

**Химия. Геология.**  
**Природные ресурсы. БЖД**

УДК 553.411(571.2)

В.А. Степанов, А.В. Мельников

**СХОДСТВО И РАЗЛИЧИЯ ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА И КАМЧАТКИ**

*Приведено описание наиболее изученных золото-серебряных месторождений Омолонской, Приамурской и Камчатской золотоносных провинций. Возраст их колеблется от среднего палеозоя до мезозоя и кайнозоя. Геолого-структурные особенности, состав руд и окolorудных метасоматитов имеют как общие черты, так и особенности, нередко зависящие от возраста формирования месторождений.*

*Ключевые слова: золото-серебряные месторождения, вулканиты, метасоматиты, рудное тело, изотопный возраст.*

**SIMILARITIES AND DIFFERENCES BETWEEN THE GOLD-SILVER DEPOSITS  
OF THE FAR EAST AND KAMCHATKA**

*The description of the most studied gold and silver deposits of the Omolon, Amur and Kamchatka gold provinces is given. Their age ranges from the middle Paleozoic to Mesozoic and Cenozoic. Geological and structural features, the composition of ores and near-ore metasomatites have both common features and their own characteristics, often depending on the age of formation of deposits.*

*Key words: gold-silver deposits, volcanic rocks, metasomatites of the ore body, the isotopic age.*

В пределах Омолонской, Приамурской и Камчатской золотоносных провинций Тихоокеанского рудного пояса находятся золото-серебряные месторождения, сформированные в широком возрастном диапазоне – от позднего палеозоя до плиоцена и плейстоцена. Они играют немаловажную, хотя и разную роль в структуре золотодобычи этих провинций: наибольшую – золото-серебряные месторождения на Камчатке и в Омолонской провинции, значительно меньшую – в Приамурской. Изучение геолого-структурных особенностей и состава руд этих месторождений поможет восстановить общую картину этапов формирования золото-серебряных месторождений Дальнего Востока.

**Золото-серебряные месторождения Омолонской провинции**

Самые древние золото-серебряные месторождения находятся в Омолонской золотоносной провинции – это месторождения Кубака, Ольча, Биркачан и др. Их объединяет генетическая связь с вулканитами кедонской серии позднепалеозойского возраста.

Наиболее крупным является месторождение *Кубака*. Оно успешно эксплуатировалось и хорошо изучено. Месторождение находится в южной части Омолонского срединного массива, на левом

борту р. Авландя, притока р. Омолон. Кубакинское рудное поле занимает секториальный блок на юго-восточной окраине Авландинского палеовулканического сооружения [2]. Рудовмещающими породами служат вулканиты кедонской серии, возраст которой – в интервале от среднего девона до раннего карбона [1]. Изотопный возраст месторождения определен в отделе изотопной геологии ВСЕГЕИ на приборе МИ-1201Г (аналитик Ю.П. Шергина). Получены изохроны  $335 \pm 5$  и  $330 \pm 9$  млн. лет (визейский ярус раннего карбона) [7], что вполне соответствует геологическим данным.

На месторождении Кубака рудоносными являются жильно-прожилковые зоны карбонат-флюорит-адуляр-кварцевого состава. Простирание их меняется от северо-западного (Цокольная, Южная и Центральная зоны) до субширотного (Северная зона). Они представляют собой своеобразные линейные пучки жил, веером расходящиеся по восстанию (рис. 1).

