

РУДНО-ФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ АРЦЕВСКОЙ РУДОНОСНОЙ СТРУКТУРЫ
ДАЛЬНЕГОРСКОГО РАЙОНА (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ, РОССИЯ)

Л.И. Роголина

ФГБУН Институт геологии и природопользования ДВО РАН, пер. Рёлочный, 1, г. Благовещенск, 67500;
e-mail: rogulina@mail.ru

Поступила в редакцию 1 февраля 2016 г.

Проведена типизация рудных объектов Арцевской рудоносной структуры Дальнегорского района на основе строения рудно-магматической системы, характере тектонической структуры, вмещающей рудные тела и минералого-геохимических особенностях. Конвергентность жильного оруденения исследуемых объектов проявлена: в структуре и морфологическом типе рудных тел; временной последовательности минеральных ассоциаций и развитии поздней серебро-сульфосольной минерализации с золотом. Выявлено, что Sn-Ag-Zn оруденение порфирирового типа сменяется Ag-Pb-Zn жильным и штокверковым, а на завершающем этапе – эпitherмальным Au-Ag. Топоминералогический анализ, сопоставление возраста и геологических условий локализации руд позволили сделать вывод о существовании ярусного строения единой рудно-гидротермально-магматической системы исследуемой структуры, отражающей закономерности рудообразования во времени и пространстве.

Ключевые слова: плутоно-вулканогенный пояс, жильное месторождение, минеральная ассоциация, рудные тела, рудные минералы, Приморский край, Россия.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных задач, стоящих перед исследователями металлогении, является выявление закономерностей размещения уникальных рудных районов и создание геолого-генетических моделей их формирования [5]. Дальнегорский рудный район является одним из них. Он сформировался в постаккреционном Восточно-Сихотэ-Алинском вулканогенном поясе. Минералогия его характеризуется: скарновыми – Ag-Pb-Zn и боросиликатным; жильными – Sn-Pb-Zn, Ag-Pb-Zn, Au-Ag с полиметаллами типами оруденения (рис. 1).

Арцевская рудоносная площадь расположена в восточной части Дальнегорской вулканотектонической депрессии на пересечении двух крупных тектонических структур: субмеридионального Мономаховского сдвига и Смысловской СЗ ослабленной зоны [6]. В геологическом строении Арцевской структуры принимают участие позднемиоценовые и палеогеновые вулканы преимущественно кислого и среднего состава, перекрывающие терригенные породы мезозойского возраста. Осадочные породы являются составной частью Таухинского террейна – фрагмента неокомовой

аккреционной призмы, представленной алевролитами и песчаниками с прослоями гравелитов [22]. В ее пределах выделяется Лидовский горст, площадь которого характеризуется отрицательной гравитационной аномалией. Горст трапецевидной формы несколько вытянут в северо-восточном направлении. С востока и запада он ограничен эшелонированными системами СВ сдвигов, на севере и юге – сбросами северо-западного, субмеридионального и субширотного простираний. В пределах горста широко развиты нарушения, отражающие структурный рисунок зоны пересечения тектонических разломов: субмеридиональные, субширотные, СВ и СЗ. Горст сложен ритмично переслаивающимися алевролитами, преобладающими в нижней части разреза, с прослоями песчаников, переходящих в гравелиты. Песчаники в основном развиты в верхней части толщи. Породы Таухинского террейна выходят на поверхность отдельными «окнами» в районе Лидовского и Майминовского месторождений. На юго-западе и юго-востоке осадочные породы фундамента перекрыты поздний мел-палеогеновыми вулканическими породами: плохо стратифицированными покровами спекшихся туфов, игнимбринов риолитов, туффинов кислого со-

