

## МЕДНО-ЗОЛОТО-ПАЛЛАДИЕВАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ В КОНЦЕНТРИЧЕСКИ-ЗОНАЛЬНЫХ МАССИВАХ КОРЯКСКОГО НАГОРЬЯ

© 2004 А. В. Разумный<sup>1</sup>, Е. Г. Сидоров<sup>2</sup>, Е. И. Сандимирова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ЗАО «Корякгеолдобыча», 683006, Петропавловск-Камчатский, ул. Беринга, 104а

<sup>2</sup> Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006;  
e-mail: mineral@iks.kcs.ru

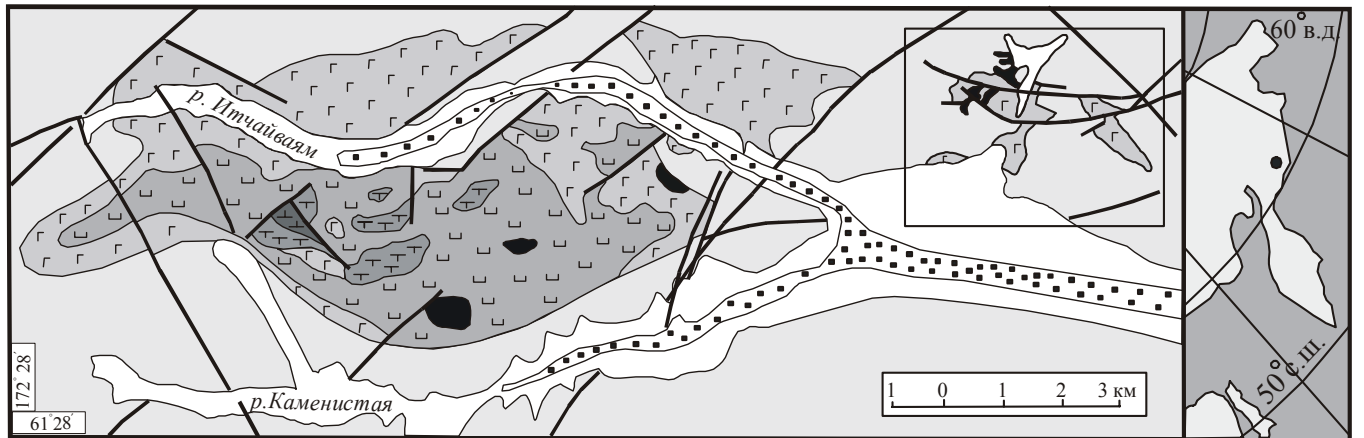
Приводятся данные о минералогическом составе медно-золото-палладиевых руд, приуроченных к концентрически-зональным массивам Корякского нагорья. Парагенетическая ассоциация и взаимоотношения минералов свидетельствуют об их низкотемпературном гидротермальном генезисе. Данный тип оруденения является новым и перспективным для Корякско-Камчатского региона.

Корякско-Камчатский платиноносный пояс получил широкую известность благодаря открытию промышленных россыпей платины в самом конце прошлого столетия. Пояс представлен дискретными выходами платиноносных концентрически-зональных базит-гипербазитовых массивов, протягивающийся от побережья Берингова моря (бухта Анастасии) в западном, затем юго-западном направлении до центральной части Камчатского п-ова не менее 1000 км (Sidorov, 1995). Строение массивов, в большинстве случаев, отвечает классической схеме строения концентрически-зональных массивов урало-аляскинского типа – дунитовое ядро с перидотитовыми, клинопироксенитовыми и габбровыми оторочками. В зависимости от степени эродированности и тектонических условий эта зональность может быть нарушена, вследствие чего отдельные разновидности пород могут отсутствовать или проявлены незначительно.