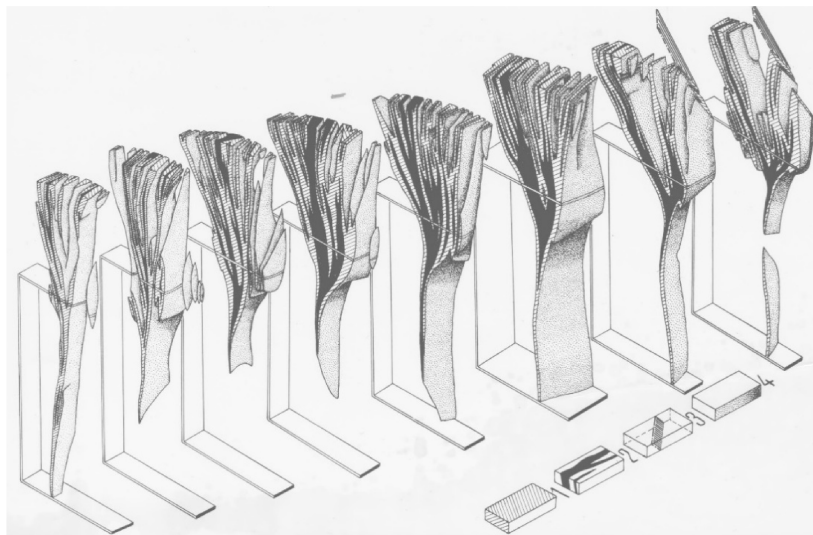


Рис. 1. Раздвинутая объемная модель рудного тела № 5 месторождения Кубака: 1 – боковая поверхность рудного тела; 2 – адуляр-кварцевые жилы; 3 – зоны прожилкового и сетчатого окварцевания; 4 – вмещающие породы.

Мощность нижних стволовых жил составляет 1-8 м, верхних частей таких пучков – до 80-100 м. Оруденение сопровождается сложным комплексом метасоматических изменений, представленных дорудными аргиллизитами, пропилитами и березитами, околорудными кварц-серицитовыми метасоматитами и синрудными адуляр-серицит-кварцевыми метасоматитами с хлоритом и карбонатом. Наиболее рудоносной является Центральная рудная зона, прослеженная на расстояние более 2 км и более 500 м по вертикали, при ширине в 150-200 м. Рудная зона разбита поперечными сдвигами на четыре незначительно смещенных (20-100 м) блока. В Центральной зоне установлено 18 кулисно расположенных рудных тел, разведанных скважинами и тремя горизонтами штолен. Известны пострудные дайки умеренно щелочных долеритов мезозойского возраста.

По составу и строению рудные жилы обычны для эпитермальных золото-серебряных месторождений. Встречаются руды массивной, брекчиевой, каркасно-пластинчатой, кокардовой, колломорфно-полосчатой, пятнистой, гребенчатой, друзовидной и прожилковой текстуры (рис. 2).

Из нерудных минералов преобладают халцедоновидный кварц, адуляр, карбонаты, барит, флюорит. Количество рудных минералов не превышает 1-2%. Для руд месторождения характерно крайне невысокое содержание сульфидов, а главными рудными минералами являются самородные золото-серебряные соединения. Среди них отмечаются высокопробное и низкопробное самородное золото, электрум, кюстелит и самородное серебро. Наиболее широко развито золото и электрум с пробой 500-700‰. Форма этих минералов овальная, изометричная, интерстициальная и дендритовая. Среди примесей отмечаются ртуть (до 1.48%), сурьма, медь, селен и теллур. Размеры выделений – от тысячных долей миллиметров до 0.08 мм. Скопления золото-серебряных выделений нередко приурочены к полоскам кварца черного цвета.