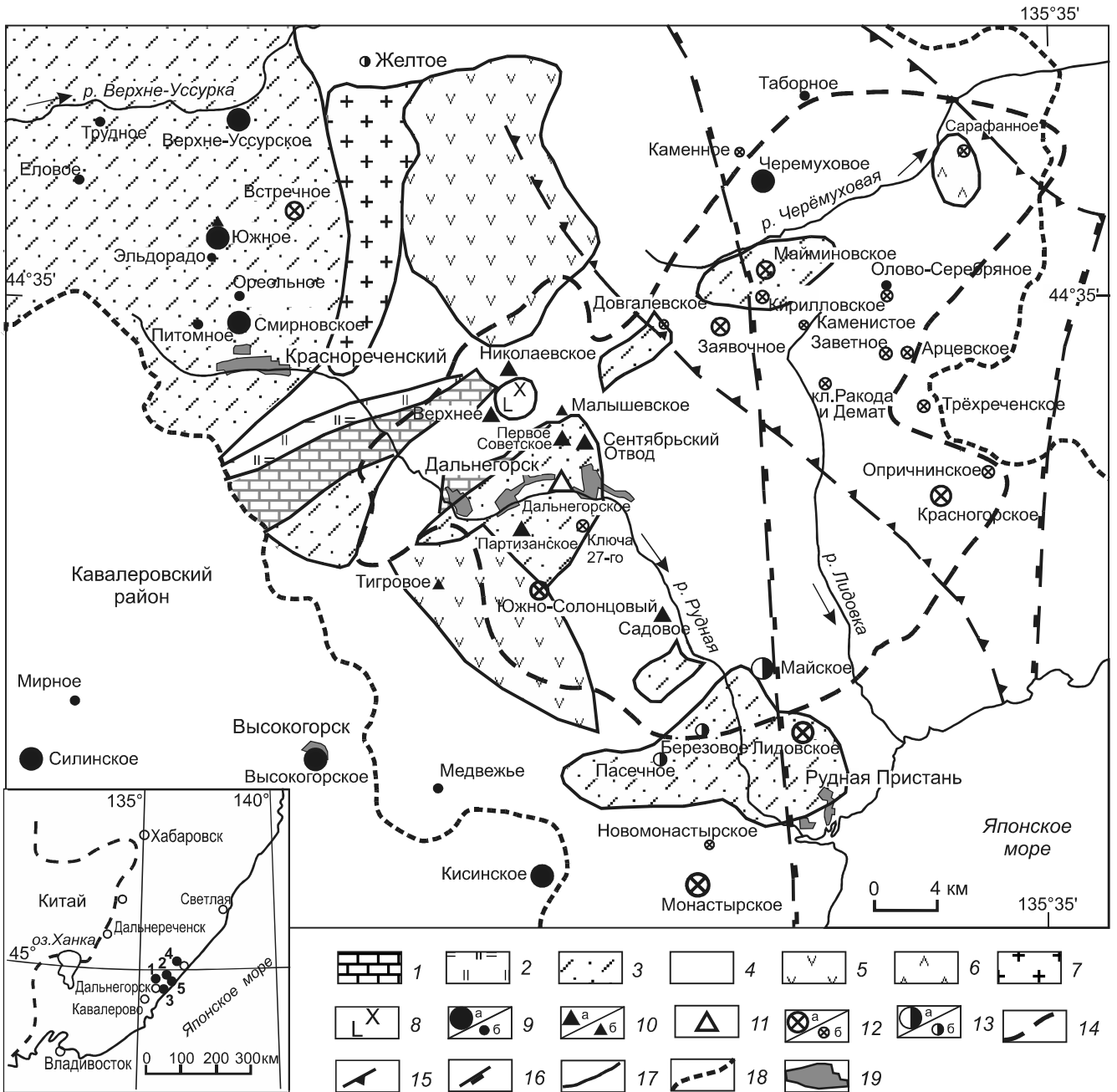


Рис. 1. Схема расположения месторождений Дальнегорского района с элементами геологии (по В.А. Сапожникову, 1987).

1–3 осадочные породы: 1 – известняки (T_{2-3}), 2 – кремни (J), 3 – флишоидная толща (K_1); 4–7 – плутоно-вулканогенный комплекс (K_2): 4 – игнимбриты, туфы риолитов, 5 – андезиты, 6 – дациты, 7 – граниты, гранит-порфиры, 8 – габбродиориты (K_2-P); 9–13 – месторождения (а) и рудопоявления (б): 9 – жильные Sn-Pb-Zn, 10 – скарновые Ag-Pb-Zn, 11 – боросиликатное, 12 – жильные Ag-Pb-Zn, 13 – жильные Au-Ag; 14 – интрузивно-купольное поднятие; 15 – зона Смысловского разлома; 16 – зона Мономаховского сдвига; 17 – геологические границы; 18 – административная граница; 19 – микрорайоны города.

Врезка – расположение исследуемых объектов на схеме Приморского края: 1 – Николаевское, 2 – Майминоское, 3 – Майское, 4 – Таежное, 5 – Трехреченское

става приморской серии; туффидами, туфами, и покровами андезитов синанчинской свиты. В юго-восточном направлении предполагается ступенчатое погружение осадочного фундамента под Шептунский

вулканический массив на глубину от 0.5 до 1.5 км. На площади Арцевской рудоносной структуры разведано 3 месторождения: Sn-Pb-Zn Черемуховое (Синанчинское), Ag-Pb-Zn Майминоское и Красногор-

