

УДК 553.411

НЕКОТОРЫЕ ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
САМОРОДНОГО ЗОЛОТА АСАЧИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
(ЮЖНАЯ КАМЧАТКА)

Ким А.У.¹, Андреева Е.Д.²

¹ ЗЛК Эксплорэйшн

² Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН
г. Петропавловск-Камчатский

Научный руководитель к.г.-м.н. Округин В.М.

В данном сообщении приведены результаты комплексных исследований таких типоморфных особенностей самородного золота как: размеры, морфология, микроструктура, структурная позиция, химический состав, степень однородности, минеральные ассоциации, знание которых необходимы для полноценного извлечения золота из руд Асачинского месторождения. Показано, что самородное золото отличается исключительно мелкими размерами, широкими вариациями состава в пределах отдельных золотин.

Ключевые слова: месторождение, самородное золото, химический состав, пирит.

ВВЕДЕНИЕ

Асачинское золото-серебряное эпитермальное месторождение - один из главных рудных объектов Южно-Камчатского горнорудного района находится в 160 км к югу от краевого центра г. Петропавловск-Камчатский. В 1994 лицензию на право добычи золота и серебра на Асачинском месторождении приобрело ЗАО «Тревожное Зарево» (ТЗ), которое провело до-разведку и в 2002 году утвердило в ГКЗ следующие запасы по категории С₁+С₂: руда - 1003,9 тыс. т.; золото - 20,813 т.; серебро - 47,3 т. Все последующие годы предприятие вело активную деятельность на площади месторождения (строительство жилых комплексов, ГОКа и проходка эксплуатационных горных выработок). 11 октября 2011 года ЗАО «ТЗ» презентовало на Асачинском месторождении открытие горно-обогачительного комбината и первый слиток золота (сплав Доре).

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Это месторождение относится к числу классических жильных низко-сульфидных, кварц-серицит-адулярового типа рудных объектов. Оно локализовано в зоне наложения Южно-Камчатского плейстоцен-четвертичного вулканического пояса на Центрально-Камчатский олигоцен-плейстоценовый вулканический пояс.