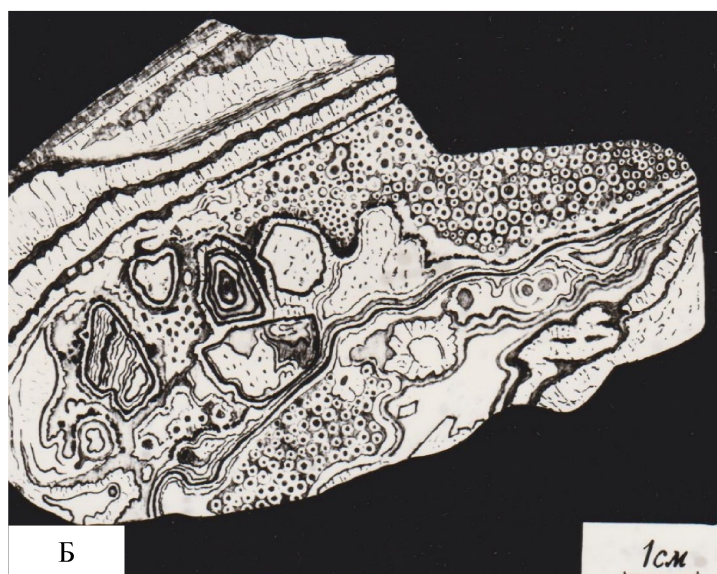
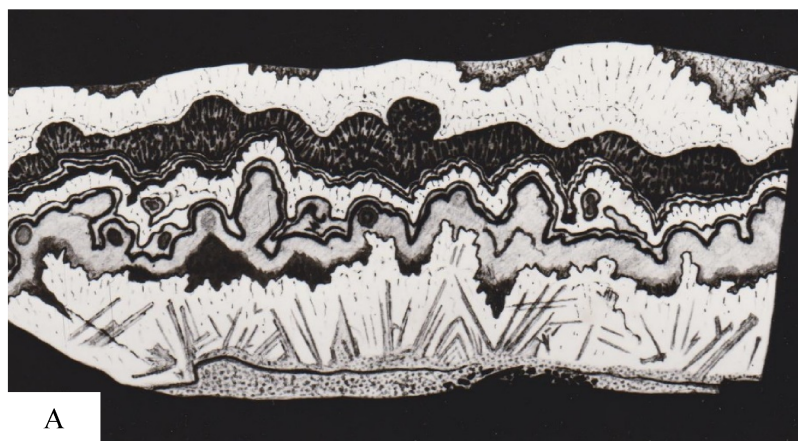


Рис. 2. А – флюорит-адуляр-кварцевый агрегат фестончато-полосчатой текстуры, в зальбанде жилы – каркасно-пластинчатые агрегаты адуляр-кварцевого состава. По периферии фестонов местами обильные выделения самородного золота. Б – сложный текстурный рисунок адуляр-кварцевых руд, меняющийся от полосчатой и кокардовой до сферолитовой. Зарисовки штуфа. Масштаб 1:2.

Выделены две продуктивные стадии: ранняя – карбонатно-анортоклаз-кварцевая и поздняя – хлорит-адуляр-кварцевая, разделенные этапом брекчирования. Руды формировались в среднетемпературных условиях при варьирующих в широких пределах давлениях. В составе флюидов отмечено постоянное присутствие метана.

Средние содержания золота и серебра по отдельным рудным телам Центральной зоны колеблются в пределах 11-33 г/т и 13.7-28.8 г/т соответственно, при соотношениях 1:1. Северная и Южная зоны имеют небольшую протяженность 600-1200 м и сложены жилами, выполняющими системы трещин скола и отрыва. В составе Северной зоны было выявлено 6 рудных тел, из которых наибольший интерес представляет рудное тело 4 – адуляр-кварцевая жила средней мощности 2.6 м, со средними содержаниями золота 168.4 г/т. Оруденение имеет ярко выраженный бонанцевый характер, в столбах геометризуются 80-90% всех руд с содержаниями более 30 г/т. При этом свыше 50% рудных столбов составляют богатые руды со средними содержаниями от 66.6 до 162.0 г/т.

Возраст оруденения по геологическим данным определяется принадлежностью оруденения к палеовулканической структуре, сложенной вулканитами кедонской серии. Кроме того, в базальном горизонте корбинской свиты раннего карбона встречены рудокласты, состоящие из адуляр-кварцевых обломков. По составу, текстурным особенностям содержаниям золота, серебра и других элементов отвечающих рудам месторождения [6].

Запасы месторождения составляют 96.1 т золота и 101.5 т серебра, при средних 20.2 и 21.3 г/т соответственно. Вертикальный размах оруденения – 200-250 м. Средняя мощность рудных тел составила 12 м. Всего на 1.01.2000 г. добыто 49 т золота и 46.7 т серебра [1].

