (мг/т), в рудах проявлений офиолитовых ассоциаций Горного Алтая и Горной Шории

Массивы, участки	Pt	Pd	Rh	Ir	Ru	Os	Au	Ag
<i>Кыркылинский</i>								
1. Западный	54	67	6	765	54,8	876	32,2	105
2. Восточный	58	76	12	1347	176	1872	1118	2347
3. Верхне-Кыркылинский	47	63	8,3	1432	187	1786	1235	2567
<i>Каянчинский</i>								
Каянча	52	55	4,6	870	76	985	39,4	124
<i>Узун-Оюкский</i>								
1. Центральный	235	21	7,7	1276	147	1674	1153	2136
<i>Сеглебирский</i>								
1. Аварийный	220	11	5,3	1050	30	1220	23,5	114
2. Алдамаш	135	5,4	2,7	322	11,5	384	5,4	25,5
3. Мунжа	124	4,8	2,2	285	8,4	324	2,1	15,7
<i>Серпентинитовый</i>								
1. Северо-Восточный	210	14	5,7	744	28	775	3,2	12,8
2. Центральный	125	5,1	2,4	215	8,1	277	4,6	17,5

Примечание. Анализы элементов ЭПГ выполнены атомно-абсорбционным методом в лаборатории ИМГРЭ (г. Москва).

Анализ табл. 2 показывает, что в рудах проявлений хрома и никеля присутствуют элементы платиновой группы в различных концентрациях. Более высокие содержания анализируемых металлов отмечаются в хромитовых проявлениях, чем существенно никелевых. При этом повсеместно отмечается преобладание группы осмия, иридия, рутения над платиной, родием и палладием. Никелевые проявления характеризуются относительно более высокими концентрациями платины. Специализация хромитов офиолитовых комплексов Горного Алтая имеет явно «тугоплавкий» состав ассоциации (Os, Ir, Ru) ЭПГ. Наиболее высокие концентрации ЭПГ зафиксированы в хромитовых проявлениях, образующих подформные залежи в составе Кыркылинского и Узун-Оюкского массивов, приуроченных к офиолитовым пластинам, сложенным, преимущественно, ультрабазитами и расчлененными участками базитов с линзами ультрабазитов. Эта же закономерность от-

носится к золоту и серебру. Примечателен факт повышенных концентраций золота и серебра к тем участкам рудных тел хромитов, где появляются в значительных количествах сульфиды меди, никеля, кобальта, и аномальные концентрации мышьяка. В этих проявлениях концентрации осмия, иридия, золота и серебра превышают граммы на тонну. Характерны более низкие концентрации ЭПГ, золота и серебра в рудах со значительно меньшими содержаниями хромшпинелидов, за исключением участка Аварийный Сеглебирского массива.

Микронзондовым анализом установлены различные минеральные формы платиноидов, состав которых приведен в табл. 3.

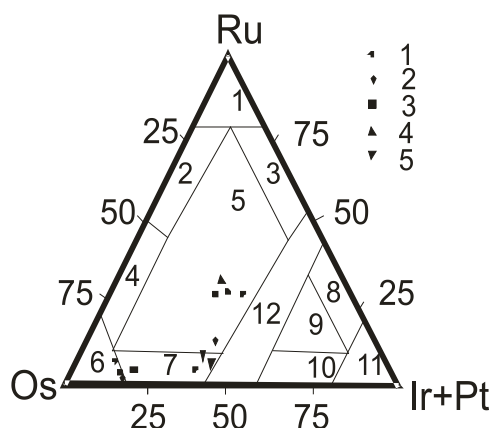
Составы платиноидных фаз позволяют относить выявленные минералы к группе изоферроплатины (участок Кыркылинский), а также минералы ЭПГ системы осмий-рутений-иридий, которые согласно современной номенклатуре могут быть отнесены к иридосминам и рутениридосминам, обнаруженным на всех остальных участках обследованных массивов (рисунок).