Россыпные месторождения приурочены к наиболее эродированным массивам со значительным объёмом дунитов в их строении, которые являются коренным источником минералов платиновой группы россыпей. Для дунитов характерны довольно высокие содержания элементов платиновой группы, преимущест-

венно приуроченные к сегрегационным выделениям хромшпинелидов (Корякско-Камчатский ..., 2002). Главный минерал платиновой группы россыпных месторождений и коренных проявлений представлен изоферроплатиной. Клинопироксениты и габброиды, хотя и являются составной частью зональных комплексов, как правило, не рассматриваются как потенциально рудоносные образования, однако есть немногочисленные примеры коренного медно-золото-палладиевого оруденения в зональных комплексах урало-аляскинского типа. К ним относятся месторождение Солт Чак, на юго-востоке Аляски (Foley et al., 1997, Watkinson et al., 2002), и открытое недавно месторождение в пределах Тагило-Баранчинского массива на Урале (Золоев и др., 2001; Аникина и др., 2002, 2004). Совсем недавно появились сведения о медно-золото-палладиевой минерализации в ультрабазитах Полярного Урала (Кузнецов и др., 2004). Для всех указанных месторождений характерно повышенное содержание Cu, Pd, Au, преобладание минералов палладия над остальными минералами платиновой группы.

В результате проведения геологосъемочных работ в пределах крайнего северо-восточного окончания пояса, где расположены довольно крупные Эимнэйнский (Эпильчикский),



**Рис. 1.** Схема геологического строения массива «Итчайваям». 1 – четвертичные отложения; 2 – базальты, кремнистые породы; 3 – дуниты; 4 – верлиты; 5 – пироксениты; 6 – габброиды; 7 – монцодиориты, монциты, монцогаббро; 8 – россыпные проявления минералов платиновой группы; 9 – геологические границы; 10 – разломы; 11 – площадь распространения медно-золото-палладиевой минерализации; 12 – положение массива в пределах Корьякско-Камчатского региона.

Матыскенский (Снеговой) и Итчайваямский массивы, установлены медно-золото-палладиевые рудопоявления.

Данные интрузии сосредоточены в хребте Снеговом, разделяющем бассейны рр. Ильпи и Ватыны, впадающих в Берингово море. Геологические комплексы горного сооружения хребта Снегового являются частью Ватынского аллохтона, шарьированного на терригенные образования Корьякского флишевого прогиба. В строении аллохтона, кроме дунит-клинопироксенит-габбровых интрузий вывенского комплекса, принимают участие океанические вулканогенно-кремнистые отложения ватынской серии кампанского возраста и островодужные туфокремнистые вулканогенные образования ачайваямской свиты маастрихта (Корьякско-Камчатский..., 2002).

Из данных массивов менее эродированный - Итчайваямский, где преобладающими породами являются верлиты, клинопироксениты и габбро. Дуниты ядерной части интрузии выкрыты лишь фрагментарно, в виде незначительных по площади единичных выходов (рис.1). Средней степенью эродированности характеризуется Эимнэйнский массив, Матыскенский – эродирован наиболее глубоко.

В результате детального опробования краевых габброидных частей всех массивов выявлены комплексные аномалии меди, цинка, ванадия, галлия, молибдена, золота, серебра, палладия, которые связаны с прожилково-

вкрапленной сульфидной минерализацией, проявленной как в габброидах, так и вмещающих роговиках. Характер минерализации на всех массивах сходный. Наиболее масштабно она проявлена на востоке Итчайваямского массива, вероятно, из-за широкого развития здесь более поздних малых интрузий среднего состава, сыгравших существенную роль в перераспределении рудных элементов, повышенные концентрации которых характерны для габброидных частей всех массивов.

В пределах Итчайваямского массива оруденение выявлено на площади около 15 км<sup>2</sup> и приурочено к краевой части интрузии такситовых габброидов. Габброиды залегают с тектоническими контактами под базальтами ачайваямского комплекса и прорваны многочисленными мелкими силлообразными телами и дайками монцодиоритов, диоритов, кварцевых монцитов, габбро поздней фазы. Рудные тела представляют собой пологую зону прожилкования, залегающую «согласно» контакту габброидов с вмещающими базальтами. Минерализация представлена как гнездовыми скоплениями сульфидных минералов, серией их прожилков, так и убогой рассеянной вкрапленностью. Наиболее значимая рудная точка расположена в левом борту руч. Бараньего, где в актинолитизированных и эпидотизированных такситовых габброидах, на 5-метровом интервале, оруденение представлено сетью субпараллельных крутопадающих сульфидных прожилков мощностью