### Золото-серебряные месторождения Приамурья

В Приамурской провинции золото-серебряное оруденение располагается в Умлекано-Огоджинском и Северо-Становом вулканических поясах мелового возраста. Наиболее известно *Покровское* золото-серебряное месторождение. Оно находится в южной части Улунгинского рудного узла в составе Северо-Буреинской металлогенической зоны Приамурской провинции.

Основными рудовмещающими породами Покровского золоторудного месторождения являются нижнемеловые гранитоиды, прорывающие песчаники и алевролиты верхней юры, в свою очередь прорванные и перекрытые вулканиками раннего мела. Вулканики слагают палеовулкан раннемелового возраста, который представлен жерлом, кальдерой и локальным купольным поднятием. Золотое оруденение располагается в апикальной части Сергеевского гранитного массива, в пологой блок-пластине. Оно экранируется сверху покровными вулканиками, а снизу подстилается силлом дацитов и риодацитов.

В рудовмещающих породах наиболее широко проявлены дорудные пропилитизация и аргиллизация. Предрудные кварц-серицит-гидрослюдистые изменения образуют ореол шириной до первых десятков метров в центральной части месторождения и накладываются на аргиллизиты. С зоной развития кварцево-слюдистых метасоматитов совпадают участки окolorудного метасоматического окварцевания, карбонатизации и адуляризации, мощность которых не превышает первых десятков сантиметров.

Рудные тела представлены пологозалегающими зонами прожилкового окварцевания мощностью от первых до 70 м (обычно 25-35 м), с размерами в плане от 130-200x60-140 м до 800x350 м. В разрезе они имеют пластообразную форму и представляют собой сложные жильные зоны, образованные совокупностью круто- и пологопадающих кварцевых и кварц-карбонатных жил, прожилков, а также брекчий кварцевого состава (рис. 3).

Текстуры руд чаще всего брекчиевые, колломорфно-полосчатые, каркасно-пластинчатые (рис. 4). Структуры кварца – мелкозернистые до халцедоновидных. Первичные руды представлены в различной степени окварцованными кварц-серицит-гидрослюдизированными гранитами и вулканиками. Содержание жильного кварца в рудах меняется от 25-30% до 85%. Кроме кварца, присутствуют карбонаты – 2-5%, гидрослюды – до 5-12%, адуляр – до 3-5%, каолинит – до 5-7%. Количество рудных минералов в среднем составляет около 1%, при колебаниях от 0.5 до 3.5%. На глубоких горизонтах участка «Покровка-2» содержание сульфидов увеличивается до 4-7%. Среди них преобладает пирит (90-95%), отмечаются марказит, пирротин, халькопирит, галенит, сфалерит, арсенопирит, гематит. Редко встречаются: золото, электрум, антимонит, аргентит, полибазит, прустит, пираргирит, киноварь, теннантит, фрейбергит, штернбергит, айкинит, борнит, энаргит, магнетит, самородное железо и висмутин.

Самородное золото по крупности относится к тонкому и тонкодисперсному. Размер золотинок преимущественно 0.003-0.07 мм. Основная его масса приурочена к кварцу. Золото образует самостоятельные выделения в кварце, в зонах микробрекчий на границах с обломками минералов и пород, реже – по трещинкам в пирите. Отмечаются сростки золота с аргентитом, полибазитом. Форма золотинок губчатая, чешуйчатая, пластинчатая, проволочковидная. Цвет бледно-желтый. Проба – от 595 до 735 (средняя 685). По данным рационального анализа, доля цианируемого золота в первичных рудах составляет в среднем 82-87%, что на 10-12% ниже, чем в окисленных рудах. Упорное (не извлекаемое прямым цианированием) золото приурочено в основном к сульфидам (4.4-8.1%), к гидроксидам железа и пирротину (5.0-8.5%).

