

УДК 549.2

ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТА РОССЫПНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ РЕКИ ОЛЬХОВАЯ 1-Я (КАМЧАТСКИЙ МЫС, ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА)

© 2013 Е.Г. Сидоров¹, Е.И. Сандиминова¹, В.М. Чубаров¹
Л.П. Аникин¹, Э.К. Ибрагимова², А.В. Антонов²

¹Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, 683006,
Петропавловск-Камчатский, б-р Пийна, 9; e-mail: mineral@kscnet.ru
²Всероссийский научно-исследовательский геологический институт
им. А.П. Карпинского, 199106

В работе представлены результаты минералогических исследований золота из шлиховых ореолов и россыпного месторождения реки Ольховая 1-я, пространственно приуроченных к крупному гипербазитовому массиву в центральной части полуострова Камчатский Мыс (Восточная Камчатка). Выявлено два типа золота, первый из которых представлен его серебристой разновидностью, а второй – медистой. Происхождение серебристого золота связывается с альбитовыми жилами, а медистого золота – с пироксен-гранатовыми родингитами массива Камчатский Мыс.

Ключевые слова: россыпи, серебристое золото, медистое золото, гипербазиты, родингиты.

ВВЕДЕНИЕ

Для Корякско-Камчатского региона характерна пространственная приуроченность россыпей золота с минералами платиновой группы к полям развития гипербазитовых массивов дунит-гарцбургитовой формации (альпино-типным гипербазитам) (Мелкомуков, Зайцев, 1999; Осипенко и др., 2000; Сидоров, 1987). Аналогичная закономерность установлена и для других регионов мира (Агафонов и др., 1993; Молчанов и др., 2007; Мурзин и др., 2006; Сазонов и др., 2002 и др.). Проблема коренных источников подобных россыпей рассматривается многими исследователями, и, по существующим представлениям и данным, потенциальными источниками золота таких россыпей могут быть родингиты, антигоритовые серпентиниты, а также листвениты (Мурзин и др., 2006; Плюснина и др., 2007; Попова и др., 2003; Спиридонов, Плетнев, 2002 и др.).

Гипербазитовый массив, в отрогах которого берет свое начало р. Ольховая 1-я, расположен в центральной части полуострова Камчатский Мыс на востоке Камчатки (Бояринова и др., 1999; Велинский, 1979; Крамер и др., 2001; Сидоров, 1987; Сидоров, Толстых, 2011; Хотин, Шапиро, 2006; Цуканов и др., 2008). Он находится

в поле развития верхнемеловых кремнисто-вулканогенных образований африканской серии, отложения которой образуют крупную синклинальную структуру северо-северо-западного простирания, осложненную многочисленными разломами (рис. 1). Массив представляет собой пластинообразное тело, согласное с простиранием вмещающих пород с падением на восток-северо-восток под углом 45-50°. Контакты массива с вмещающими породами тектонические, на его западном и восточном флангах в зоне контактов развиты родингиты (Осипенко и др., 2000; Сидоров, 1987).

Первые данные о наличии россыпного золота в долине р. Ольховая 1-я были получены в конце 20-х годов XX в. геологами Г.А. Дягилевым и А.Н. Трошиным. Более детальное изучение территории проводилось с середины-конца прошлого столетия камчатскими геологическими партиями под руководством А.И. Юдина, Ю.Н. Гринченко, М.Ю. Хотина, Б.К. Долматова, И.Д. Петренко, В.А. Нодия, М.Е. Бояриновой и другими исследователями (Бояринова и др., 1999). В результате проведенных работ были оконтурены промышленные россыпи золота бассейна реки Ольховая 1-я, а также выявлены точки с повышенным содержанием этого металла в коренных породах