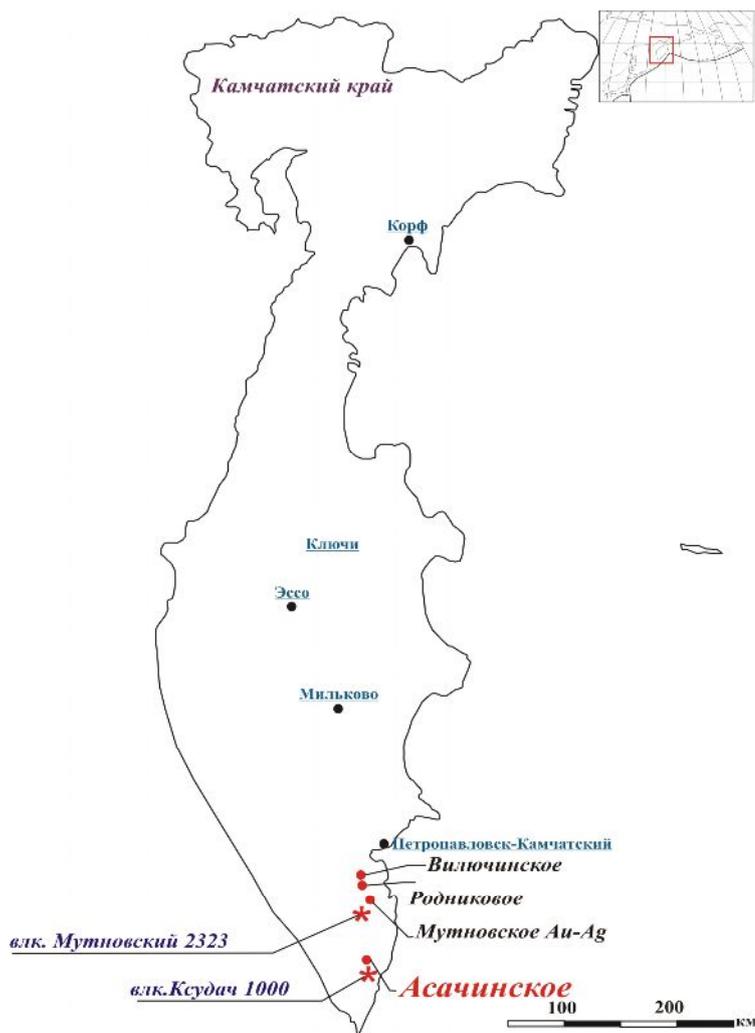


Рис.1. Схема расположения золоторудных объектов Южной Камчатки.

В геолого-структурном отношении оно приурочено к эрозионно-тектонической кальдере площадью около 20 км^2 , которая располагается в центральной части Асачинской вулкано-тектонической структуры (ВТС)

с диаметром около 28 км. В геологическом строении месторождения участвуют вулканиты, отнесенные к трем структурным ярусам:

1. Дорудный (фундамент) - олигоцен-миоценовая андезитовая формация;
2. Синрудный (рудовмещающий) - верхнемиоцен-плиоценовая базальт-андезит-риолитовая формация,
3. Пострудный - верхнеплейстоцен-голоценовая базальт-андезитовая формация (рис.2.) [8].

Месторождение состоит из более чем 30 золоторудных жил и зон кварцевого прожилкования. В жильных зонах №1 и Восточная сосредоточены основные запасы руд [4, 5, 6].

ОБЪЕКТ И ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЙ

В связи с тем, что началась опытная эксплуатация месторождения, появился ряд новых проблем и задач. С одной стороны необходимы новые данные о формах нахождения важных в экономическом отношении химических элементов (в первую очередь золота), тяжелых металлов и токсичных соединений, а с другой - требуется расширение ресурсной базы и наращивание запасов для действующего горнорудного предприятия. Изучение типоморфизма самородного золота - один из наиболее распространенных методов решения таких задач. Образцы для исследований были отобраны из канав, траншей, керна буровых скважин, поверхностных горных выработок и, в единичных случаях, из обнажений, что обусловлено плохой обнаженностью района.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились по разработанной в лаборатории вулканогенного рудообразования ИВиС ДВО РАН, схеме:

- 1). качественная пробоподготовка,
- 2). минералогический анализ,

- 3). минераграфия - рудная микроскопия,
- 4). микронзондовый анализ,
- 5). сканирующая электронная микроскопия,
- 6). термобарогеохимия.