**Таблица 1.** Химический состав сульфидов рудопроявления Итчайваям по данным микрозондового анализа (вес. %)

№ п/п	Наименование минерала	Fe	Pb	Cu	S	Sb	Σ
1	Борнит	12.30	-	58.03	30.39	-	100.73
2	Cu <sub>5</sub> FeS <sub>4</sub>	12.80	-	60.01	27.84	-	100.55
3	-"-	12.14	-	59.66	28.26	-	100.06
4	-"-	14.53	-	56.73	28.75	-	99.71
5	Халькопирит	31.88	-	32.91	34.99	-	99.78
6	CuFe S <sub>2</sub>	31.21	-	32.76	35.84	-	99.81
7	-"-	30.14	-	34.64	34.77	-	99.56
8	-"-	29.71	-	33.55	35.75	-	99.01
9	-"-	29.98	-	33.79	35.37	-	99.14
10	Ковеллин CuS	3.67	-	69.88	27.36	-	100.91
11	Галенит PbS	-	86.31	-	12.90	-	99.22
12	-"-	0.96	84.95	-	12.89	0.31	99.10
13	-"-	0.89	85.33	-	13.42	0.47	100.12
14	-"-	0.90	84.59	-	13.14	0.40	99.03

**Примечание.** Анализы выполнены в Институте вулканологии и сейсмологии ДВО РАН на приборе «Самбах-246», аналитики – В.М. Чубаров, С.В. Москалева, Т.М. Философова. Условия анализа: ускоряющее напряжение 20 кV при токе образца 30-40 нА. В качестве эталонов использовались природные минералы известного состава и искусственные соединения. Прочерк – содержание элемента ниже предела чувствительности метода.

от 3-5 до 50-70 см. Содержания полезных компонентов в них достигают следующих значений: Cu -13%, Mo – 0.12%, Au – 22.8 г/т, Ag – 43.6 г/т, Pd – 2.2 г/т, Re – 3.28 г/т, Se - 97 г/т.

Прожилково-вкрапленные руды имеют переменный состав с различным содержанием сульфидов, которые представлены, главным образом, халькопиритом и борнитом. В подчиненном количестве установлены галенит, ковеллин, халькозин, молибденит, палладиевые минералы, золото и минералы серебра. В отдельных прожилках установлен сфалерит и барит. Из вторичных минералов также присутствуют азурит, малахит и лимонит. Химический состав некоторых основных сульфидных минералов приведен в таблице 1. Силикатные минералы в рудных прожилках представлены клинопироксеном, актинолитом, эпидотом, реже присутствуют хлорит, пренит, цеолиты и кварц. В габброидах в значительных количествах отмечаются реликтовые зерна титаномагнетита и ильменита, часто в ассоциации с халькопиритом.