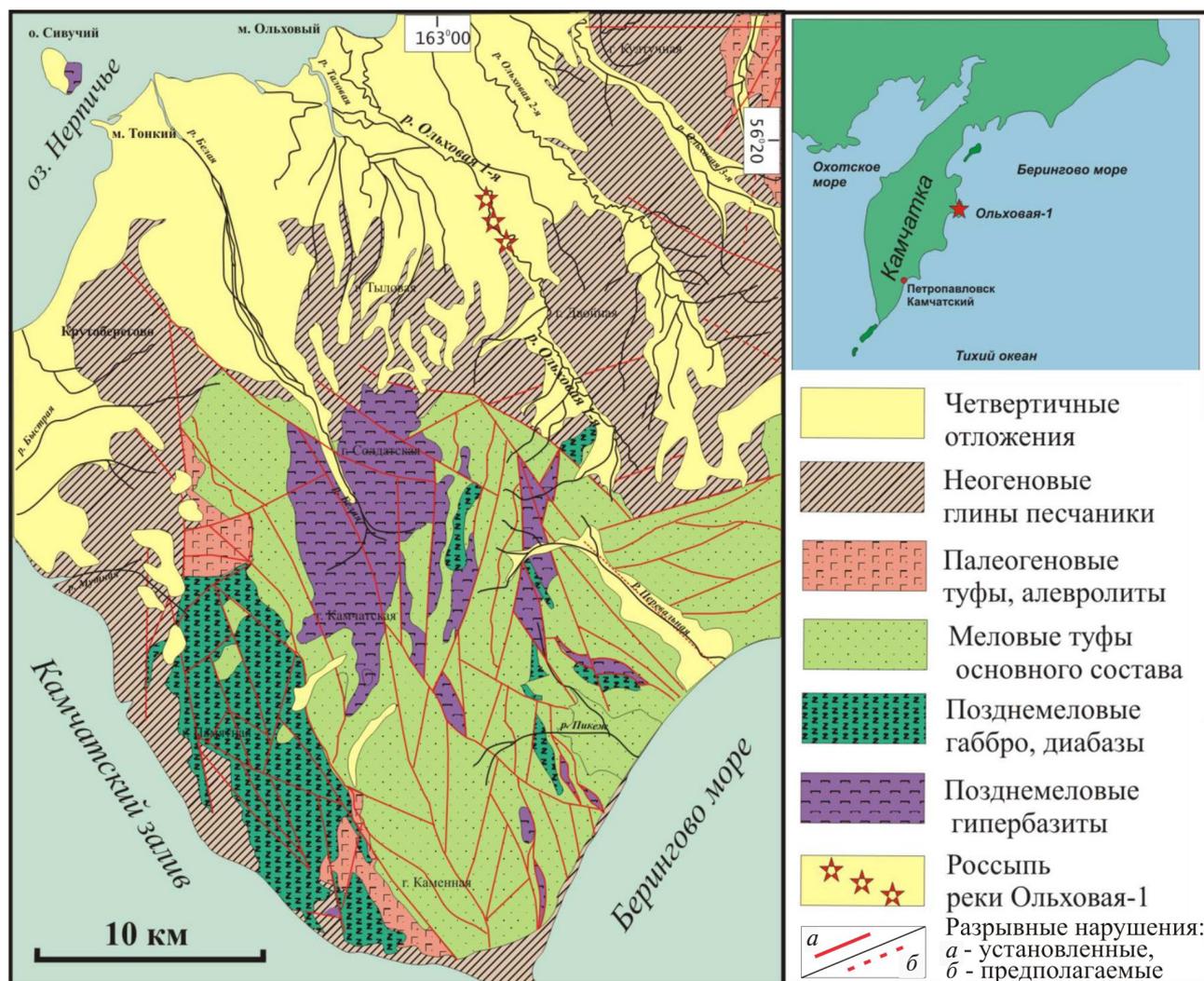


Рис. 1. Геологическая карта полуострова Камчатский Мыс по (Бояринова и др., 1999).

гипербазитового массива. Несмотря на то, что золото значительно преобладает над минералами платиновой группы во всех россыпных проявлениях, его детальных минералогических исследований не проводилось и коренные источники не были установлены.

Для получения характеристики золота из россыпных проявлений было исследовано более 500 зерен шлихового золота. Морфология, внутреннее строение и вещественный состав зерен изучались с помощью микрозонда Camebax № 244, укомплектованного энерго-дисперсионным спектрометром (ЭДС) X-MAX (ИВиС ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский) и сканирующего электронного микроскопа CamScan MX2500, оборудованного ЭДС Link Pentafet (ФГУП «ВСЕГЕИ», г. Санкт-Петербург).

МИНЕРАЛОГИЯ ЗОЛОТА

Изученные шлиховые концентраты россыпных проявлений р. Ольховая 1-я на 70% (от веса

шлихов) состоит из магнетита, хромшпинелида и киновари. В подчиненном количестве присутствуют оливины, пироксены, серпентин, гранаты разнообразной окраски, циркон, самородная медь, гематит. Встречаются единичные зерна пирита, халькопирита, касситерита и других минералов. Из благородных металлов присутствуют минералы платиновой группы и золото. Среди минералов платиновой группы преобладают минералы системы Os-Ir-Ru, что характерно для альпинотипных гипербазитов (Tolstykh et al., 2009).

Около 95% изученного золота в шлихах относится к весьма мелкому и мелкому классу с размером золотин 0.1-0.6 мм, отдельные зерна достигают 5.0 мм. Золото фракции < 0.25 мм представлено изометричными, пластинчатыми, реже столбчатыми кристаллами. Во фракции 0.25-0.50 мм преобладают золотины округлой и уплощенной лепешковидной формы, изредка встречаются изометричные кристаллы, по форме близкие к октаэдру со сглаженными вер-

шинами и ребрами, а также тонкие пластинки, на которых иногда отмечается штриховка (рис. 2). Фракция 0.50-1.0 мм характеризуется округлыми комковидными и лепешковидными золотиными. На поверхности золотинок нередко наблюдаются участки с пленками лимонита и охр черного цвета невыясненного состава.

Шлиховое золото по внутреннему строению и особенностям химизма подразделяется на два типа (рис. 3).

Первый тип – это серебристое золото, оно образует золотины яркого золотисто-желтого цвета. Сдержание серебра в золотиных колеблется в пределах 10-30 мас. %, в редких случаях достигает 30-40. Каймы высокопробного золота по золотиным имеют примесь серебра до 5 мас. %. Средняя проба золота 800. Для серебристого золота характерно однородное внутреннее строение. Очень редко в нем встречаются мелкие (менее 5-10 мкм) включения халькопирита,