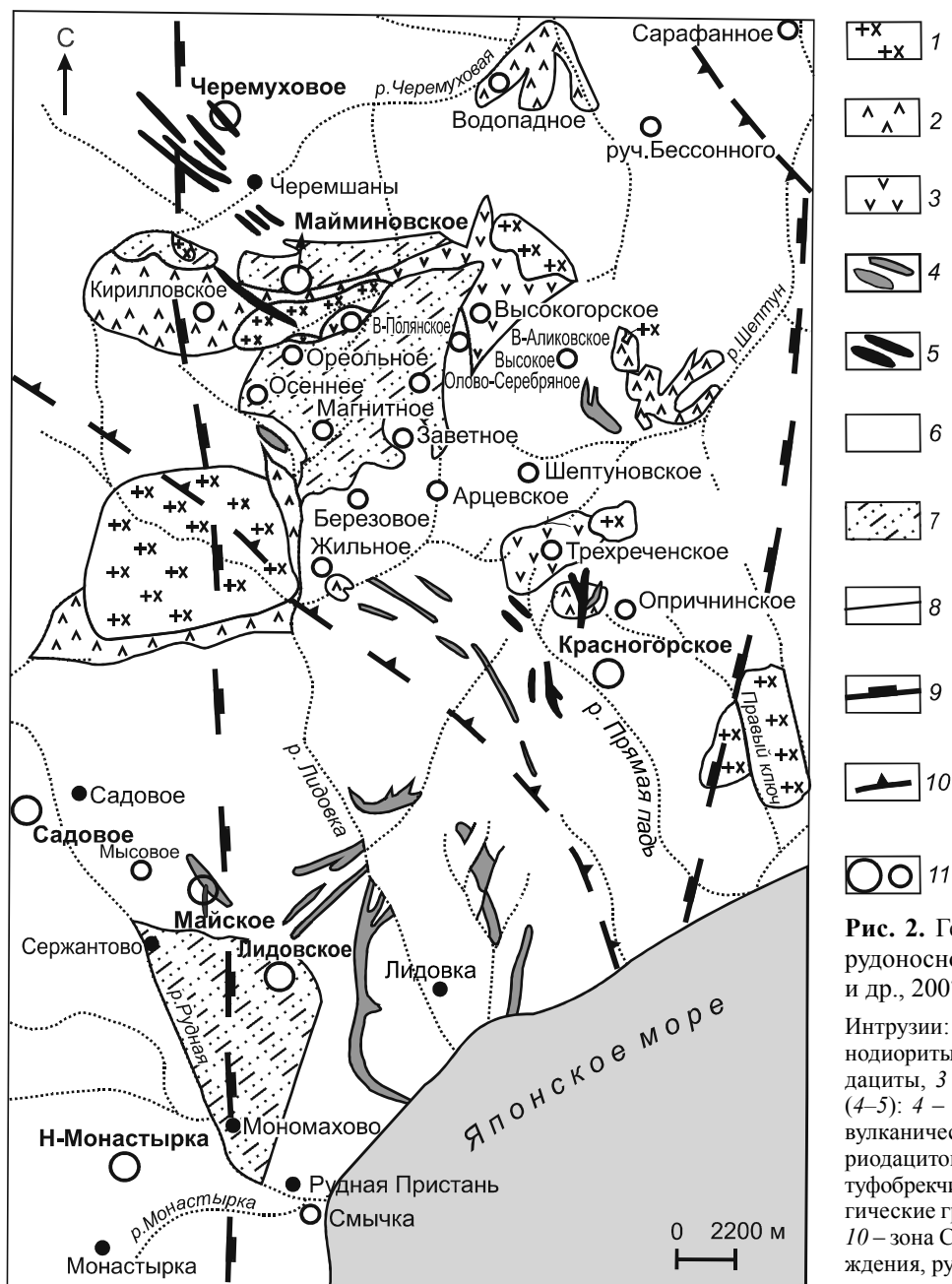


Рис. 2. Геологическая схема Арцевской рудоносной структуры (по В.И. Тербило и др., 2007).

Интрузии: 1 – граниты, гранит-порфиры, гранодиориты; экструзии – (2–3): 2 – риодациты, дациты, 3 – дациандезиты, андезиты; дайки (4–5): 4 – риолитов, 5 – диоритов, диабазов; вулканические покровы: 6 – туфы риолитов и риодацитов, игнимбриты риолитов, туффиты, туфобрекчи; 7 – флишоидная толща; 8 – геологические границы; 9 – Мономаховский сдвиг; 10 – зона Смысловского разлома; 11 – месторождения, рудопроявления.

ское, кроме того выявлено около 20 рудопроявлений. Степень изученности этих рудопроявлений различна. Наиболее изученной является СЗ часть рудоносной площади (рис. 2).

Вмещающие породы, как осадочные, так и эффузивные, на значительной площади подверглись процессу пропилитизации и локальной биотитизации. Наиболее интенсивно изменены породы в пределах разломов и зон повышенной трещиноватости, образуя кварц-серицитовые метасоматиты и кварцевые жилы, с которыми ассоциируют рудные тела и зоны рудной минерализации.

Изотопный возраст по свинцу из галенитов скарновых и жильных месторождений Дальнегорского рудного района варьирует в интервале от 109 млн лет до 245 млн лет [9, 19]. Причем на жильном Майминовском возраст галенита по свинцу близок к максимальному значению возрастных определений скарнового Николаевского месторождения, соответственно, 221 млн лет и 239 млн лет. Полученный модельный возраст соответствует времени аккреции Таухинского террейна. Возраст оруденения Арцевской рудоносной структуры варьирует от 66 ± 5 млн лет (K/Ar по серициту) для риолитов с порфировыми Sn-Zn рудами [9]

до 44–42 млн лет – эпitherмального Au-Ag жильного (Ag/Ag по жильному адуляру) (табл. 1) [3].