Таблица 3

Химический состав платиноидов

Массивы, участки	Pt	Ir	Os	Ru	Rh	Fe	Сумма
<i>Кыркылинский</i>							
Восточный	0,56	13,8	80,97	4,4	0,1	0,11	100,0
-«-	2,37	29,7	37,12	28	1,2	0,82	100,0
Верхне-Кыркылинский	1,44	37,1	41,32	19	0,4	0,48	99,81
-«-	84,1	0,13	0,15	0,2	2,3	12,34	99,26
-«-	2,12	33,4	54,83	6,7	1,9	0,32	99,42
-«-	0,77	13,4	80,34	4,2	0,1	0,32	99,22
<i>Узун-Оюкский</i>							
Центральный	1,4	36,4	46,98	13,7	0,95	0,67	100,2
-«-	0,2	19,12	79,23	0,24	0,11	0,12	99,05
<i>Сеглебирский</i>							
Аварийный	0,6	14,05	79,14	5,41	0,10	0,11	99,46
-«-	1,1	30,1	38,2	29,1	0,5	0,65	99,83

Примечание. Анализы выполнены на микроанализаторе «Самбах-Мисго» в лаборатории ИГЕМ РАН (Москва).



Поля разновидностей минералов ЭПГ по [3]:

- 1 – самородный рутений, 2 – осмистый рутений, 3 – иридий рутений,
- 4 – рутенистый осмий, 5 – рутенириодосмин,
- 6 – самородный осмий, 7 – иридоосмин,
- 8 – рутенистый иридий, 9 – рутенириодосмин,
- 10 – осмирид, 11 – самородный иридий;
- 12 – область несмесимости гексагональных и кубических твердых фаз.

ЭПГ участков региона: 1 – Кыркылинский, 2 – Узун-Оюкский, 3 – Сеглебирский, 4 – Серпентинитовый, 5 – Мартыново-Шалапский

Характер распределения платиноидных фаз свидетельствует об их концентрации в результате механизма дифференциации. Они образуют равномерную рассеянную вкрапленность, наиболее богатую в подошвенных частях подиформных хромитовых залежей. Как правило, они образуют вкрапленность и выделения неправильной формы размерами 0,05×0,02 мм, редко до 2×1,5 мм в интерстициях зёрен хромита, реже отмечаются внутри последних.

Уксунайское проявление расположено в верховьях р. Ионики. Имеются сведения, что старателями из меланжированных выветрелых серпентинитов Уксунайского массива вместе с золотом отмывалась платина. Нами это проявление обследовано и выявлены осмистый иридий, платина, иридоосмины.

Кыркылинское хромитовое проявление расположено в правом борту р. Кыркыла и представлено зоной вкрапленного и прожилково-вкрапленного хромит-магнетитового оруденения, развитого на площади 220×35 м с содержаниями триоксида хрома до 1%, и шлировыми образованиями массивных хромитов среди серпентинитов размерами до 0,5×5 м. В центральной части зоны на площади 35×10 м отмечается участок более интенсивного хромит-магнетитового оруденения со средним содержанием триоксида хрома 3,4%. Рудные прожилки имеют протяжённость до 0,3-1,5 м. Хромпикотит маложелезистый (FeO до 4,3-12,65%). Спектральный анализом в рудах установлены (%): никель – 0,25, кобальт – 0,008. В шлирах хромита содержания никеля варьируют от 0,1 до 0,4%, кобальта от 0,008 до 0,02%. По содержанию Cr₂O₃ руды проявления относятся к убогим, но легкообогащаемым, из которых гравитационным методом выделяются кондиционные хромитовые концентраты.

Верхнекыркылинское проявление хрома находится в верхнем течении р. Кыркыла, правого притока р. Куяча. На правом борту в серпентинитах прослежена магнитная аномалия в виде узкой полосы по аз. 45° на протяжении более 1000 м при ширине 60-100 м. В ней установлено четы-

ре участка с напряжением более 7000 гамм и максимальным напряжением в эпицентре в 11 390 гамм, обусловленных наличием мелких участков прожилково-вкрапленной хромит-магнетитовой минерализации протяженностью до 20-30 м. Протяженность прожилков до 20 см при мощности до 1-15 мм. Содержание триоксида хрома по данным бороздового опробования 0,48-5%, штуфного – до 10-14,8%. Кроме этого, отмечается единичное тело массивных магнетито-хромитовых руд длиной 2 м и мощностью до 0,3 м, вытянутое субмеридионально, а также мелкие шлировые образования хромита размером до 10-20 см. В шлирах хромита среди серпентинитов присутствует минерализация аннабергита, установлено содержание никеля – до 0,5% (обычно 0,1–0,3%), кобальта – до 0,02%.