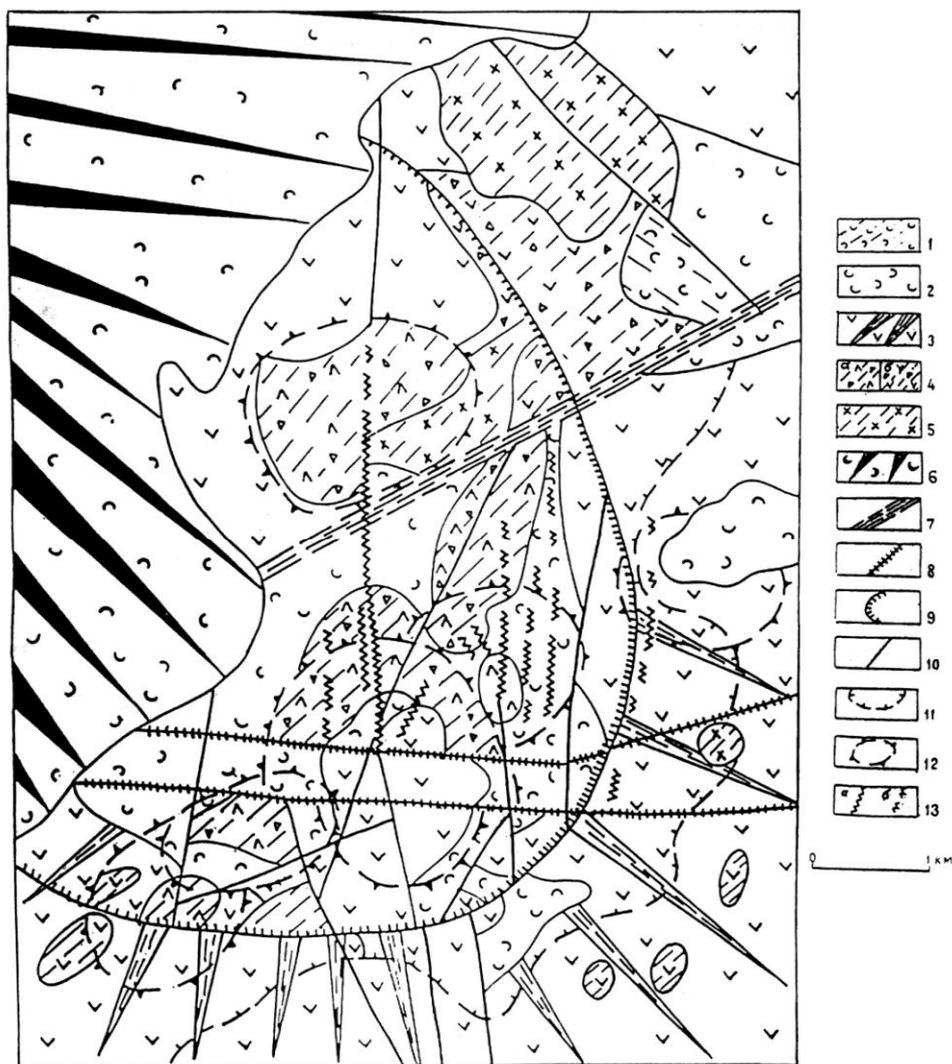


Рис. 2. Структурная схема Асачинского месторождения [6]:

1-андезитовая формация; вулканогенно-осадочные образования олигоцен-миоценового возраста; 2-5 - базальт-андезит-реолитовая формация верхне-миоцен-плиоценового возраста: 2- туфы дацитов нижней толщи, 3- эффузивно-пирокластические образования постройки Асачинского палеовулкана, 4- лакколиты андезидацитов (а), штоки, лакколиты и трубки взрыва андезитов (б), 5- диоритовые порфириты; 6- базальт-андезитовая формация четвертичного возраста; 7-10- разрывные нарушения: 7- осевая зона системы Мутновского глубинного разлома, 8- разломы Асачинской широтной зоны, 9- кольцевые разломы кальдеры, 10- прочие, 11- эрозионные уступы кальдеры; 12- рудолокализирующие тектоно-магматические купола; 13- золоторудные кварцевые жилы: установленные(а), предполагаемые(б).

После распиловки образцов на серию пластин из них изготавливались полированные штупфы для изучения текстурно-структурных особенностей. Затем из наиболее представительных участков высверливались микрокерны для последующего изготовления специальных плоскопараллельных препаратов (шашек) с использованием эпоксидного компаунда, необходимых для минераграфических и микронзондовых исследований. Параллельно отбирались микрокерны, позволявшие изучить «первичную» микроструктуру и микроморфологию золотин, которые получали при разложении кварц-адуляровой матрицы плавиковой кислотой. Известно, что в процессе изготовления аншлифов происходит нарушение структуры самородного золота, его морфологии, образуется своеобразный «наклеп». Кислотное разложение позволяет выделить из нерудной жильной массы агрегаты самородного золота без видимых следов механических деформаций. Эти агрегаты можно изучать с помощью сканирующей электронной микроскопии и получать информацию не только о микростроении, но и химическом составе отдельных микроучастков, зон, блоков, микровключений, практически, на наноуровне. Для этих целей применяются специальные аналитические электронно-микроскопические системы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Минеральный состав руд месторождения отличается рядом специфических особенностей. В первую очередь - это широкое развитие селенидов серебра, сульфосолей серебра и таких минералов, как галогениды серебра, сложные оксиды железа с Au, Ag, Te, Pb, Bi, S (таб. 1) [10, 11].