Цель рудно-формационных исследований состоит: 1) в установлении элементов конвергентности жильных Ag-Pb-Zn и Au-Ag рудных объектов Арцевской рудоносной структуры: рудовмещающих структур, их морфологии, минералого-геохимического парагенезиса, особенности рудно-магматической системы; 2) в построении модели ярусного строения рудно-магматической колонны, основываясь на применении металлогенических принципов системности, аналогии и концентрации рудных элементов.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Детально исследовались геологические условия локализации рудных тел и рудной минерализации; минералого-геохимические особенности и структуры Ag-Pb-Zn руд с Au минерализацией эксплуатируемого месторождения Майминового и рудопоявления Трёхреченского, расположенных в интрузивно-купольном поднятии Арцевской рудоносной структуры. Учитывая важную роль регионально-минералогического анализа рудоносной структуры в классификации и оценке рудных объектов, проведен топоминералогический анализ. Регионально-минералогический анализ Арцевской рудоносной площади проводился по результатам собственных исследований рудных объектов (Майминоское, Трёхреченское, Сарафанное, Майское, с привлечением Таежного), а также по опубликованным данным (Черемуховое, Красногорское).

Вещественный состав руд изучался: спектральным (СТЭ-1, ПГС-2); химическим атомно-абсорбционным (Hitachi-180-50); пробирным; оптико-минералогическими (МБС-10, ПОЛАМ-Р211, Stemi 2000-С, Axioptan-2) методами. Микровключения исследовались электронно-микроскопическими приборами: JXM-35C JEOL со спектрометром 35-SDS (ИГиП), JXA-5A, LEO-1420 с приставкой Rontec (ДВГИ, ИГиП), TESCAN серии VEGA с приставкой INKA (ИИМ), ZEISS EVO-50XVP с INKA Energy-350 (ДВГИ); MS-46 «Cameca» (ИГЕМ); Camebax SX-50 (МГУ); «Суперпроб-733» (ВИМС); Cam Scan 4D с Link и рентгенофазовым анализом с применением камеры РКД и ДРОН-3М (ИГЕМ).

КРАТКАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ АРЦЕВСКОЙ СТРУКТУРЫ

Майминоское Ag-Pb-Zn месторождение (35.0 км к СВ от г. Дальнегорск) расположено в приподнятом блоке осадочных пород фундамента (K_1) с незначительным перекрытием вулканогенными породами (K_2) верхнего структурного этажа. В центральной части находится нижнемеловая сложноскладчатая

осадочная толща. Она представлена неравномерным переслаиванием средне-крупнозернистых песчаников и алевролитов, реже в составе толщи присутствуют пласты и прослои конгломератов и гравелитов. Осадочные породы образуют антиклинальную складку СВ простирания, которая в ядре осложняется грабен-синклиналью, выполненной вулканитами и штоком гранит-порфиров датского вулканоплутонического комплекса. Порода центральной части рудоносной площади пересекает субмеридиональная дайка андезибазальтов (K_2-P_1), которая также сечет метасоматические зоны дробления СВ, СЗ и субширотного направлений (рис. 3). Промышленное оруденение контролируется комплексом структурно-литологических факторов: приуроченностью основной минерализации к СЗ разломам и толще песчаников. Кроме того, по контакту песчаников и алевролитов отмечаются малоамплитудные минерализованные срывы, образующие структуры блокирования на границе пород разной компетентности. На площади месторождения разведано более 30 эшелонированно расположенных рудных тел. Из них детально изучены и разрабатываются 13. Простирание рудных тел чаще северо-западное с углами падения $56-80^\circ$ на северо-восток, реже на юго-запад. Разведанные рудные тела месторождения в основном залегают вкрест простирания нижнемеловой флишоидной толщи, морфология их разнообразна. Наблюдается сочетание кварц-сульфидных жил различной мощности с прожилковыми зонами того же состава и оруденелые зоны дробления. Отмечаются участки оруденелых метасоматических зон дробления, являющихся самостоятельными рудными телами (рис. 4 а, б). Мощность рудных тел изменяется от 0.05 до 24.0 м, чаще около 1.75 м, преобладают тела мощностью 0.1–1.05 м с четкими извилистыми контактами, протяженность их 400–800 м. Сульфидная минерализация в рудных телах распределена крайне неравномерно, образуя в них линзы, гнезда, мелкую вкрапленность и тонкие прожилки различных размеров. Содержание полезных компонентов изменяется: Pb – от 0.004 до 10.05 %, среднее – 1.082 %; Zn – от 0.001 до 4.55 %, среднее – 2.66 %; Ag – от 2.0 до 1748 г/т, среднее – 178 г/т; Au – до 1.7 г/т, среднее – 0.2 г/т. На площади месторождения кроме протяженных жильных тел отрабатывается участок штокверкового оруденения (зона Загадка). Оно представляет собой самостоятельное рудное тело в метасоматически измененных песчаниках, не выходящее на поверхность, вскрыто штольневим горизонтом и скважинами. Рудная минерализация в зоне Загадка развивается по слоистости флишоидной толщи (СВ) и вкрест переслаивания пород (СЗ), а также образует мелкую неравномерно рассеянную вкрапленность в метасоматите (рис. 4 в, г) [17, 18].