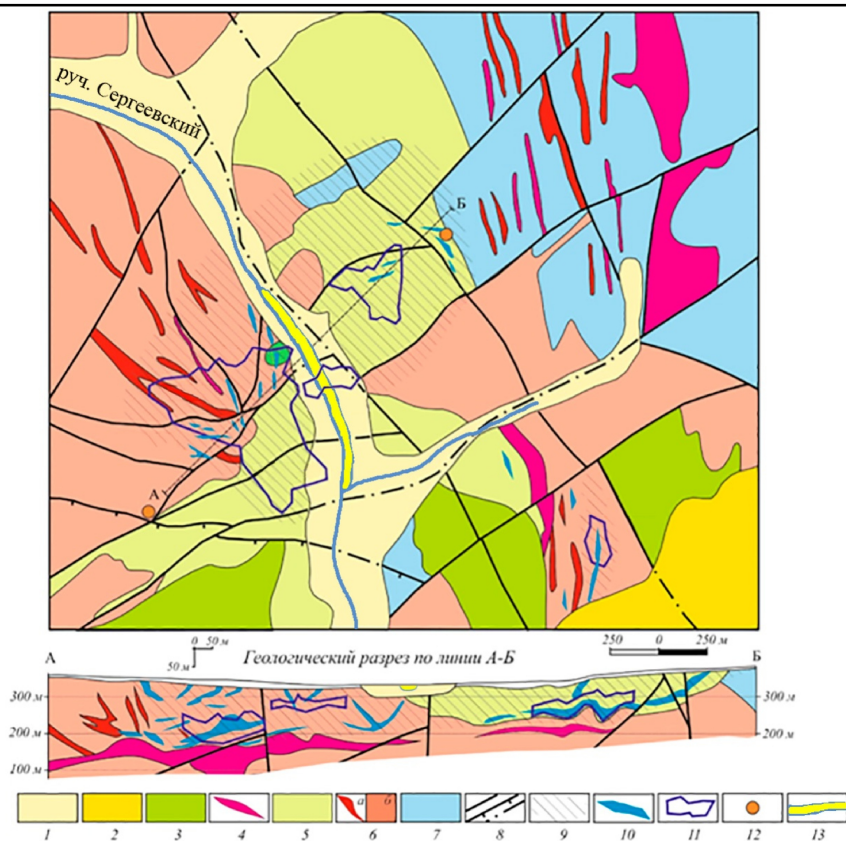


Рис. 3. Покровское золото-серебряное месторождение [2]:

1 – четвертичные аллювиальные отложения; 2 – неогеновые отложения сазанковской свиты (пески, глины, алевриты); 3 – галькинская свита ( $K_2$ ): туфобрекчии с линзами туфопесчаников, песчаников; 4 – талданский комплекс андезит-дацитовый ( $K_1$ ): дациты, дацит-порфиры; 5 – талданская свита ( $K_1$ ): дациты, риодациты, их туфы, лавокластиты; 6 – верхнеамурский комплекс ( $K_1$ ): а – гранит-порфиры; б – граниты биотитовые и гранодиориты; 7 – аякская свита ( $J_3$ ): песчаники, алевролиты, аргиллиты; 8 – разломы; 9 – ареалы развития кварцсерицит-гидрослюдистых метасоматитов; 10 – кварцевые тела (жилы); 11 – проекции рудных тел на горизонтальную и вертикальную плоскость; 12 – рудопроявления золота.



Рис. 4. Золотоносный аметистовидный кварц друзовидно-полосчатой текстуры [2].

Изотопное рубидий-стронциевое исследование возраста рудосопровождающих минералов выполнено в отделе изотопной геологии ВСЕГЕИ. Определение содержания рубидия и стронция, а также изотопного состава стронция выполнялось на приборе МИ-1201Т по стандартной методике. Проанализированы мономинеральные фракции адуляра и кальцита. Рассчитанное среднее значение возраста для данной коллекции рудосопровождающих минералов составляет  $131 \pm 12$  млн. лет. Это указывает на раннемеловой возраст золотого оруденения Покровского месторождения [2].