Текстуры руд месторождения характеризуются большим разнообразием. На верхних горизонтах наибольшим распространением пользуются колломорфные, колломорфно-полосчатые, полосчатые, кокардовые, прожилковые, сетчатые, прожилково-сетчатые и гнездовые текстуры, обусловленные теми или иными соотношениями кварца, карбоната, адуляра и

рудных минералов. С глубиной (по падению рудных тел) увеличивается доля брекчиевых и брекчиевидных текстур, их комбинаций с прожилковыми, полосчатыми и колломорфными, которые постепенно начинают доминировать.

Таблица 1. Минеральный состав руд Асачинского месторождения

<i>Минералы \ рас-пространенность</i>	<i>Гипогенные рудные</i>	<i>Гипогенные нерудные</i>	<i>Гипергенные</i>
Главные	самородное золото (электрум, высокопробное золото с пробностью 475-890) пирит FeS ₂ (As 0.00-4.72%) науманит Ag ₂ Se	кварц SiO ₂ адуляр KAlSi ₃ O ₈ (Ba 0.00 -3.75%)	оксиды и гидрооксиды железа
Второстепенные	халькопирит CuFeS ₂ аргентит Ag ₂ S сфалерит ZnS (Cd 0.01-1.25 %) агвиларит Ag ₄ SeS	серицит хлорит кальцит CaCO ₃ каолинит Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄ монтмориллонит	оксиды и гидрооксиды марганца
Редкие	гессит Ag ₂ Te стибиопирсеит-арсенполибазит (Ag,Cu) ₁₆ (As,Sb) ₂ S ₁₁ галенит PbS (Se 4-5%) тенантит Cu ₁₀ Fe ₂ As ₄ S ₁₃ фрейбергит Ag ₁₀ Zn ₂ Sb ₄ S ₁₃ пираргирит Ag ₃ SbS ₃ клаусталит PbSe стефанит Ag ₅ SbS ₄ петцит Ag ₃ AuTe ₂ ютенбогардтит Ag ₃ AuS ₂ арсенопирит FeAsS	эпидот Ca ₂ FeAl ₂ Si ₂ O ₁₂ ОН сфен CaTiSiO ₅ рутил TiO ₂ апатит Ca ₅ (PO ₄) ₃ (F,Cl)	ковеллин CuS халькозин Cu ₂ S малахит азурит Cu ₃ (CO ₃) ₂ (OH) ₂ эмболит AgI бромаргирит AgBr хлораргирит AgCl сложные оксиды железа с Au, Ag, Te, Pb, Bi, S

Эти факты свидетельствуют о длительном и сложном процессе гидротермального рудообразования, при котором свободное жильное выполнение (преимущественное развитие) сменялось метасоматическим замещением или эти процессы развивались параллельно независимо друг от друга. [2]