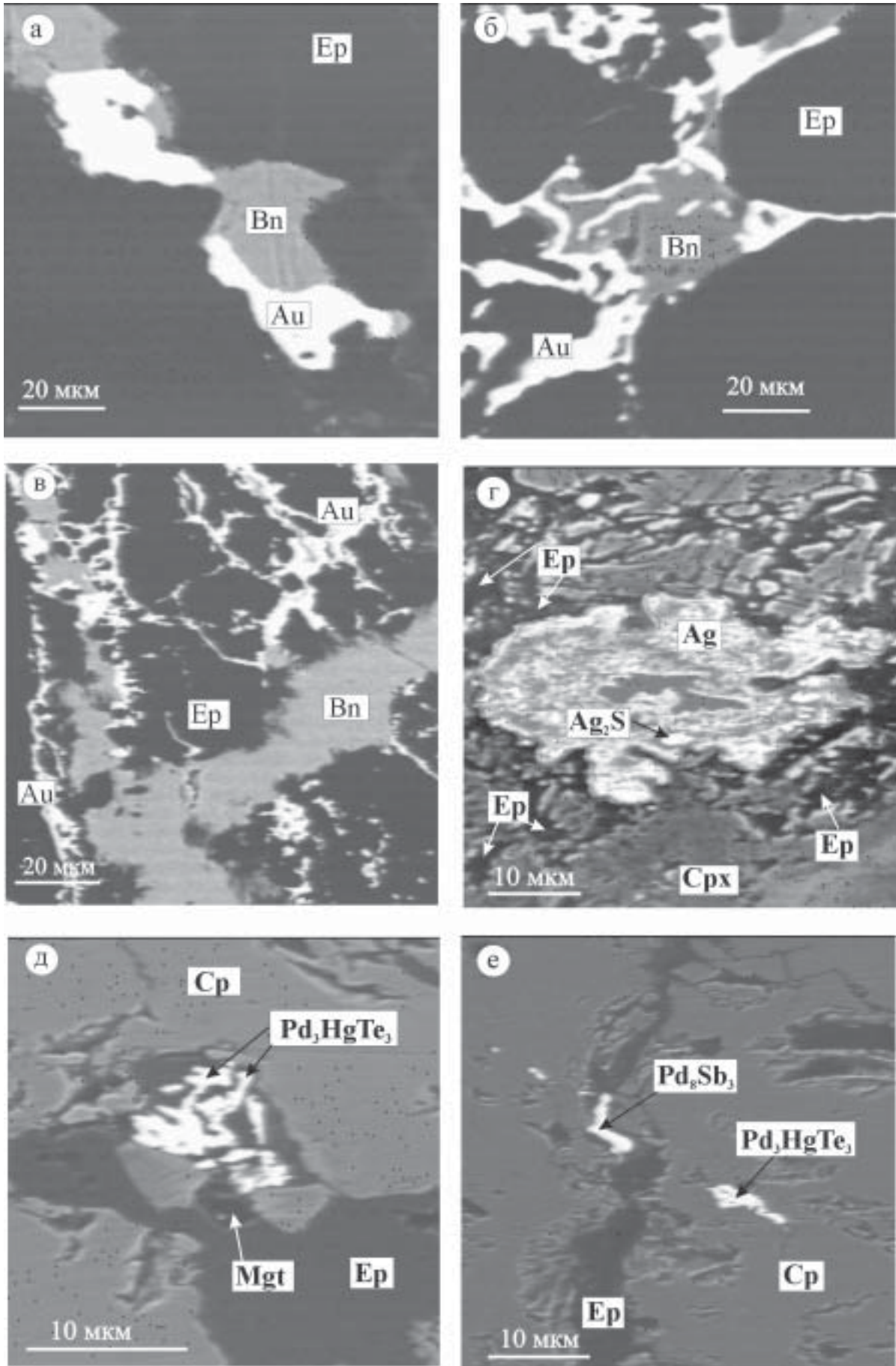
**Рис. 2.** Формы выделения золота, серебра и минералов платиновой группы: а - включение темагамита (Pd<sub>3</sub>HgTe<sub>3</sub>) в халькопирите (Ср), серое – эпидот (Ер), черное – магнетит (Mgt); б - включение темагамита (Pd<sub>3</sub>HgTe<sub>3</sub>) в халькопирите (Ср) и мертиита-II (Pd<sub>8</sub>Sb<sub>3</sub>) в прожилке эпидота (Ер); в - включение зонально-пятнистого зерна Ag с реликтом аргентита (Ag<sub>2</sub>S) в клинопироксените (Срх), черное – эпидот (Ер); г - прожилки золота (Au) в ассоциации с борнитом (Вн) в эпидоте (Ер); д - сростание золота (Au) с борнитом (Вн) в эпидотовом агрегате (Ер).

Преобладающие сульфидные минералы - халькопирит и борнит обычно находятся во взаимном сростании, образуя аллотриоморфно-зернистые агрегаты. Для участков, сложенных преимущественно борнитом, весьма характерны халькопирит-борнитовые сростания в виде тонких решетчатых структур распада твердого раствора. Нередко крупные массивные скопления борнита по периферии и трещинам замещаются ковеллином и халькозином.

Молибденит – достаточно распространенный минерал в рудах, образует чешуйчатые сферолитовые агрегаты (до 0.1 мм) в халькопирите или в интерстициях зерен силикатных минералов: эпидота, пренита или актинолита. Кроме того, он образует рассеянную вкрапленность в эпидотовой матрице. Иногда он развит в ассоциации с минералами серебра. По отношению к халькопириту является более поздним минералом.

Галенит - встречается в рудных прожилках в ассоциации с основными сульфидами и в виде отдельных выделений в эпидоте. Размер выделений не превышает 20 мкм.

