

**ЭВОЛЮЦИЯ МИНЕРАЛОВ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ
ГАББРО-ПИРОКСЕНИТ-ДУНИТОВЫХ ПЛУТОНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ
КОРЯКСКОГО НАГОРЬЯ (РОССИЯ)**

Мочалов А.Г.

*Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, Санкт-Петербург, Россия
e-mail: mag1950@mail.ru*

**EVOLUTION OF PLATINUM GROUP MINERALS
OF THE GABBRO-PYROXENITE-DUNITE PLUTONIC COMPLEX
IN THE KORYAK HIGHLAND (RUSSIA)**

Mochalov A.G.

*Institute of Precambrian Geology and Geochronology RAS, St. Petersburg, Russia
e-mail: mag1950@mail.ru*

The gabbro-pyroxenite-dunite plutonic complexes in the Koryak Highland are typical of a regional palaeoisland arc system, that formed in the Late Cretaceous–Paleocene. The gabbro-pyroxenite-dunite plutonic complexes are allocated platinum (I – Pt), osmic-platinum (I – Pt>Os) and iridic-platinum (II – Pt>Ir) mineralogical-geochemical types. Minerals of platinum group of the I – Pt and I – Pt>Os types are magmatic-fluid-metacomatic genesis. Minerals of platinum group II – Pt>Ir type are fluid-metamorphic genesis. II – Pt>Ir, I – Pt and I – Pt>Os types are complicated hydrothermal-metacomatic by association minerals of platinum group (III) connected with process serpentinization the ultrabasic rocks. Formation of chromite schlieres with minerals of platinum group II – Pt>Ir type inclusions probably are result of high-temperature synmagmatic recrystallization of dunites. During this recrystallization processes the ore components (magmatic-chromespinelides and minerals of platinum group of the I – Pt and I – Pt>Os types) were extracted from the dunite plutonic complexes and concentrated in ore minerals of platinum group II – Pt>Ir type and chromite schlieres in the recrystallization dunites (the texture varies from polygonal equigranular to porphyroclastic with fine-grained matrix).

Южнокорякские островодужные плутоны относятся к дунит-клинопироксенит-габбровой ассоциации. Породы массивов комагматичны пикрит-базальтовым потокам поздний мел – палеоценовой Ачайваямской островной дуги. Формирование дунитовых тел объясняется многократными поступлениями недифференцированной магмы в камеру и кристаллизацией хромшпинель-оливиновых кумулятов с периодическим удалением остаточного расплава. В процессах выдавливания дунитов вместе с порцией остаточной магматической суспензии последовательно формировались оливин-клинопироксеновые кумуляты и габброиды [14, 15].

Детально изучены минералы платиновой группы (МПГ) всех россыпей, промежуточных коллекторов и их коренных источников – габбро-пироксенит-дунитовых массивов Гальмознан и Сейнав [4-6, 11-13]. Выделены минералого-геохимического типы: *иридисто-платиновый* (Pt>Ir) – главный промышленный и *платиновый* (Pt) – второстепенный промышленный (табл. 1, 2). МПГ Pt>Ir типа являются производными хромититов и крупно-порфирокластических дунитов с реликтами полигональных и пегматоидных разностей. Их генезис *флюидно-метаморфогенный* и связан с неоднократной синмагматической рекристаллизацией первично-магматических дунитов и флюидным перераспределением в этом процессе элементов платиновой группы (ЭПГ) в минеральные агрегаты. МПГ Pt типа рассеяны в кумулятивных сериях мелкозернистых дунитов, пироксенитов и габбро. Установлен *осмисто-платиновый* (Pt>Os) минералого-геохимического тип в сростаниях с пироксеном (табл. 1, 2) [8, 9]. Геохимия редких элементов пироксенов из агрегатов с МПГ Pt>Os типа свидетельствует о комагматичном их родстве с оливин-клинопироксеновыми кумулятами и габбро, и частично с метасоматическими прожилками и шширами пироксенитов в дунитах. Изоферроплатина Pt>Os типа с одной стороны является аналогом таковой из Pt типа (табл. 1, 2), с другой стороны, она насыщена самородным осмием (табл. 1, 2). Известно, что минералы осмия подвергаются многократному растворению, газовому перерас-