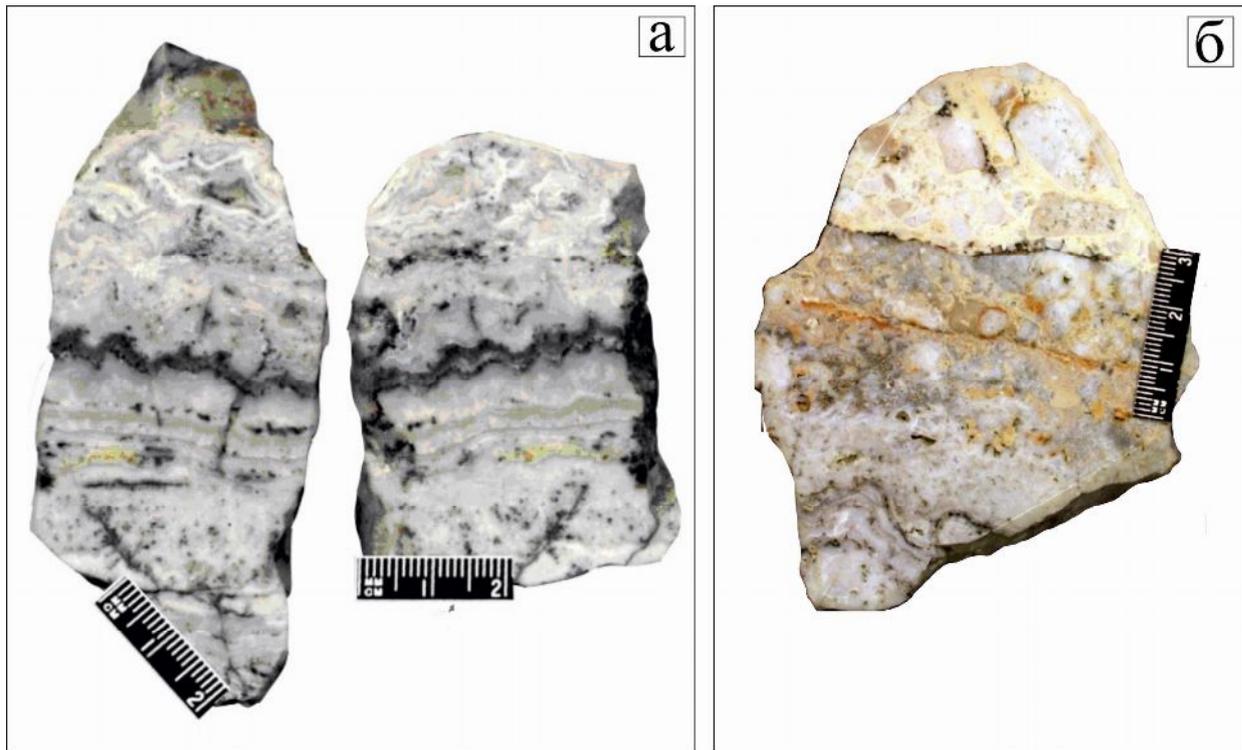


Рис.3. Текстуры руд: а - колломорфно-полосчатая: светлые полосы - кварц адуляровый агрегат, темные - золотоносные обособления (гингуро); б - брекчиевая: обломки вмещающих пород и раннего кварца цементируются более поздним кварцем.

Самородное золото месторождения имеет исключительно мелкие размеры, которые меняются в пределах 5-50 микрон, редко достигая 100 и более микрон. В рудах оно встречается преимущественно в связанном состоянии - как в срастаниях с халькопиритом, стибипирсеит-арсенполибазитом, агвиларитом, науманитом, аргентитом, гесситом и значительно реже с галенитом, сложными оксидами, ютенбогардитом, так и в виде микровключений в селенидах, сульфосолях серебра, единичных случаях - пирите, как правило, обогащенном мышьяком (рис. 4а, б, в).

Вторая значительно более редкая форма нахождения - свободное состояние - присутствие отдельных разнообразных, как правило, аллотриоморфных зерен золота в кварц-адуляровой жильной массе (рис. 4г).