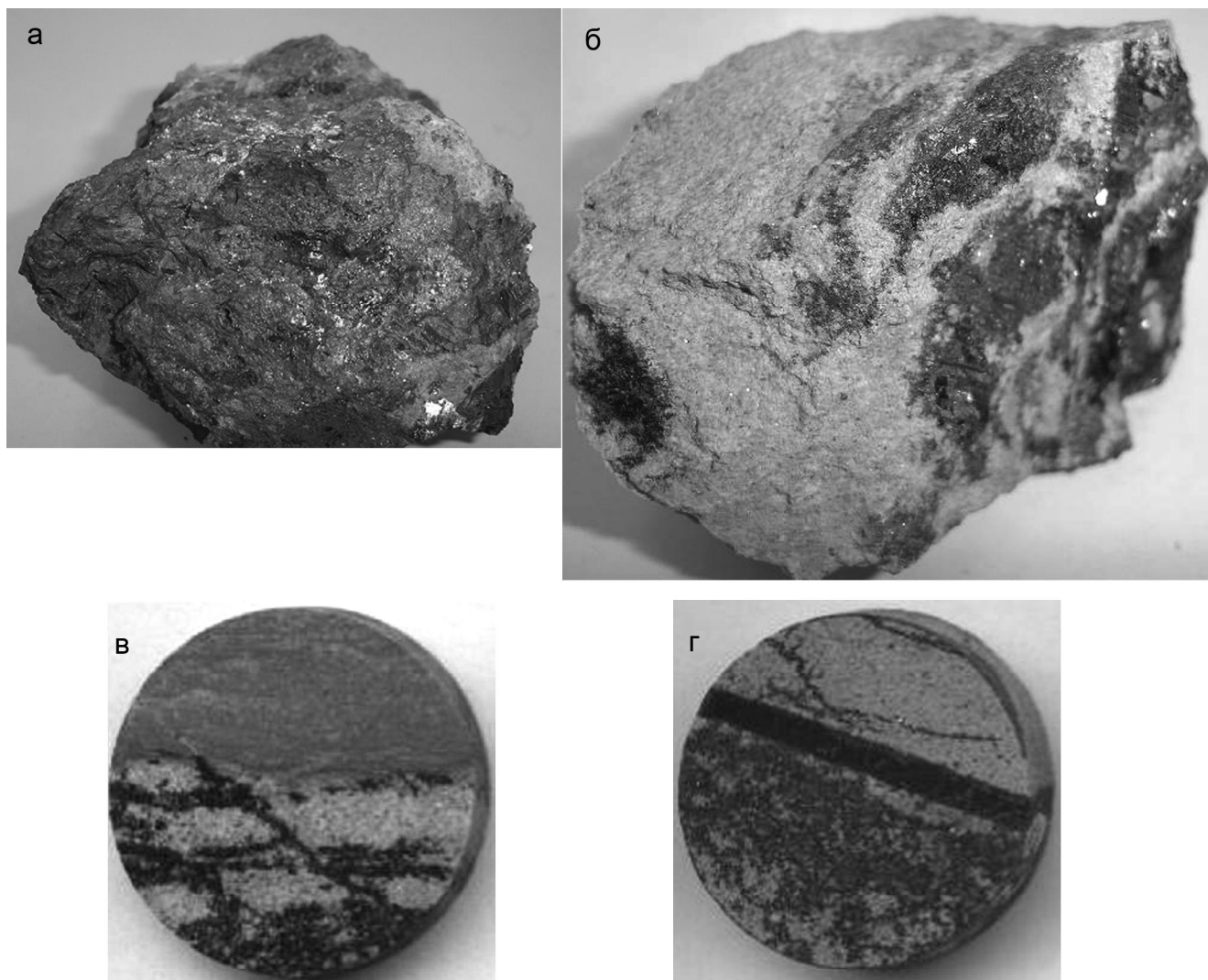


Рис. 4. Образцы, характеризующие типы оруденения на Майминовском месторождении (уменьш. в 2 раза).

а – массивная кварц-полиметаллическая руда (жила 11А), б – прожилково-вкрапленные метасоматические руды (зона 10), в, г – керн с прожилково-вкрапленной минерализацией в метасоматитах по песчаникам (штокверк Загадка).