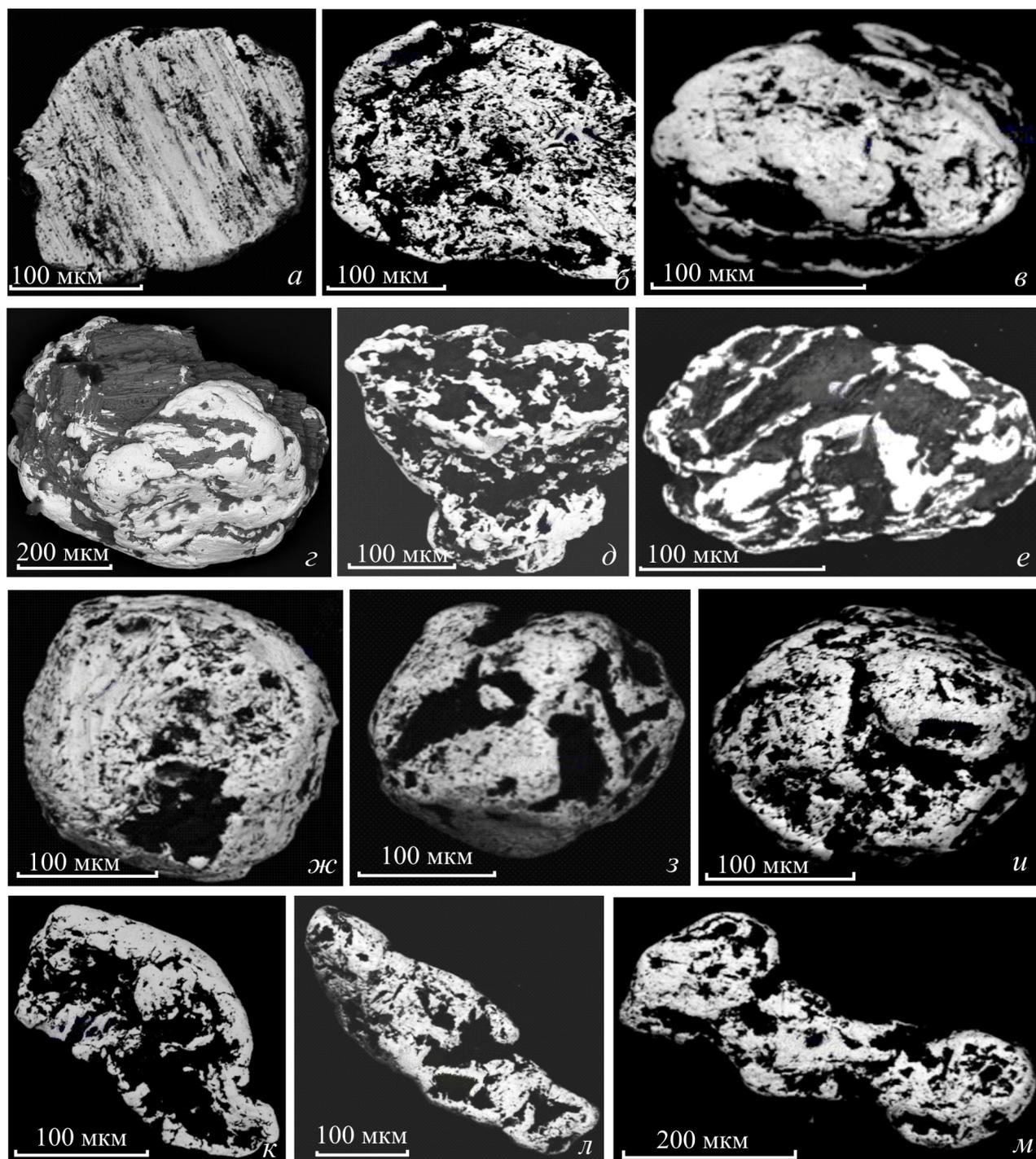


Рис. 2. Формы золотинок: а-в – пластинчатые и уплощенные; г, д – комковатые; е – ребристые, скелетные; ж-и – октаэдрические кристаллы со сглаженными гранями и ребрами; к-м – удлиненные агрегаты.

ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

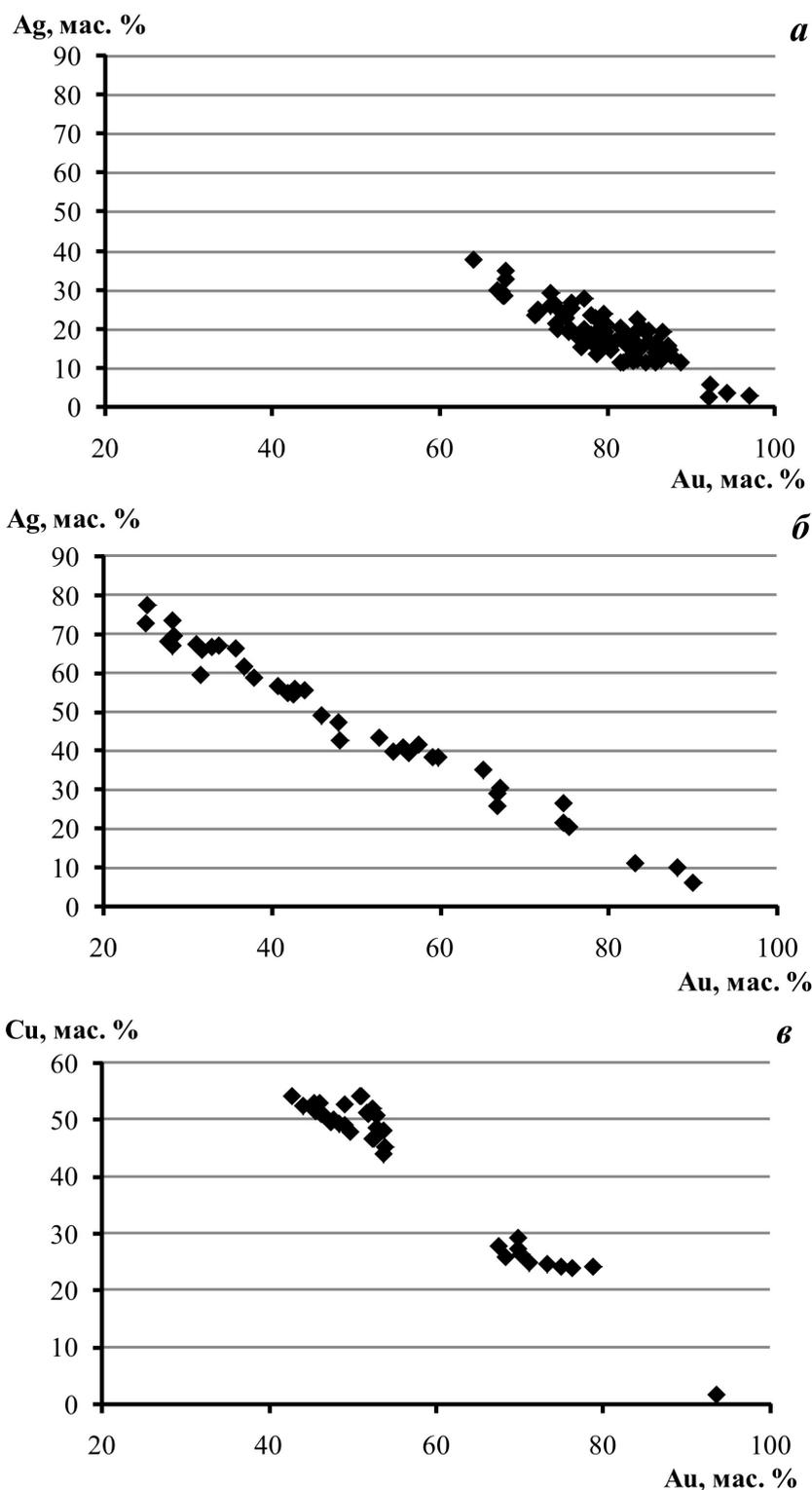


Рис. 3. Соотношение Ag-Au в серебристом (а) и медистом (б) золоте, в – соотношение Cu-Au в медистом золоте р. Ольховая I-я (по данным микрозондового анализа, Camebax № 244).

пирита и алтаита (PbTe). Эпизодически в золоте присутствует примесь Hg до 3.6 мас. % (таблица).

В сростании с серебристым золотом отмечаются (рис. 4) плагиоклазы An₁₀₋₁₀₀ (альбит, лабрадор, андезин, олигоклаз), калиевый полевой шпат (ортоклаз), хлориты типа клинохлора, пеннина (классификация по (Сердюченко, 1953)), а также

серпентин. Встречаются сростания золота с амфиболами (магнезиальная роговая обманка и актинолит), оливином (Fo₈₄₋₉₂), пироксенами (диопсид, геденбергит, авгит, эгирин), эпидотом, пренитом, кварцем, магнетитом, титаномагнетитом, рутилом и сфеном. Чаще всего серебристое золото находится в сростании с альбитом – от небольших

Химический состав золота из шлиховых ореолов р. Ольховая 1-я по результатам микронзондового анализа.

№ анализа	Cu	Hg	Au	Cd	Ag	Σ	Cu	Hg	Au	Cd	Ag
Мас. %						Ат. %					
Золотины, сложенные серебристым золотом (Au-Ag)											
1	-	-	67.95	-	32.61	100.56	-	-	53.29	-	46.71
2	-	-	73.65	-	26.65	100.30	-	-	60.22	-	39.78
3	-	1.10	79.72	-	18.91	99.73	-	0.94	69.13	-	29.94
4	-	-	81.65	-	17.74	99.39	-	-	71.60	-	28.40
5	-	-	83.61	-	15.92	99.53	-	-	74.20	-	25.80
6	-	-	85.75	-	13.65	99.40	-	-	77.48	-	22.52
7	-	-	88.82	-	11.25	100.07	-	-	81.21	-	18.79
8	-	-	97.08	-	2.82	99.90	-	-	94.96	-	5.04
9	-	3.55	78.78	-	13.26	95.60	-	3.38	73.99	-	22.74
Золотины, сложенные фазами системы Au-Ag-Cu											
10	23.91	-	75.08	-	-	98.99	49.67	-	50.33	-	-
11	46.60	-	52.64	-	-	99.24	73.29	-	26.71	-	-
12	52.88	-	46.17	-	-	99.05	78.03	-	21.97	-	-
13	-	1.61	31.17	0.65	67.02	100.45	-	1,01	19.94	0.73	78.31
14	-	-	33.82	0.36	66.92	101.10	-	-	21.59	0.40	78.01
15	-	0.12	36.80	0.51	61.44	98.87	-	0,08	24.53	0.59	74.79
16	-	-	42.79	0.15	55.70	98.64	-	-	29.56	0.18	70.26
17	-	-	57.49	0.09	41.56	99.14	-	-	43.06	0.11	56.83
18	-	-	65.20	0.03	34.96	100.19	-	-	50.51	0.05	49.45
19	-	-	75.24	-	25.12	100.36	-	-	62.13	-	37.87
20	-	-	93.65	-	6.34	99.99	-	-	88.99	-	11.01

Примечание. Прочерк – элемент не обнаружен. Микрорентгеноспектральный анализатор Camebax № 244, ИВиС ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский, аналитик В.М. Чубаров.

включений альбита в золоте до альбитовых агрегатов с прожилками и тонкой вкрапленностью в них золота. Золото в сростках с альбитом совершенно неокатано или слабо окатано.

Второй тип золота – медистое золото. Золотины, сложенные медистым золотом, чаще всего встречаются во фракциях более 0.25 мм. Они имеют характерный красноватый медистый цвет. Изучение внутреннего строения и химического состава золотин показало, что они образованы минералами двух систем – Au-Ag и Au-Cu. В системе Au-Ag выделяются: высокопробное золото (до 94 мас. % Au), серебристое золото (20-30 мас. % Ag), электрум (30-70 мас. % Ag), реже кюстелит (70-80 мас. % Ag). В соединениях системы Au-Ag обычно содержится примесь Cd до 0.7 мас. %, эпизодически в них отмечается примесь Hg до 1.6 мас. % (таблица). Соединения системы Au-Cu представлены в основном двумя минералами – аурикупридом AuCu₃ и купроауридом AuCu, редко встречается минерал Au₃Cu (рис. 5). В соединениях

Au-Cu иногда отмечается примесь Ag до 3 мас. %, в единичных случаях – Fe до 0.7 мас. %.