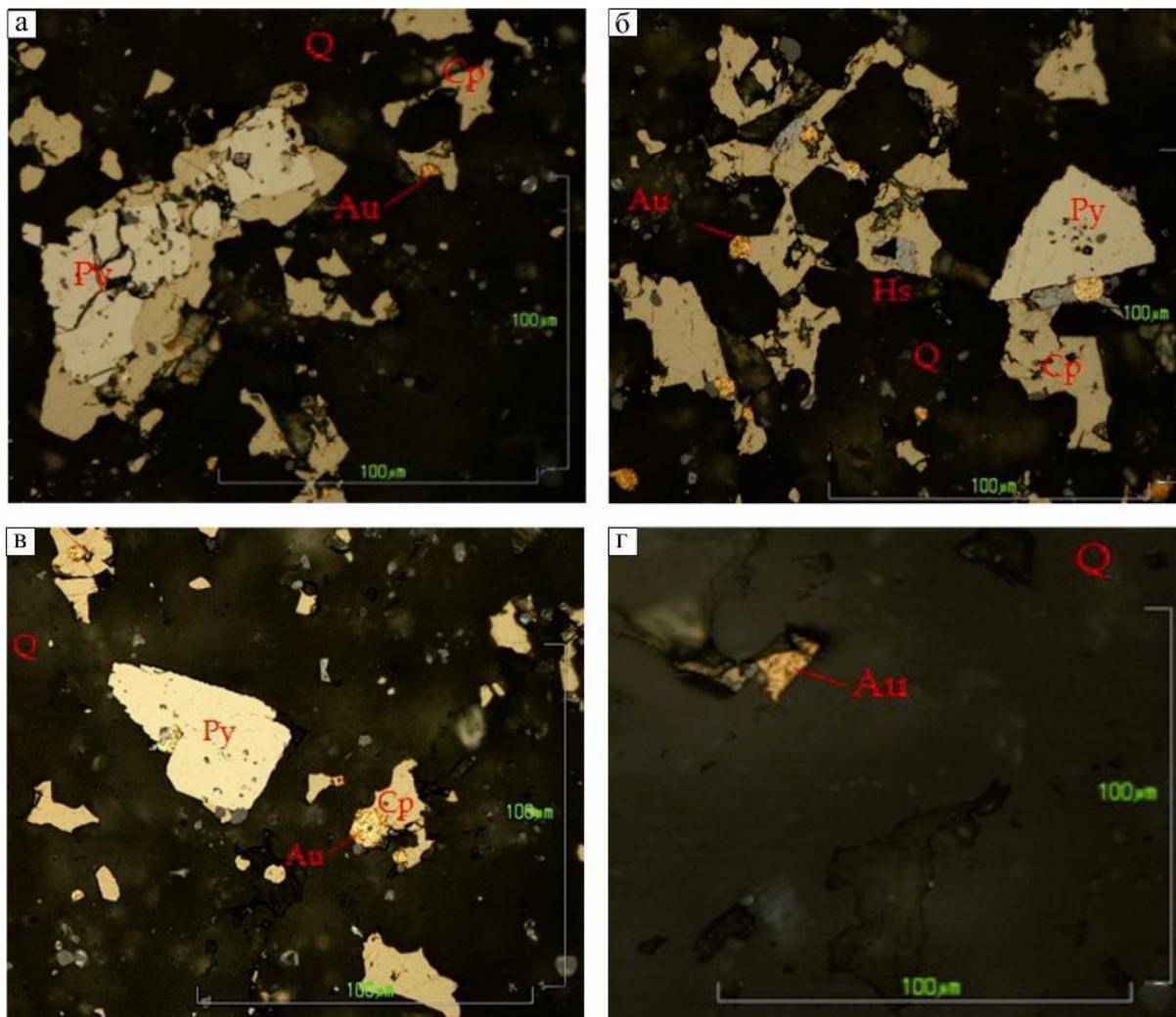


Рис.4. Формы выделений и особенности взаимоотношений самородного золота с селенидами и сульфосолями серебра в: - связанном (а, б, в), - свободном (г) состояниях в кварц-адуляровом агрегате. Микрофото в отраженном свете.

Изучение выделений самородного золота с помощью сканирующего электронного микроскопа выявило сложное, как правило, неоднородное строение по структуре. Неоднородная микроструктура обусловлена дендритовидным и кристаллически-субблоковым строением агрегатов. Дендриты представляют собой комбинации наносферических частиц. Ряд золотинок обнаруживает ячеистое, реже - кристаллическое (сочетание микроблоков-субблоков) строение.