Самородное золото образует мелкие (до 0,01 мм) зерна комковидной и дендритовидной





форм в халькопирите и борните, ксеноморфные зернышки в кварце и тонкие прожилки в эпидоте в ассоциации с борнитом длиной до 5 мм (рис. 2,а-в). Химический состав золота приведен в табл. 2. Золото часто содержит примесь ртути и железа.

Из минералов серебра встречается: *самородное серебро, гессит и аргентит* (табл. 2, 3). Самородное серебро, также как гессит и аргентит, часто отмечается в форме включений в халькопирите и эпидот-клинопироксеновом агрегате. Некоторые зерна серебра характеризуются неоднородным зонально-пятнистым строением, что обусловлено чередованием участков, обогащенных в разной степени S, Fe и Cu. Аргентит в таких зернах отмечается в виде реликтовых выделений в самородном серебре (рис. 2,з). Гессит выявлен в халькопирите и эпидоте в виде включений до 10 мкм.

Минералы платиновой группы (табл. 3) в рудах представлены теллуридами палладия - *мертезитом II, меренскиитом и темагамитом*. Они, преимущественно, приурочены к выделениям халькопирита и борнита, где отмечаются в виде ксеноморфных микровключений, а также установлены в прожилках, выполненных эпидотом (рис. 2,д-е). Размер выделений минералов не превышает 20 мкм.

Рассмотренная парагенетическая ассоциация и взаимоотношения минералов свидетельствуют об их низкотемпературном гидротер-

мальном генезисе (Костов, Минчева-Стефанова, 1984). Внедрение поздних малых интрузий среднего состава сыграло существенную роль в перераспределении и концентрации рудных элементов. Учитывая большое распространение массивов дунит-клинопироксенит-габбровой формации в пределах Корякско-Камчатского региона, многие из которых характеризуются незначительной степенью эродированности, данный тип рудной минерализации может иметь практическое значение. Наиболее благоприятными для поисков промышленных концентраций руд рассматриваемого типа являются участки неглубокого залегания кровли массивов, особенно в местах проявления более поздней магматической активности.

Список литературы

*Аникина Е. В., Русин И. А., Филиппов В. Н. и др.* Золотопалладиевое оруденение в габбро Тагило-Баранчинского массива (Средний Урал): минералы и минеральные парагенезисы // Материалы Всероссийского симпозиума «Геология, генезис и вопросы освоения комплексных месторождений благородных металлов». М.: ООО «Связь-Принт», 2002. С. 104-108.

*Аникина Е. В., Русин И. А., Кнауф В. В. и др.* Новые данные о составе золото-палладиевого оруденения в ультрамафит-мафитовом разрезе южного блока Волковской интрузии на Сред-

**Таблица 2.** Химический состав минералов Au и Ag рудопроявления Итчайваям по результатам микрозондового анализа (мас. %)

№ п/п	Fe	Cu	S	Au	Ag	Hg	Сумма
1	0.31	-	-	77.89	20.06	-	98.26
2	-	-	-	83.49	17.94	-	101.43
3	-	-	-	81.93	18.02	-	99.95
4	-	-	-	80.43	18.19	-	98.61
5	-	-	-	87.00	13.29	-	100.99
6	0.18	-	-	84.47	13.47	1.13	99.25
7	0.30	-	-	82.28	18.31	-	100.89
8	-	-	-	80.55	20.12	-	100.67
9	-	-	-	78.39	21.44	1.71	101.54
10	-	-	-	78.13	22.19	1.44	98.46
11	2.16	1.32	1.04	-	96.09	-	100.61
12	1.86	-	11.48	-	85.79	-	98.79

**Примечание.** Анализы выполнены в Институте вулканологии и сейсмологии ДВО РАН на приборе «Самебах-246», аналитики – В.М. Чубаров, С.В. Москалева, Т.М. Философова. Условия анализа: ускоряющее напряжение 20 кV при токе образца 30-40 нА. В качестве эталонов использовались природные минералы известного состава и искусственные соединения. Прочерк – содержание элемента ниже предела чувствительности метода. Анализы: 1-10 – золото, 11 – серебро, 12 – аргентит (Ag<sub>2</sub>S).