Таблица 1

МПП магматогенно-флюидно-метасоматической (I), флюидно-метаморфогенной (II)
 и гидротермально-метасоматической (III) ассоциаций

МПП	I		II	III
	Pt	Pt>Os	Pt>Ir	
Самородная платина – (Pt,Fe,Rh,Pd)	АА	ААИ	Не обн.	Не обн.
Изоферроплатина – (Pt, Rh,Pd) ₃ Fe	ИИИА	АААИ	АИ	«
Изоферроплатина – (Pt,Ir) ₃ Fe	АИ	Не обн.	АААИИ	«
Тетраферроплатина – PtFe	АИ	А	АИВ	ААИИ
Туламинит – Pt ₂ FeCu	Не обн.	А		АААИВ
Хонгшит – PtCu	«	Не обн.		А
Самородная медь с платиной – (Cu,Pt)	«	«		А
Самородный осмий – (Os)	ВИ	ААВВ	В	Не обн.
Самородный осмий – (Os,Ir)	Не обн.	Не обн.	В	«
Самородный иридий – (Ir,Os,Pt)	«	«	В	«
Гексаферрум – (Fe,Ru,Os,Ir)	В	«	Не обн.	«
Фаза-1 – Rh ₃ Fe	«	А	«	«
Куперит – PtS	АВ	АВ	АВ	«
Сперрилит – PtAs ₂	ИИА	Не обн.	ИИАВ	«
Платарсит – Pt(As,S) ₂	АВ	Не обн.	В	«
Эрликманит – OsS ₂	Не обн.	«	В	«
Лаурит – RuS ₂	«	В	В	«
Кашинит – (Ir,Rh)S ₂	«	Не обн.	В	«
Купроирисит – CuIr ₂ S ₄	«	«	В	«
Ирарсит – IrAsS	«	«	В	«
Прассоит – (Rh,Pt) ₁₇ S ₁₅	«	«	В	«
Фаза-2 – (Rh,Pt) ₆ S ₅	«	В	Не обн.	«
Фаза-3 – (Rh,Pt)S	«	В	«	«
Фаза-4 – (Rh,Pt) ₄ S ₅	«	В	«	«
Фаза-5 – (Rh,Pt) ₃ S ₄	«	В	«	«
Купроросит – CuRh ₂ S ₄	«	Не обн.	В	«
Холлингвортит – RhAsS	В	«	В	«
Соболевскит – PdBi	Не обн.	«	В	«
Фаза-6 – оксиды Pt и Fe	«	А	А	«
Фаза-7 – оксиды Ir, Os, Ru и Fe	«	Не обн.	В	«
Фаза-8 – оксиды Ru, Os и Fe	«	В	В	«
Фаза-9 – оксиды Rh, Pt и Fe	«	В	Не обн.	«

Примечание. И – кристаллы, мономинеральные агрегаты; А – полиминеральные агрегаты; В – микровключения в кристаллах и агрегатах. Распространенность минералов: ИИИ, ААА – от 10 до 100 мас.%; ИИ, АА, – от 1 до 10 мас.%; И, А, В – до 1 мас.%

пределению и метакристаллизации [2, 3, 5, 6], поэтому генезис Pt>Os типа обусловлен контаминацией Os из МПП эндоконтактов ранних ультраосновных пород на «королек» Pt и Fe последующих кумулятов. О магматогенно-флюидно-метасоматическом образовании Pt типа в магнезиальных дунитах, показано на примере экзоконтактов кумулятивных такситовых серий в остаточных комплексах офиолитов Красногорского массива [3, 5, 10]. Таким образом, образование МПП Pt и Pt>Os типов обусловлено магматической кристаллизацией плутонических тел массива и их флюидно-метасоматическим воздействием на ранние ультраосновные породы. МПП Pt и Pt>Os типов вместе с ЭПП содержащими сульфидами Fe и Ni [11] являются главным источником Pt>Ir типа. Pt>Ir, Pt и Pt>Os типы осложняет гидротермально-метасоматическая ассоциация МПП связанная с процессом серпентинизации ультраосновных пород (III, табл. 1, 2). Этот процесс в целом направлен на уничтожение (растворение) ранних ассоциаций МПП.