Трехреченское Ag-Pb-Zn рудопроявление (14.0 км к ЮВ от Майминовского) залегает в слабо стратифицированных покровах спекшихся туфов риодацитов, игнимбритов риодацитов приморской серии и андезитов синанчинской серии (K_2). Вулканы прорваны дайками андезибазальтов K_2-P_1 . На глубине около 1700 м по геофизическим данным (В.П. Макаров, 1985) предполагается штокообразное тело диоритов дальнегорского интрузивного комплекса. Преобладают протяженные СЗ нарушения ($310-320^\circ$), образующие сближенные серии зон дроблений, милонитов, даек, рудоносных кварцевых жил и брекчий. Незначительно распространены тектонические нарушения СВ направления ($20-50^\circ$), которые часто являются оперяющими СЗ разломов. В узлах

их пересечений отмечают прожилковые рудные зоны и кварцевые жилы незначительной протяженности. Кроме того, на площади рудного поля проявлены редкие субширотные ($95-100^\circ$) рудовмещающие тектонические нарушения. При пересечении их с СЗ нарушениями образуются штокверковые зоны оруденения с повышенным содержанием серебра до 1120 г/т. В пределах Трехреченского рудопроявления выявлено 11 рудных зон мощностью от 0.3 до 6.0 м. Из них более детально разведаны поверхностными горными выработками и скважинами три зоны: Заманчивая, Деревянко и Широкая. Они расположены на юго-восточном фланге рудопроявления в 4.0 км к северу от Красногорского Ag-Pb-Zn месторождения с оловянной минерализацией. Первые две зоны име-

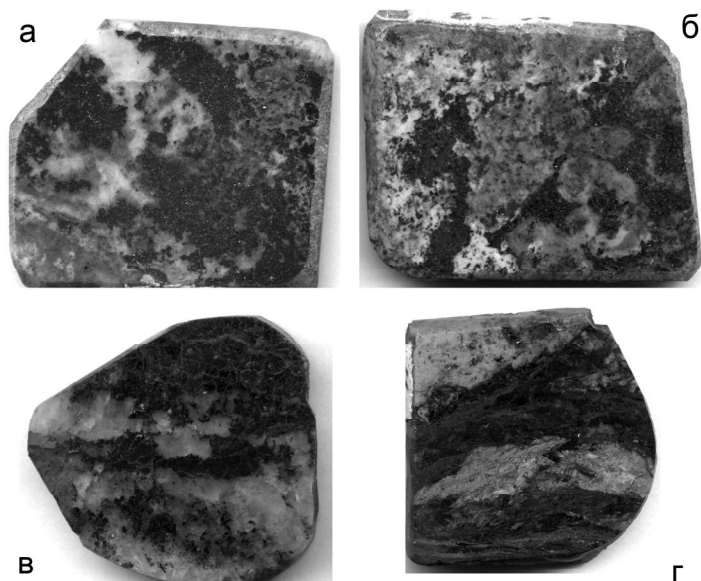


Рис. 5. Рудные образцы рудопоявлений Трехреченское (а, б) и Сарафанное (в, г) (натур. вел.).

а, в – кварц-сульфидные жилы, б, г – прожилково-вкрапленные руды в метасоматитах по кислым вулканитам.

ют СЗ простирание с углами падения 75–80° на ЮЗ, третья – Широкая – субширотное с крутым падением на север (80°). Морфология рудных тел определяется строением дорудных тектонических структур и составом вмещающих пород. Как и на Майминовском месторождении, преобладают жильные рудные тела и зоны дробления с прожилково-вкрапленным оруденением (рис. 5 а, б).

Сарафанное Ag-Pb-Zn рудопоявление в структурном плане приурочено к интрузивно-купольному поднятию в восточной части Черемшанского рудного узла Арцевской структуры. Расположено к северо-востоку от Майминовского месторождения (20 км) в зоне пересечения региональных разрывных структур северо-западного, северо-восточного и субмеридионального направлений. Вулканогенные породы позднемелового возраста – андезиты, туфы и игнимбриты риолитов – прорваны в центральной части поля эктрузией риолитов и риодацитов. К северу от площади рудного поля в 1.0–3.0 км закартирована интрузия гранит-гранодиоритов (Евлампиевский массив). Разведано 18 рудных тел, в которых рудная минерализация приурочена к кварцевым жилам и метасоматическим зонам дробления (рис. 5 в, г). Прожилково-вкрапленная рудная минерализация проявлена в тектонических зонах дробления по периферии обломков, в хлорит-карбонат-кварцевом цементе и реже в брекчированных обломках метасоматитов по трещинам. Обломки остроугольные и со сглаженными границами, иногда «расташены» последующими тектоническими подвижками и сцементированы жильными минералами с сульфидами, аналогично ситуации в Трехреченском рудопоявлении. По минеральному составу рудопро-

явление Сарафанное относится к пирит-галенит-сфалеритовому типу, где рудные минералы в среднем составляют 35–38 %, на долю промышленно значимых приходится около 20–25 %. Редкие оптически различимые минералы представлены халькопиритом, блеклой рудой, акантитом, ковеллином. Среди нерудных минералов преобладает кварц, в меньшей степени развиты хлориты, смешаннослойные слюды (иллиты). Карбонаты играют резко подчиненную роль и представлены в основном кальцитом.