Для большинства золотин второго типа характерна четкая зональность, как для самой золотины, так и для отдельных участков и кристаллов внутри нее (рис. 6). Центральные части золотин, как правило, сложены фазами Au-Ag, а краевые – фазами Au-Cu. Фазы Au-Ag и Au-Cu образуют участки с резкими (по составу) границами неправильной формы. В центральных частях зональных золотин иногда наблюдаются структуры распада исходного Cu-Ag-Au сплава, образованные параллельно ориентированными или сходящимися под углом тонкими пластинками купроаурида в серебристом золоте (рис. 6д, 6з, 6м). В зональных золотинах также встречаются участки «рыхлого» строения, сложенные электрумом (рис. 6е). По данным, полученным с использованием ЭДС X-MAX, электрум на таких участках содержит примесь Cl (до 11 мас. %), J (до 1.9 мас. %), Al (до 0.5 мас. %) и O (до 4.4 мас. %).

ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

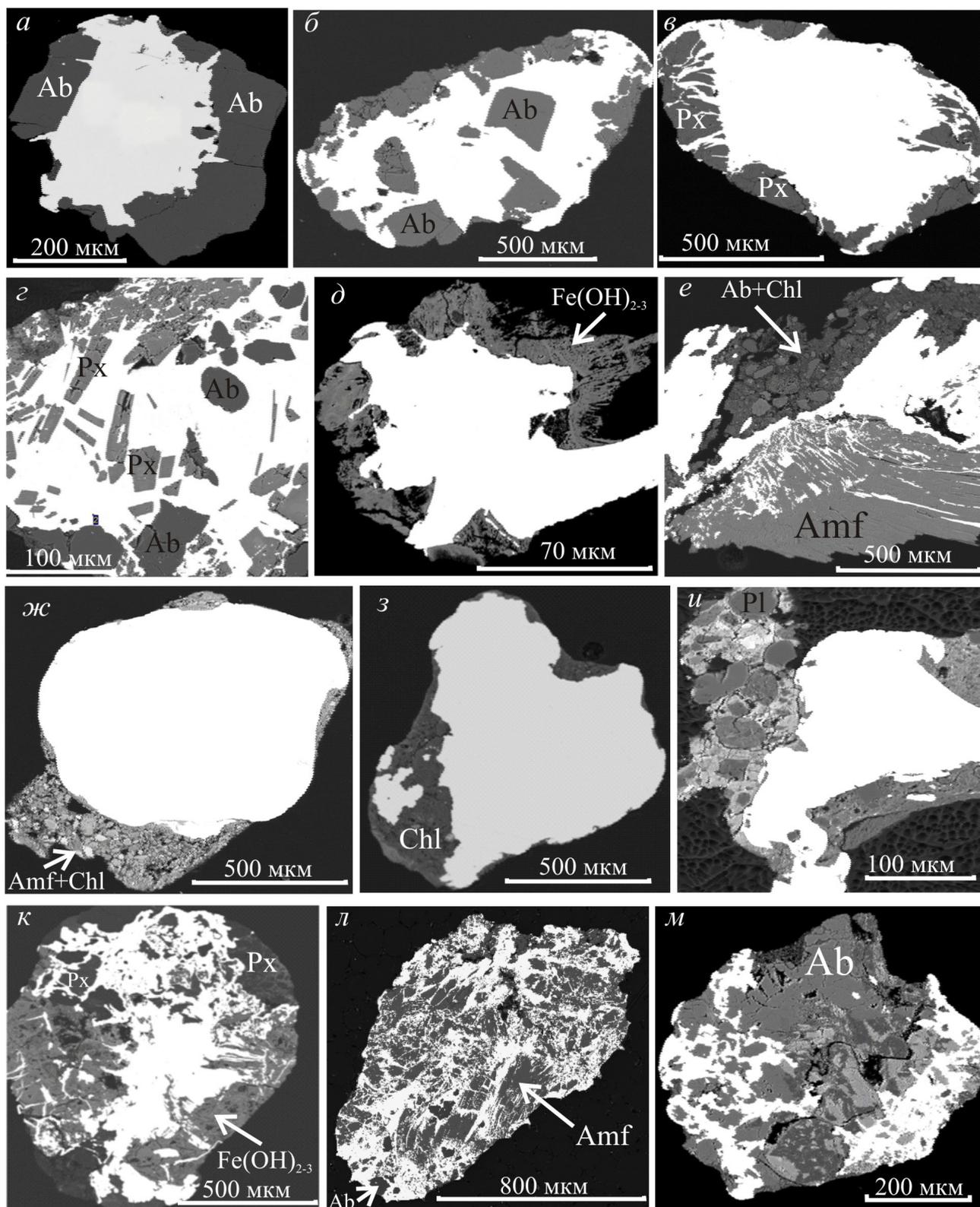


Рис. 4. Серебристое золото (белое) в сростании с силикатными минералами: *а, б* – с альбитом (Ab); *в* – с ромбическим пироксеном (Px); *г* – с диопсидом (серое) и альбитом (темно-серое); *д* – с гидроксидом железа ($\text{Fe}(\text{OH})_{2-3}$); *е* – с альбит-хлоритовым агрегатом (темно-серое) и амфиболом (Amf, серое); *ж* – с мелкозернистым амфибол-хлоритовым агрегатом; *з* – с хлоритом (Chl); *и* – с андезином (Pl, изометричные зерна) и лимонитизированной силикатной массой; *к* – с агрегатом лимонитизированных силикатных минералов; *л* – с альбитом (мелкие изометричные зерна, темно-серое) и актинолитом (крупные удлиненные кристаллы, серое); *м* – с полевошпат-диопсид-альбитовым агрегатом.