Таким образом, в процессе первоначального поступления недифференцированной магмы в камеру и кристаллизации хромшпинель-оливинового кумулята происходит зарождение и развитие МПП Pt типа. В экзоконтактах недифференцированной магмы ранние кумуляты подвергаются высокотемпературному и флюидному воздействию и формируются своеобразные ме-

Таблица 2

Минеральный и химический состав магматогенно-флюидно-метасоматической (I Pt и I Pt>Os типов), флюидно-метаморфогенной (II Pt>Ir типа) и гидротермально-метасоматической (III) ассоциаций МПГ

Минерал	n	Содержание минерала, мас. %	Содержание ЭПГ, мас. %							Сумма ЭПГ
			Pt	Ir	Os	Ru	Rh	Pd		
(I Pt) Месторождений р. Гальмогапельваям и р. Тапельваям										
Изоферроплатина	125	99,62	88,10	0,40	0,32	0,02	1,07	0,90	90,81	
(III) Тетраферроплатина – туламинит	14	0,23	0,18	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,18	
Самородный осмий	10	0,26	<0,01	0,01	0,24	<0,01	<0,01	<0,01	0,25	
Самородный иридий		Не обн.								
Халькогениды ЭПГ	23	0,12	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	
(I Pt) + (III)			88,33	0,41	0,56	0,02	1,07	0,90	91,29	
(I Pt>Os) Сроетки МПГ с диопсидом										
Изоферроплатина	109	94,80	81,83	0,31	0,35	0,05	1,04	0,9	84,49	
(III) Тетраферроплатина – туламинит	15	0,14	0,11	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,11	
Самородный осмий	79	4,51	0,10	0,06	4,28	<0,01	<0,01	<0,01	4,44	
Самородный иридий		Не обн.								
Халькогениды ЭПГ	45	0,55	0,11	0,01	0,03	0,06	0,19	<0,01	0,40	
(I Pt>Os) + (III)			82,15	0,38	4,66	0,11	1,23	0,91	89,44	
(II Pt>Ir) Месторождений р. Левтыриньяваям (Р.л. 280-183), руч. Ледяной и руч. Пенный										
Изоферроплатина	487	98,71	86,74	1,49	0,31	0,05	0,73	0,29	89,61	
(III) Тетраферроплатина – туламинит	163	0,68	0,52	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,53	
Самородный осмий	33	0,23	<0,01	0,03	0,19	<0,01	<0,01	<0,01	0,22	
Самородный иридий	23	0,14	0,02	0,09	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	0,14	
Халькогениды ЭПГ	152	0,24	0,02	0,01	0,05	0,04	0,02	<0,01	0,14	
(II Pt>Ir) + (III)			87,3	1,63	0,58	0,09	0,75	0,29	90,64	

Примечание. Составы рассчитаны по программе на основании ситовых, минералогических, минералогических, химических анализов и измерения плотности проб «шлиховой платины».