Майское Au-Ag месторождение (30 км к ЮВ от г. Дальнегорск) приурочено к юго-восточной части Дальнегорской вулкано-тектонической купольной структуры на контакте субмеридионального Мономаховского сдвига. В районе развиты верхнемеловые эффузивы кислого и среднего составов, наложенные на нижнемеловые аккреционно-складчатые образования Таухинского террейна с позднемеловыми интрузиями гранитов, гранодиоритов, габбродиоритов. На рудном поле выявлены крутопадающие и пологие зоны дробления субмеридионального, северо-западного, реже широтного направлений, они частично залечены дайками гранодиорит-порфирового и базитового составов. В пределах месторождения установлено около 10 линейновытянутых зон дробления, выполненных минерализованными брекчиями игнимбритов, туфов риолитов и кварцем. Рудная минерализация проявлена в жилах, прожилках и зонах метасоматитов адуляр-кварцевого и адуляр-хлорит-серицит-кварцевого составов. Рудные тела характеризуются неоднородным строением, образуя рудные столбы и обедненные участки. Отдельные штучные образцы, отобранные из обогащенных участков, содержат Au до 2.5 кг/т

Таблица. 1. Возраст месторождений Арцевской структуры и Таежного Кемской зоны.

Месторождения	Возраст (млн лет)			Генетический тип
	К/Ag (мусковит, серицит)	Модельный возраст по Pb в PbS		
		Ф.И. Ростовский (2005 г.)	С.В. Рассказов (2002 г.)	
Майминовское	47–45-	251.5	221	жильное Ag-Pb-Zn с Au
Майское	44–42	-	-	жильное Au-Ag
Таежное	49–43	238.3	185	жильное Au-Ag
Красногорское	55 ± 5			жильное Ag-Pb-Zn
Красногорское	66 ± 5			жильное Sn-Ag-Pb-Zn и порфировое Sn-Zn
Черемуховое		117		жильное Sn-Pb-Zn

Примечание. 1) данные К/Ag метода по Майскому (Иванов, Попов, 1987), Майминовскому, Таежному (Ростовский, 2005), Красногорскому (Раткин и др., 1990); 2) $^{206}\text{Pb}/\text{Pb}^{204}$ по модели Расселла-Франкуара-Камминга (Ростовский, 2005); $^{207}\text{Pb}/\text{Pb}^{204}$ по двустадийной модели Стэйси и Крамерса (S-K) (Рассказов, 2002).

и Ag до 18.0 кг/т. Зона Майская (основное рудное тело) локализована в СЗ зоне разлома, структурно повторяющего контакт вулканитов с осадочными породами. Рудная минерализация прослежена на 500 м по простиранию зоны, расположенной в лежачем боку дайки диабазовых порфиритов СЗ простирания (320°) и не прослеживается после пересечения с этой дайкой. Анализ структурных элементов рудного тела (построение геологического разреза в изолонгах) показал, что наиболее обогащенные участки приурочены к субмеридиональным изгибам жилы с азимутом простирания $330\text{--}335^\circ$ СЗ. В зоне Майской выделено два рудных столба, которые прослежены до 50 м от поверхности. Далее на глубину оруденение затухает, что отчетливо явствует из построения вертикальной проекции в изолонгах, рудные пересечения в скважинах ниже 110 м не являются продолжением зоны Майской [12].

Краткая характеристика исследованных рудных объектов приведена в таблице 2.

Черемуховое (Синанчинское) Sn-Pb-Zn месторождение, расположенное в 7.0 км к СЗ от Майминовского, является аналогом месторождений боливийского типа [8]. Рудное поле сложено туфами и игнимбридами риолитов, прорванными серией даек андезитов и андезибазальтов. Рудные тела прослеживаются по контакту даек СЗ простирания, углы падения рудных тел $55\text{--}75^\circ$ на СВ. Среднее содержание Sn – 0.67 %; Pb – 5.12 %; Zn – 5.89 %; Ag – 154 г/т. Рудные минералы этого месторождения представлены сульфидами – пиритом, сфалеритом, галенитом, халькопиритом, тиллитом, станнином – и оксидами – касситеритом, магнетитом. Месторождение в настоящее время законсервировано.

Красногорское Ag-Pb-Zn месторождение (19.0 км на ЮВ от Майминовского) залегает в цен-