**Таблица 3.** Химический состав теллуридов Pd и Ag рудопроявления Итчайваям по результатам микрозондового анализа (вес. %)

№ п/п	Наименование минерала	Cu	Fe	S	Hg	Te	Sb	Ag	Pd	Сумма
1	Гессит Ag <sub>2</sub> Te	-	0.31	0.99	-	35.01	-	64.51	-	100.82
2	-"	-	0.39	0.69	-	34.61	-	64.12	-	99.81
3	Мертеит II Pd <sub>8</sub> (Sb,As) <sub>3</sub>	0.61	1.25	0.10	-	0.12	25.38	-	71.26	98.73
4	Меренскиит	1.33	-	0.60	-	64.82	-	-	26.37	93.13
5	(PdTe <sub>2</sub> )	1.37	-	0.80	-	65.02	-	-	25.84	93.03
6	-"	1.60	-	1.09	-	65.21	-	-	26.37	94.28
7	Темагамит	0.84	3.40	-	21.18	39.61	-	-	32.99	98.03
8	(Pd <sub>3</sub> HgTe <sub>3</sub> )	0.15	1.65	-	22.11	42.20	-	-	33.78	99.90
9	-"	5.49	5.34	0.82	19.55	35.52	-	-	31.57	98.30
10	-"	1.42	8.05	0.36	18.77	38.75	-	-	30.16	97.50
11	-"	1.82	3.33	-	19.26	40.84	-	-	33.04	98.28

**Примечание.** Анализы выполнены в Институте вулканологии и сейсмологии ДВО РАН на приборе «Самбах-246», аналитики – В.М.Чубаров, С.В.Москалева, Т.М.Философова. Условия анализа: ускоряющее напряжение 20 кВ при токе образца 30-40 нА. В качестве эталонов использовались природные минералы известного состава и искусственные соединения. Проверка – содержание элемента ниже предела чувствительности метода.

нем Урале // Доклады РАН. 2004. Т. 396. № 3. С. 377-382.

Золов К. К., Волченко Ю. А., Коротеев В. А. и др. Платинометальное оруденение в геологических комплексах Урала. Екатеринбург. 2001. 199 с.

Корякско-Камчатский регион - новая платиноносная провинция России. Коллектив авторов. СПб.: Изд-во С-Пб картфабрики ВСЕГЕИ, 2002. 383 с.

Костов И., Минчева-Стефанова И. Сульфидные минералы. Кристаллохимия, парагенезис, систематика. М.: Мир, 1984. 281 с.

Кузнецов С.К., Котельников В.Г., Анищенко С.А. и др. Медно-золото-палладиевая минерализация в ультрабазитах Войкаро-Сынинского массива на Полярном Урале // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2004. № 5. С. 2- 4.

Foley J. Y., Light T. D., Nelson S. W., Harris R.A. Mineral Occurrences Associated with Mafic-Ultramafic and Related Alkaline Complexes in Alaska. // Economic Geology. 1997. Monograph 9. P. 396-449.

Sidorov Evgeny G. Platinum occurrences in ultramafic massifs on the Koryak-Kamchatka region // Geology and mineral deposits of the Russian far East. 1995. V. 1. P. 36 - 38.

Watkinson D. H., Lavigne M. J., Fox P. E. Magmatic-Hydrothermal Cu- and Pd-rich Deposits in Gabbroic Rocks from North America // The Geology, Geochemistry, Mineralogy and Mineral Beneficiation of Platinum-Group Elements / Edited by L. J. Cabri. Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum, 2002. Special Volume 54. P. 229-319.

### Copper-Gold-Palladium Mineralization in the Concentric Zoned Massifs of the Koryaksky Upland

A. V. Rasumny<sup>1</sup>, E. G. Sidorov<sup>2</sup>, E. I. Sandimirova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CJSC "Koryakgeoldobycha"

<sup>2</sup> Institute of Volcanology and Seismology, Far East Division, Russian Academy of Science  
e-mail: mineral@iks.kcs.ru

There is given the data of mineralogical composition of the copper-gold-palladium ore, confined to the concentric-zoned massifs of the Koryaksky upland. Paragenetic association and relations of the minerals are the evidence of their low temperature hydrothermal genesis. This type of mineralization is new and has potential for Koryak-Kamchatkan region.