### Золото-серебряные месторождения Камчатки

Золото-серебряные месторождения Камчатки играют основную роль в балансе золотодобычи, хотя добыча рудного золота началась только в 2006 г. на Агинском месторождении, в 2011 г. – на Асачинском. Наблюдается генетическая связь эпитермального золото-серебряного оруденения с вулканами Камчатки. Изотопный возраст золото-серебряного оруденения колеблется в широком пределе – от эоцена до плиоцена и плейстоцена [4]. Самыми молодыми являются месторождения Южно-Камчатского рудного района. Из них наиболее хорошо изучено находящееся в эксплуатации Асачинское месторождение.

Месторождение *Асачинское* находится в Южно-Камчатском рудном районе в южной части Камчатского полуострова. Оно приурочено к кальдере Асачинского палеовулкана плиоценового возраста. Фундаментом структуры являются вулканогенно-осадочные олигоценовые образования жировской и миоценовые асачинской толщ, на которых залегают рудовмещающие плиоценовые образования голыгинского комплекса – эффузивно-пирокластические породы среднекислого состава, прорванные субвулканическими дацитами и дациандезитами (рис. 5).

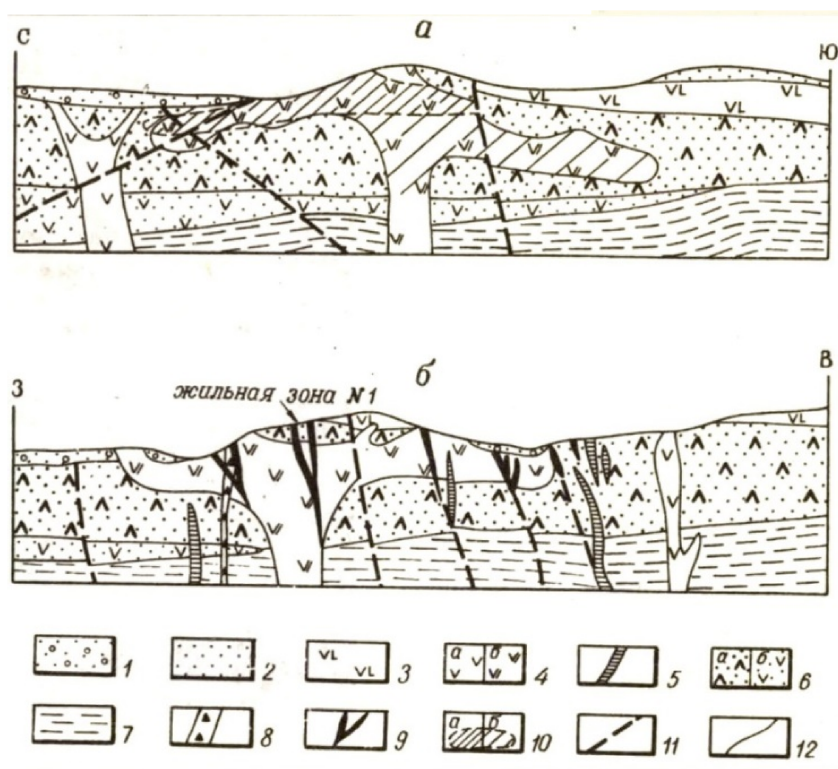


Рис. 5. Асачинское месторождение [6]. Продольная проекция на вертикальную плоскость жильной зоны № I (а) и поперечный разрез (б) [7]:

1 – рыхлые четвертичные отложения; 2 – верхнечетвертичные туфы дацитового состава; 3-5 – верхнемиоцен-плиоценовая базальт-андезит-дацит-риолитовая формация: 3 – андезибазальты, андезиты и их туфы, 4 – субвулканические тела андезитов (а), дациандезитов, дацитов (б), 5 – дайки андезитов, дацитов; 6-миоценовая дациандезитовая формация; туфы дациандезитового, дацитового состава (а), андезиты, дациты, их туфы (б); 7 – олигоценовые туфопесчаники, туфоалевролиты; 8 – гидротермальные брекчии; 9 – адуляр-кварцевые жилы; 10 – контур рудного тела: установленный (а), предполагаемый (б); 11 – разломы; 12 – геологические границы.