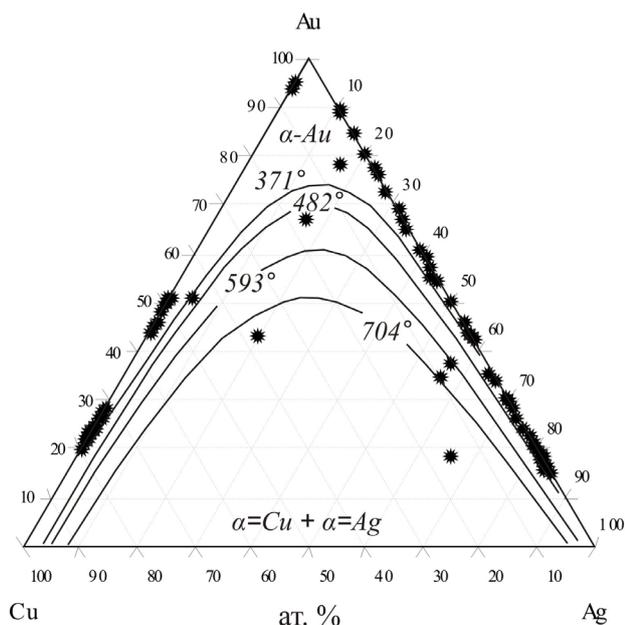


Рис. 5. Распределение составов фаз из медьсодержащих золотин на диаграмме состояния системы Au-Ag-Cu по (Благородные..., 1984).

В некоторых золотинах второго типа наблюдается зернистое строение, обусловленное срастанием идиоморфных и гипидиоморфных кристаллов электрума и купроаурида (рис. 6а-б). Между кристаллами в золотинах располагаются участки колломорфного зонального строения: в центре – электрум, а по краям – самородное золото с примесью серебра. Отдельные гипидиоморфные кристаллы электрума также имеют зональное строение, в них можно наблюдать несколько зон роста (рис. 6в). Содержание серебра от центра к краю в пределах колломорфных участков и в зональных кристаллах снижается. В отраженном свете краевые части зональных участков имеют зеленоватый оттенок.

Общая схема зональности в золотинах второго типа следующая (от центра к краю): серебристое золото → электрум → аурикуприд (AuCu_3) → купроаурид (AuCu) → минерал Au_3Cu → высокопробное золото. Высокопробное золото образует каймы и проникает внутрь золотин по трещинкам и пористым структурам. Подобная зональность и структуры распада установлены в медистом золоте Кондерского массива, где его источником в интрузивах являются серпентинизированные разности дунитов, а также листвениты и маломощные линзовидные тела с вкрапленной борнит-халькопиритовой минерализацией (Некрасов и др., 1994). Пробность золота в золотинах второго типа колеблется в широких пределах – от 245 до 984 и в среднем составляет 614.

На диаграмме ликвидуса (рис. 5) точки составов минералов группы медистого золота р. Ольховая 1-я ложатся ниже изотермы 370°C, что

вполне согласуется с температурной последовательностью образования искусственных упорядоченных фаз Au-Cu и внутренним строением изученных нами природных золотин второго типа.

В срастании с медистым золотом установлены следующие силикатные минералы: плагиоклазы (андезин, олигоклаз); актинолит; серпентин; пироксены диопсид-геденбергитового ряда; кварц; гранаты гроссуляр-андрадитового ряда, фторапатит. Силикатные минералы обычно располагаются в периферических частях зерен. Пироксены и гранаты имеют зональное строение, что характерно для родингитов (Антонов, 2003; Селиверстов, Осипенко, 1999). Примечательно, что в пироксенах и в гранатах содержится примесь CuO до 0.8 и до 0.9 мас. % соответственно. На поверхности медистого золота нередко наблюдается черная пленка халькозина, щеточки микрокристаллов куприта красного цвета, малахит, хризаколла.

В шлиховых концентратах совместно с золотом обоих типов встречаются самородные металлы Pb, Sn, Bi, а также интерметаллиды переменного состава (Au, Pb), (Au, Ag, Pb, Sb), (Pb, Sb), (Pb, Sn) и (Au, Ag, Pb, Sn). Интерметаллиды и самородные металлы чаще всего образуют самостоятельные зерна, в редких случаях они цементируют золотины или нарастают на их поверхность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволили выявить два типа золотин, для каждого из которых характерен свой минеральный парагенезис, соответствующий определенному типу метасоматически измененных пород гипербазитового массива п-ва Камчатский Мыс. Минеральная ассоциация с серебристым золотом свидетельствует о том, что оно связано с альбитовыми жилами, а минеральная ассоциация с медистым золотом указывает на его связь с клинопироксен-гранатовыми родингитами.

Пироксен-гранатовые родингиты, в которых встречается медистое золото, рассматривают как наиболее ранние и более высокотемпературные метасоматические образования (Мурзин и др., 2006; Селиверстов, Осипенко, 1999). Ассоциирующие с родингитами альбитовые жилы формируются на заключительных этапах родингитизации пород гипербазитовых массивов, а связанное с ними серебристое золото образуется при относительно более низких температурах.