тасоматиты – крупнозернистые и пегматоидные дуниты с ламелями хромшпинелида и хроммагнетита в оливине и с *магматогенно-флюидно-метасоматической* ассоциацией МПГ. Под влиянием последующих внедрений недифференцированной магмы и динамических напряжений на ранние дунитовые тела происходит их синмагматическая рекристаллизация с флюидным перераспределением ЭПГ и развитием *флюидно-метаморфогенной* ассоциации МПГ и хромититов. Развитие *магматогенно-флюидно-метасоматической* и *флюидно-метаморфогенной* ассоциаций МПГ прямо пропорционально поступлению в камеру порций недифференцированной магмы. В известных щелочно-ультраосновных массивах Кондёр и Чад, а также габбро-пироксенит-дунитовом массиве о. Феклистова Дальнего Востока [4, 6], в которых возможно рассчитать необходимые параметры (объем денудационного среза дунитов, количество Pt в эродированных дунитах, запасы Pt в россыпях и др.) развитие *флюидно-метаморфогенной* ассоциации МПГ не превышает первых процентов от суммы Pt распространенной в дунитах [5, 7], скорей всего в форме микроскопических МПГ *магматогенно-флюидно-метасоматической* ассоциации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Дмитренко Г.Г., Мочалов А.Г., Паланджян С.А., Горячева Е.М.* Химические составы породообразующих и акцессорных минералов альпинотипных ультрамафитов Корякского нагорья. Часть 1 и 2. Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1985. 140 с.
2. *Жерновский И.В., Мочалов А.Г.* Генетическая кристаллография гексагональных твердых растворов осмия, рутения и иридия // Геология рудных месторождений. 1999. № 6. С. 546-561.
3. *Мочалов А.Г.* Минералогия платиновых элементов альпинотипных ультрамафитов. Автореф. дисс. канд. геол.-мин. наук. Л.: ЛГИ, 1986. 22 с.
4. *Мочалов А.Г.* Россыпи платиновых металлов // Россыпные месторождения России и других стран СНГ. М.: Научный мир, 1997. С. 127-165.
5. *Мочалов А.Г.* «Шлиховая платина» россыпей Дальнего Востока России. Автореф. дисс. Чд-ра геол.-мин. наук. М.: ИГЕМ, 2001. 48 с.
6. *Мочалов А.Г.* Россыпеобразующие формации минералов платиновой группы Дальнего Востока России // Рудные месторождения и процессы рудообразования. М.: ИГЕМ РАН, 2005. С. 367-386.
7. *Мочалов А.Г.* Распространение минералов платиновой группы весьма мелкой, тонкой и пылевидной фракций // Россыпи и месторождения кор выветривания: факты, проблемы, решения. Тез. докл. Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 2005. С. 175-177.
8. *Мочалов А.Г.* Новый осмисто-платиновый минералогическо-геохимический тип зональных габбро-пироксенит-дунитовых массивов юга Корякского нагорья (Россия) // ДАН. 2009. Т. 426. № 2.
9. *Мочалов А.Г., Бортников Н.С.* Новые критерии генезиса минералов платиновой группы в сростаниях с пироксенами из зональных габбро-пироксенит-дунитовых массивов юга Корякского нагорья (Россия) // ДАН. 2008. Т. 421. № 4. С. 520-524.
10. *Мочалов А.Г., Жерновский И.В., Дмитренко Г.Г.* Состав и распространенность самородных минералов платины и железа в ультрамафитах // Геология рудных месторождений. 1988. №5. С. 47-58.
11. *Мочалов А.Г., Зайцев В.П., Перцев А.Н., Власов Е.А.* Минералогия и генезис «шлиховой платины» россыпных месторождений южной части Корякского нагорья (Россия) // Геология рудных месторождений. 2002. № 3. С.212-238.
12. *Мочалов А.Г., Зайцев В.П., Назимова Ю.В., Перцев А.Н., Вильданова Е.Ю.* Вариации состава «шлиховой платины» россыпных месторождений южной части Корякского нагорья (Россия) // Геология рудных месторождений. 2002. № 6. С. 556-570.
13. *Назимова Ю.В., Зайцев В.П., Мочалов А.Г.* Минералы платиновой группы габбро-пироксенит-дунитового массива Гальмоэнан южной части Корякского нагорья (Россия) // Геология рудных месторождений. 2003. № 6. С. 547-565.
14. *Перцев А.Н.* Петрология плутонических мафит-ультрамафитовых комплексов активных областей перехода океан-континент: Автореф//Дис. Чд-ра геол.-мин. наук. М.:ИГЕМ, 2004. 46 с.
15. *Batanova V.G., Pertsev A.N., Kamenetsky V.S., Ariskin A.A., Mochalov A.G., Sobolev A.V.* Crustal Evolution of Island-Arc Ultramafic Magma: Galmoenan Pyroxenite-Dunite Plutonic Complex, Koryak Highland (Far East Russia) // J. Petrology. 2005. V. 46. № 7. P.1345-1366.