Утвержденные балансовые запасы по категории  $C_1 + C_2$  составляют: золота – 30.9 т, серебра – 258.3 т [1]. ЗАО «Тревожное зарево» начала добычу золота на месторождении в 2011 г. (243.6 кг). В 2012 г. добыто 0.871 т золота и 1.1 т серебра, в 2013 г. – 0.961 т золота и 1.2 т серебра, в 2014 г. – 1320 кг золота и 2.3 т серебра, в 2015 г. – 1.176 т золота и 1.5 т серебра, в 2016 г. – 1.126 т золота и 1.6 т серебра. Всего на 01.01.2017 г. добыто 5.7 т золота и около 8 т серебра.

Исследование основных особенностей золото-серебряных месторождений западной части Тихоокеанского рудного пояса показало почти полную идентичность их геологического строения, закономерностей локализации рудных тел, текстурных особенностей и состава руд. Это свидетельствует, что условия формирования золото-серебряных месторождений практически не менялись в течение трех с лишним сотен миллионов лет.

---

1. Государственная геологическая карта. Масштаб 1:200000 (новая серия). Лист Р-57-IV. Объяснительная записка (сост. В.Н. Егоров, В.Г. Ермоленко, Ш.Г. Грищенко, ред. В.М. Кузнецов). – М.: МФ ВСЕГЕИ, 2013. – 259 с.

2. Моисеенко, В.Г., Дементенко, А.И., Шергина, Ю.П., Степанов, В.А. Возраст формирования руд Покровского золоторудного месторождения // Доклады Академии наук. – 1999. – Т. 366, № 2. – С. 221-224.

3. Округин, В.М., Ким, А.У., Москалева, С.В., Округина, А.М., Чубаров, В.М., Агаськин, Д.Ф. О рудах Асачинского золото-серебряного месторождения (Южная Камчатка) // Материалы ежегодной конференции, посвященной Дню вулканолога, «Вулканизм и связанные с ним процессы». – Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2014. – С. 330-334.

4. Округин, В.М. Новые данные о возрасте и генезисе эпитермальных месторождений зоны перехода континент – океан // Геодинамика, магматизм и минерализация континентальных окраин Севера Пацифики. – Магадан. – 2002. – Т. 3. – С. 36-40.

5. Пересторонин, А.Е., Степанов, В.А. Золото-серебряные месторождения Приамурья // Региональная геология и металлогения. – 2016. – № 66. – С. 113-125.

6. Степанов, В.А., Шишакова, Л.Н. Кубакинское золото-серебряное месторождение. – Владивосток: Дальнаука, 1994. – 198 с.

7. Степанов, В.А., Шергина, Ю.П., Шкорбатова, Г.С., Шишакова, Л.Н., Рублев, А.Г. Возраст руд Кубакинского месторождения // Тихоокеанская геология. – 1998. – Т. 15, № 5. – С. 89-97.

8. Шеймович, В.С., Карпенко, М.И. К-Аг возраст вулканизма на Южной Камчатке // Вулканология и сейсмология. – 1996. – № 2. – С. 86-90.

Месторождение представлено серией кварцево-жильных зон с золото-серебряным оруденением. Всего выявлено более 30 золоторудных жил, собранных в субпараллельные пучки меридиональной ориентировки, отстоящие друг от друга на 350-450 м. Длина отдельных жил до 1500 м, мощность – до 3 м (иногда до 7.5 м). Рудные тела характеризуются выдержанной мощностью и относительно равномерным распределением золота. Длина рудных тел 270-733 м, мощность обычно 1-3 м, редко – до 7 м. Размах оруденения по вертикали определяется мощностью субвулканического купола и не превышает 300 м.

Околорудные изменения представлены околотрещинными метасоматитами, характерными минералами которых являются адуляр, гидрослюда, монмориллонит, ректорит, корренсит, ссерицит и кварц. Непосредственно на контактах золотоносных жил наблюдается маломощная зона синрудных метасоматитов кварц-адулярового состава с примесью гидрослюда, серицита, пирита и хлорита [5].