Наиболее богатыми по содержанию золота могут быть альбитовые жилы, поскольку именно золото-альбитовые сростки количественно пре-

ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

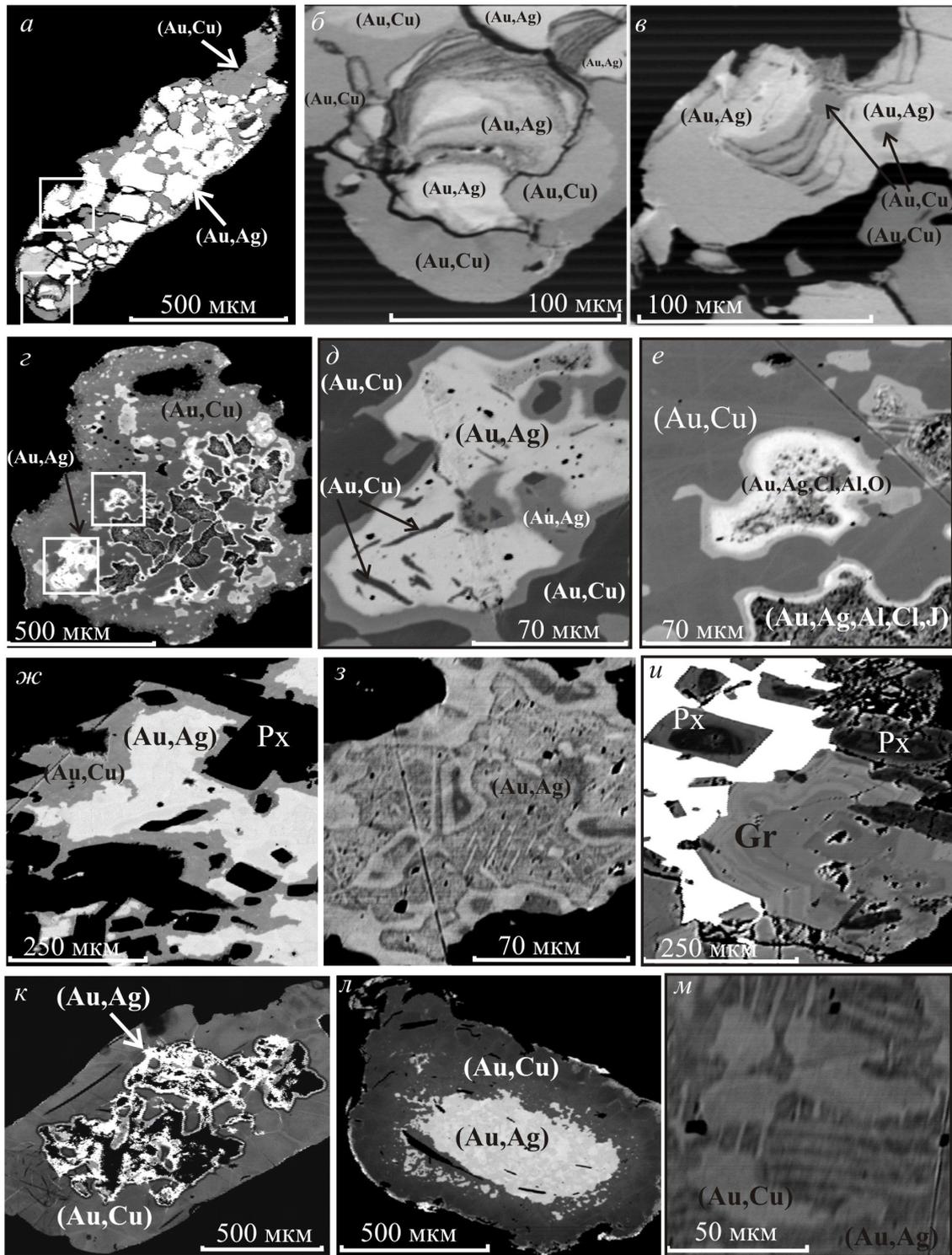


Рис. 6. Внутреннее строение золотин, сложенных минералами группы медистого золота: *a-b* – золотина с участками зонального строения, сложенная электрум (светло-серое) и купроауридом (темно-серое) с микропрожилками высокопробного золота (белое); *z-e* – золотина со структурами распада купроаурида в серебристом золоте (*d*) и участками «рыхлого» строения (*e*); *ж-и* – фрагменты одной золотины: *ж* – электрум (белое) с купроауридом (серое) в срastании с силикатами (черное), *з* – участок с колломорфными обособлениями и пластинчатыми структурами распада (пластинки состава Au-Ag-Cu расположены в матрице Au-Ag, колломорфные обособления представлены фазами Au-Cu), *и* – изометричный кристалл андрадита и удлиненные кристаллы диопсида зонального строения в срastании с медистым золотом; *к-м* – медистое золото зонального строения, в центральной части локализуются фазы Ag-Au (белое – светло серое), по краям – Au-Cu (темно-серое); *к* – медистое золото зонального строения, в центре фазы Au-Ag (светлое), по краям – фазы Au-Cu (темно-серое); *м* – фрагмент золотины л со структурой распада AuCu (светло-серое) в AuAg₂ (темно-серое).

обладают в россыпи р. Ольховая 1-я. Учитывая слабую окатанность, дальность их сноса не может быть большой.