В большинстве случаев золотины имеют неоднородное зональное или более сложное по своему химическому составу строение, обусловленное неравномерным распределением количеств серебра (главной, и прак-

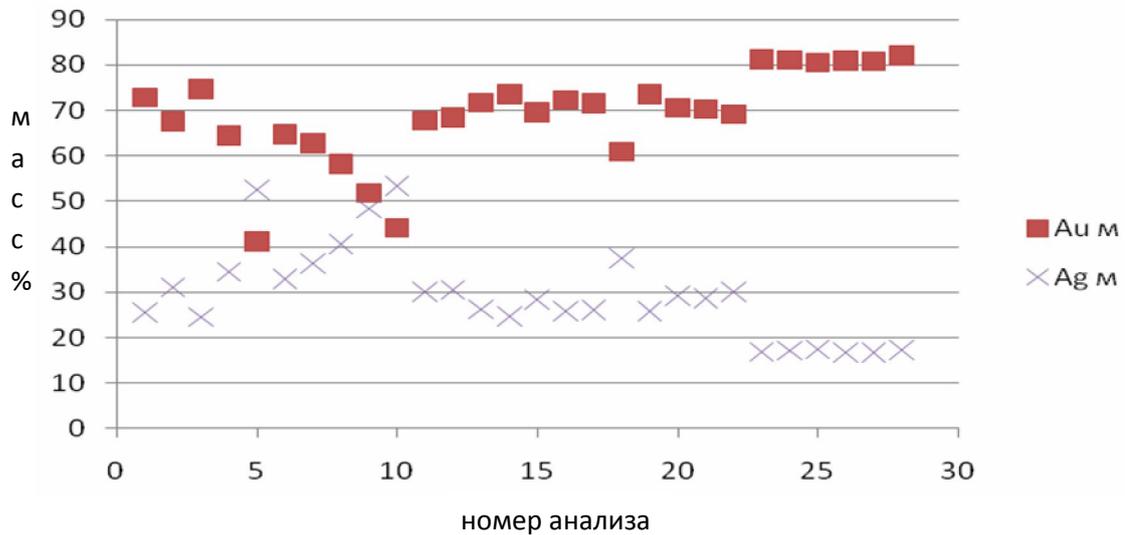


Рис.5. График распределения концентраций золота и серебра в самородном золоте Асачинского месторождения.

тически, единственной примеси) в пределах отдельных зерен. При этом концентрации серебра меняются от 11 до 53 % масс. По своему химическому составу подавляющая часть выделений золота соответствует электруму, однако обнаружено и высокопробное самородное золото (рис. 5.).

ВЫВОДЫ

1. Наиболее важные типоморфные особенности самородного золота месторождения: - исключительно мелкие размеры; - неоднородное строение как по составу (пробность 470-890), так и микроструктуре; - примитивный химический состав (на уровне чувствительности рентгеноспектрального микроанализа обнаружено только серебро); - присутствие как в свободном (редкие выделения в кварц-адуляровой жильной массе), так и в связанном состоянии (срастания и включения с многочисленными рудными минералами); - присутствие единичных

золотин, состав которых остается постоянным по всей площади зерна;

2. По своим типоморфным характеристикам, а именно - размерам, минеральным ассоциациям и химическому составу самородное золото Асачинского месторождения сопоставимо как с золотом Родникового золото-серебряного месторождения (находится в 75 км к северу), так и самородным золотом Хишикари - крупнейшего эпитеpmального золоторудного объекта Японии. Такое сходство можно рассматривать, как признак близких геолого-структурных и физико-химических условий рудообразования.