Руды состоят главным образом из кварца, адуляра и рудных минералов. Количество последних не превышает 1-2%. Рудные минералы: золото, пирит, халькопирит, тетрадимит, висмутин, селенистый полибазит, науманит, пираргирит, серебро, селенид золота и серебра, сфалерит, галенит. Золото мелкое и тонкое, в основном низкопробное, проба его меняется от 400 до 901 (средняя 684). Форма золотин комковатая, скелетная, пластинчатая и дендритовидная. Оруденение отнесено к золото-серебряной формации науманит-полибазитового (селенидного) минерального типа [3].

Текстуры руд – колломорфно-полосчатые, полосчатые, кокардовые, вкрапленные, прожилковые и сетчатые – типичны для близповерхностного оруденения вулканогенной золото-серебряной формации (рис. 6). Наиболее богатые руды имеют ритмично-полосчатую текстуру. С глубиной увеличивается количество брекчиевых и брекчиевидных текстур руд [3, 4].

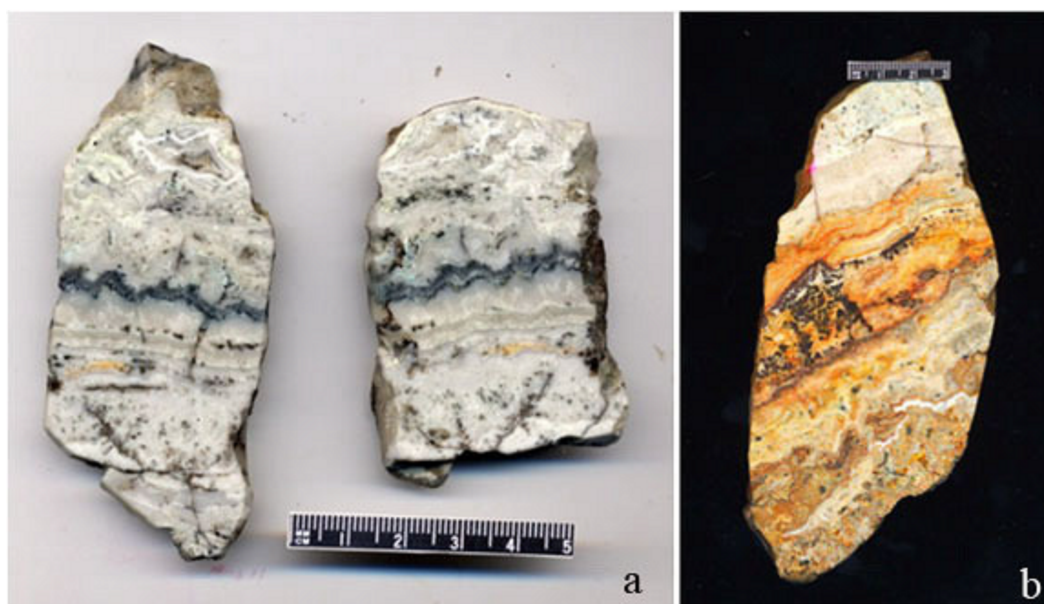


Рис. 6. Текстуры руд Асачинского месторождения:

*a* – колломорфно-полосчатая: светлые полосы – кварц-адуляровый агрегат, темные – золотоносные обособления; *b* – колломорфно-полосчатая с элементами фестончатой и гнездовой: темное – агрегаты самородного золота, селенидов и сульфосолей [3].

Среднее содержание по месторождению золота 22.4 г/т, серебра 39.6 г/т (максимальное по рудным телам золота – 232.9 г/т, серебра – 970.8 г/т). Отмечается вертикальная зональность оруденения, выражающаяся в постепенном увеличении с глубиной содержания серебра и уменьшением содержания золота. На верхних горизонтах отношение серебра к золоту – от 1:1 до 3:1, на нижних – от 10:1 до 100:1.

По данным В.С.Шеймовича, изотопный возраст рудовмещающих дациандезитов составляет  $4.0 \pm 1.0$  млн. лет, а адуляра из жилы № 1 месторождения –  $4.5 \pm 1.0$  млн. лет [8].