Список литературы

- Агафонов Л.В., Кужугет К.С., Ойдуп Ч.К. и др.* Самородные металлы в гипербазит-базитах Тувы. Новосибирск: Объединенный институт геологии, геофизики и минералогии, 1993. 86 с.
- Антонов А.А.* Минералогия родингитов Баженовского гипербазитового массива. СПб: Наука, 2003. 128 с.
- Благородные металлы // Справ. изд. под ред. Савицкого Е.М. М.: Металлургия, 1984. 592 с.
- Бояринова М.Е., Вешняков Н.А., Коркин А.Г.* Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000 (объяснительная записка). Серия Восточно-Камчатская. Листы О-58-XXVI, XXXI, XXXII. СПб.: ВСЕГЕИ, 1999. 190 с.
- Велинский В.В.* Альпинотипные гипербазиты переходных зон океан-континент (Тр. ИГиГ СО АН СССР, вып. 283). Новосибирск: Наука, 1979. 248 с.
- Крамер В., Сколотнев С.Г., Цуканов Н.В. и др.* Геохимия, минералогия и геологическая позиция базит-ультрабазитовых комплексов полуострова Камчатский Мыс – предварительные результаты // «Петрология и металлогения базит-гипербазитовых комплексов Камчатки». М.: Научный Мир, 2001. С. 170-191.
- Мелкомуков В.Н., Зайцев В.П.* Платиноносные россыпи Сейнав-Гальмознанского узла (Корякско-Камчатская провинция) // Платина России. М.: ГЕОС, 1999. Т. III. Кн. 1. С. 143-152.
- Молчанов В.П., Саядян Г.Р., Медведев Е.И. и др.* Медистое и ртутистое золото базит-ультрабазитовых комплексов Приморья // Ультрабазит-базитовые комплексы складчатых областей. Мат-лы междунар. конф. Иркутск: ИрГТУ, 2007. С. 407-410.
- Мурзин В.В., Сазонов В.Н., Варламов Д.А. и др.* Золотое оруденение в родингитах массивов альпинотипных гипербазитов // Литосфера. 2006. № 1. С. 113-134.
- Некрасов И.Я., Ленников А.М., Октябрьский Р.А. и др.* Петрология и платиноносность кольцевых щелочно-ультраосновных комплексов. М.: Наука, 1994. 381 с.
- Осипенко Ф.Б., Аникин Л.П., Стефанов Ю.М.* Родингиты Камчатского Мыса, Восточная Камчатка // Тихоокеанская геология, 2000. Т. 19. № 4. С. 12-18.
- Попова В.И., Попов В.А., Котляров В.А. и др.* Минералогия россыпи золота «Моховое болото» (Непряхинское месторождение, Южный Урал) // Металлогения древних и современных океанов – 2003. Формирование и освоение месторождений в островодужных системах. Миасс: ИМин УрО РАН, 2003. С. 183-193.
- Плюснина Л.П., Лихойдов Г.Г., Шека Ж.А.* О золотоносности родингитов и листовитов в ультрабазит-базитовых комплексах // Ультрабазит-базитовые комплексы складчатых областей. Мат-лы междунар. конф. Иркутск: ИрГТУ, 2007. С. 483-486.
- Сазонов В.Н., Мурзин В.В., Огородников В.Н. и др.* Золотое оруденение, сопряженное с альпинотипными ультрабазитами (на примере Урала) // Литосфера. 2002. № 4. С. 63-67.
- Селиверстов В.А., Осипенко А.Б.* Петрология родингитов Камчатки. Владивосток: Дальнаука, 1999. 156 с.
- Сердюченко Д.П.* Хлориты, их химическая конституция и классификация // Тр. ИГН. Вып. 140. Минералого-геохимическая серия. № 14. М.: Изд-во Академии Наук СССР, 1953. 340 с.
- Сидоров Е.Г.* Альпинотипные гипербазиты Восточной Камчатки (петрология, минералогия, рудоносность). Автореф. дисс. канд. геол.-мин. наук. Новосибирск, 1987. 27 с.
- Сидоров Е.Г., Толстых Н.Д.* Особенности минералов платиновой группы базит-гипербазитовых комплексов Корякско-Камчатского региона. Платина России // Сборник научных трудов. Т. VII. Красноярск: изд-во «Знак», 2011. С. 200-216.
- Спиридонов Э.М., Плетнев П.А.* Месторождение медистого золота Золотая Гора (о «золотородингитовой формации»). М.: Научный мир, 2002. 220 с.
- Хотин М.Ю., Шапиро М.Н.* Офиолиты Камчатского Мыса (Восточная Камчатка): строение, состав, геодинамические условия формирования // Геотектоника. 2006. № 4. С. 61-89.
- Цуканов Н.В., Сколотнев С.Г., Палечек Т.Н.* Новые данные о составе и строении аккреционной призмы п-ва Камчатский Мыс (Восточная Камчатка) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2008. № 2. Вып. № 12. С. 48-56.
- Tolstykh N., Sidorov E., Kozlov A.* Platinum group minerals from the Olkhovaya-1 placer related to the Karaginsky ophiolite complex, the Kamchatskiy Mys peninsula, Russia // Canadian Mineralogist. 2009. V. 47. № 4. P. 793-811.

ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
**TYPOMORPHIC FEATURES OF GOLD FROM THE PLACER DEPOSITS
OF THE 1ST OLKHOVAYA RIVER, KAMCHATSKY MYS, EAST KAMCHATKA**

**E.G. Sidorov¹, E.I. Sandimirova¹, V.M. Chubarov¹, L.P. Anikin¹,
E.K. Ibragimova², A.V. Antonov²**

¹*Institute of Volcanology and Seismology, 683006, Petropavlovsk-Kamchatsky; e-mail: mineral@kscnet.ru*

²*Russian Geological Research Institute named after A.P. Karpinsky, 199106, St. Petersburg*

The paper presents results from mineralogical studies of schlich gold halos and alluvial deposits from the 1st Olkhovaya River, which are spatially confined to the large ultrabasic massif in the central part of the Kamchatka Mys Peninsula, East Kamchatka. Two types of gold were revealed: the first one is represented by its silver phase, and the second one by cuprous phase. The origin of the silver gold is associated with albite veins of gold, while the copper one is associated with the pyroxene-garnet rodingites of Kamchatsky Mys massif.

Keywords: placer gold, silver gold, copper gold, ultrabasic, rodingites.