Авторы благодарны сотрудникам ЗАО «Тревожное Зарев», лаборатории вулканогенного рудообразования ИВиС ДВО РАН, научному руководителю - всем, кто содействовал проведению исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева Е.Д., Ким А.У. «О цеолитах некоторых эпитеpmальных золото-серебряных месторождений Камчатки». VI региональная молодежная научная конференция. Исследования в области наук о Земле (география, геология, геофизика, геоэкология, вулканология). П-К, 26-27 ноября 2008г.
2. Ким А.У. Тектурные и структурные особенности строения руд Асачинского месторождения (Южная Камчатка) // Материалы российской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной «Году Планеты Земля». Москва, 6-7 апреля 2009 г. Том 3 Геология и геохимия твердых полезных ископаемых. Экологическая экология. Общие вопросы геофизики. Москва: МГУ, 2009. с. 20-24.
3. Никитин М.И. О ходе строительства Асачинского ГОК// Горный вестник Камчатки, выпуск № 2(8) 2009 г. с. 29-32.
4. Округин В.М. О возрасте и генезисе эпитеpmальных месторождений зоны перехода континент-океан (северо-западная Пацифика)// Современный вулканизм и связанные с ним процессы, материалы юбилейной сессии Камчатского научного центра ДВО РАН, посвященной 40-летию Института вулканологии. П-К, 2004 г, с.106-108.
5. Округин В.М., Лоншаков Е.А., Евсеев Г.Н., Игнатов А.П., Коваль С.С., Матюшонок Н.Н., Чубаров В.М. Некоторые особенности самородного золота

- рудных объектов// Геологическое строение и полезные ископаемые Камчатки. П-Камчатский, 1983г., с.132-136
6. Петренко И.Д. Золото - серебряная формация Камчатки. Петропавловск-Камчатский. Из-во Санкт-Петербургской картографической фабрики ВСЕГЕИ, 1999. 115 с. (с.44)
 7. Федореев В. Н. Об истории обнаружения Асачинского золоторудного месторождения //Горный вестник Камчатки, выпуск№3(9) 2009 г. с. 83-87.
 8. Liessmann W., Okrugin V. Zur Lagerstättenkunde der Halbinsel Kamtschatka/Rubland/ Erzmetall, 47 (1994), N. 6/7. pp. 376-393
 9. Hedenquist J.W., Izawa E., A. Arribas, White N.C. Epithermal gold deposits: Styles, characteristics and exploration. Resource Geology Special Publication N.1, 1996
 10. Takahashi R., Matsueda H., Okrugin V. and Ono S. Epithermal Gold-Silver Mineralization of Asachinskoe Deposit in South Kamchatka // Russia. Resource Geology № 4. pp.354-372.
 11. Takahashi R., Muller A., Matsueda H., Okrugin V., Ono S, Alfons van den Kerhof, Kronz A. and Andreeva E. Cathodoluminescence and Trace Elements in Quartz: Clues to Metal Precipitation Mechanisms at the Asachinskoe Gold Deposit in Kamchatka//Proceedings of International Symposium “ The Origin and Evolution of Natural Diversity”.Sapporo,2007. pp. 175-184.
 12. White N.C., Leake M.J., McCaughey S.N., Parris B.W. Epithermal gold deposits of the southwest Pacific//Journal of geochemical exploration 54 (1995) 87-136.

TYPOMORPHIC FEATURES OF GOLD FROM
THE ASACHINSKOE DEPOSIT (SOUTHERN KAMCHATKA)

Kim A.U.¹, Andreeva E.D.²

¹⁾ ZLK Exploration

²⁾ Institution of Volcanology and Seismology Far East RAS

Advisor: Okrugin V.M.

Gold is main economic mineral occurring in the various type deposits. Knowledge of grain size, morphology, mode of occurrence and mineral assemblage is applied in both the mining industry and geological science. The Asachinskoe deposit is located in the Southern Kamchatka Volcanic Belt consists of Miocene volcanic rocks. Gold were investigated by scanning electron microscopy and electron micro-probe analysis. The study relieved following aspects: gold is mainly occurred in form of electrum with Au content ranging from 75-85% wt.; size of grains vary from 5-50 μm . Interstitial position of gold between quartz crystals affected on developing of gold crystals.

Key words: deposit ,native gold, chemical composition, pyrite