Каянчинское проявление хрома и платиноидов располагается в среднем течении р. Каянча. В районе выходов Северо-Алтайского гипербазитового пояса выделено тело апосерпентинитовых магнетит-брейнеритов с хромитовой, платиновой, никелевой и кобальтовой минерализацией. Рудное тело густо вкрапленного, полосчатого, редко массивного хромитового состава прослежено на 110 м, при мощности около 10 м. При описании аншлифов установлена равномерно рассеянная вкрапленность самородной платины(?) (возможно осмистый иридий) в серпентинитах и брейнеритах. Платина (?) образует вкрапленность и выделения неправильной формы размерами 0,05×0,02 мм, редко до 0,5 мм. По результатам спектрального анализа штуфных проб концентрации хрома варьируют от 0,2 до > 3%, кобальта от 0,0015 до 0,015%, никеля от 0,01 до 0,06%. Атомно-абсорбционным анализом, выполненным в лаборатории ВСЕГЕИ, концентрации золота составляют 0,0024-0,16 г/т, платины < 0,04 до 0,052 г/т, палладия от < 0,03 до 0,055 г/т.

Западнее этого участка распространены россыпи золота с платиноидами. Исследованы 11 шлиховых проб из россыпей Карама, Ерусалим, Баранча, Светлая. На основании заключения благороднометалльная минерализация представлена преобладанием гексагональных минералов рутен-иридосминового ряда – рутениевого невянскита и рутениевого сысерскита над самородной платиной. Состав минералов благородных металлов и набор сопутствующих им минералов определённо указывает на связь россыпей с коренными источниками так называемого восточно-уральского типа – изверженными породами габбро-клинопирок-

сенит-перидотитовой формации. Несколько цепочек базит-гипербазитовых интрузий находятся в верхних опробованных россыпях. Следует отметить, что на минералах МПГ и самородном золоте нередко наблюдаются оксидные плёнки, свидетельствующие об участии промежуточных коллекторов (кор выветривания, конгломератов, древних россыпей) в питании россыпей, что является благоприятным фактором для образования промышленных концентраций благородных металлов. Важным фактором, повышающим ценность рассматриваемых объектов, является необычно высокая доля осмиевых фаз (иридосмина, рутениевого сысерскита), поскольку стоимость осмия в 4–3 раза выше цены золота.

Узун-Оюкское проявление хромитов приурочено к одноименному массиву, расположенному к северу от Курайского разлома. Массив локализуется в структурах Саянского типа. Хромитовая минерализация располагается в пределах интенсивно серпентинизированных гипербазитов. Скопления хромита слагают линзовидные участки протяженностью от первых метров до 100 м с поперечником от 0,5 до 1 м. В пределах обогащённой части рудная минерализация представлена субпараллельными шлирами хромита размерами 1,5-2×10-15 см. Хромит в шлирах образует зёрна размерами 1-2 мм (25-30%). Содержание триоксида хрома в шлирах варьирует от 37 до 42%. Шлиры сопровождаются вкрапленностью (1-4 мм) и линзочками хромита размерами 0,5×3 см. В аншлифах устанавливается вкрапленность осмистого иридия и иридосмина размерами от 0,05 до 0,5 мм, а также пентландита и пирротина (0,5-1 мм). Местами шлиры сопровождаются корочками аннабергита и налётами фуксита.

Таким образом, проявления платиноидов в Салаире, Горной Шории и Горном Алтае относятся к перспективному геолого-промышленному восточно-уральскому типу. Особенностью проявлений ЭПГ западной части Алтае-Саянской области является преобладание осмиевых фаз среди платиноидов. Осмий, как известно, по стоимости превышает золото в 3-4 раза.

Список литературы

1. Агафонов Л.В., Борисенко А.С., Бедарев Н.П. Петрология магматических и метаморфических комплексов. – Томск, 2000. – С. 125-130.
2. Гусев А.И., Чернышов А.И., Гринёв Р.О. Петрология магматических и метаморфических комплексов. – Томск, 2004. – Вып. 4. – С. 130-133.
3. Harris D., Cabri L.I. Can. Miner. – 1973. – Vol. 12. – P. 104-112.