тральной части крупной вулcano-тектонической депрессии на ЮВ Арцевской рудоносной структуры. Рудные тела локализованы в пологозалегающих игнимбридах и туфах риолитов. Разведка и изучение месторождения проводилась в 80–90-е годы геологами Дальнегорской экспедиции, сотрудниками ИГЕМ, ДВГИ [2, 10]. Выявлено, что рудные тела СЗ простирания имеют четкие, часто тектонические контакты с вмещающими породами, иногда пересекают дайки основного и кислого составов. На рудном поле месторождения установлено 3 типа оруденения: 1) Sn-Zn порфировый (гнездово-вкрапленный в эруптивной брекчии); 2) мелкие жильные тела Sn-Ag-Pb-Zn минерализации в приконтактовых частях риолитов завершающей фазы формирования жерла; 3) жильно-метасоматические зоны Ag-Pb-Zn минерализации в игнимбридах. Мелкие жильные тела, кроме основных минералов, содержат блеклые руды, которые прослеживаются в жильно-метасоматических зонах. В центральной части месторождения (по данным бурения) вскрыта полифазная интрузия сложно дифференцированного габбро-гранитоидного состава. Установлен необычный для жильного типа минеральный парагенезис: кварц-гранат (спесартин)-галенит-сфалеритовый, развитый в основном на контакте с вмещающими породами. Главные рудные минералы – пирит, галенит, сфалерит, халькопирит. Реже отмечаются арсенопирит, касситерит, станнин, матильдит, тиллит, блеклые руды, пираргирит. Месторождение законсервировано.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате изучения вещественного состава и условий локализации Ag-Pb-Zn оруденения Майминовского, Трехреченского, Сарафанного месторождений Арцевской рудоносной структуры (материала-

Таблица. 2. Краткая геологическая характеристика и минеральный состав исследуемых рудных объектов.

Рудные объекты	Особенности геологического строения	Рудные минералы и ассоциации	Геохимический тип
Майминовское	<p>Сочетание кварц-сульфидных жил гнездово-прожилковой минерализации с оруденелыми зонами дробления, метасоматическими рудными телами в измененных породах по зальбандам рудных жил и метасоматическими зонами.</p> <p>Рудные тела (30) эшелонированные, СЗ реже СВ и субширотного направлений в терригенной флишоидной толще (К₁). На севере экструзия риолитов (К₂) среди вулканитов (К₂). Вмещающие породы прорываются дайками андезибазальтов (К₂-Р₁).</p>	<p>Сфалерит, галенит, халькопирит, пирит, пирротин, марказит, арсенопирит, аргентотетраэдрит, фрейбергит, пираргирит, полибазит, стефанит, акантит, Ag сам., Au сам.</p> <p>Ассоциации: 1) пирит-арсенопиритовая, 2) галенит-сфалеритовая, 3) пираргирит-акантит-фрейбергитовая</p>	Серебро-свинцово-цинковый с золотом
Трехреченское	<p>Сочетание кварц-сульфидных жил гнездово-прожилковой минерализации с оруденелыми зонами дробления, метасоматическими рудными телами в измененных породах по зальбандам рудных жил и метасоматическими зонами.</p> <p>Рудные тела (11) эшелонированные, СЗ реже СВ и субширотного направлений в вулканогенной толще риодацитов, андезитов (К₂). Толща прорывается дайками андезибазальтов (К₂-Р₁).</p>	<p>Сфалерит, галенит, пирит халькопирит, арсенопирит, аргентотетраэдрит, фрейбергит, пираргирит, прустит, акантит, ковеллин, Ag сам., Au сам.</p> <p>Ассоциации: 1) пирит-кварцевая, 2) галенит-сфалерит-пиритовая-II с арсенопиритом, 3) прустит-пираргирит-акантит-фрейбергитовая</p>	Серебро-свинцово-цинковый с золотом
Сарафанное	<p>Сочетание кварц-сульфидных жил гнездово-прожилковой минерализации с оруденелыми зонами дробления; метасоматическими рудными телами в измененных породах по зальбандам рудных жил и метасоматическими зонами.</p> <p>Рудные тела (18) эшелонированные, СЗ реже СВ и субширотного направлений в вулканогенной толще туфов риолитов, андезитов, (К₂). Толща прорывается (К₂-Р₁) экструзией риодацитов</p>	<p>Сфалерит, галенит, халькопирит, пирит, арсенопирит, блеклая руда, фрейбергит, ковеллин</p> <p>Ассоциации: 1) пирит-кварцевая, 2) пирит-II-халькопирит-галенит-сфалеритовая, 3) серебросодержащих минералов (фрейбергитовая)</p>	Серебро-свинцово-цинковый
Майское	<p>Рудная минерализация проявлена в жилах и прожилках кварцевого и адуляр-кварцевого состава, зонах метасоматитов адуляр-хлорит-серицит-кварцевого состава.</p> <p>Рудные тела (8) Эшелонированные, СЗ реже СВ и субширотного направлений. Рудное тело Майское в СЗ зоне разлома, среди кислых вулканитов вблизи лежачего контакта дайки диабазовых порфиритов (βК₂).</p>	<p>кюстелит, электрум, Au сам., акантит, пираргирит, фрейбергит, сульфосоли серебра (стефанит, андорит, диафорит, штернбергит), пирит, галенит, сфалерит, халькозин, халькопирит, аргентоярозит, кубанит, кераргирит, сперрилит.</p> <p>Ассоциации: 1) пирит-адуляр-кварцевая с Au, 2) хлорит-серицит-гидрослюдистая с Au</p>	Золото-серебряный

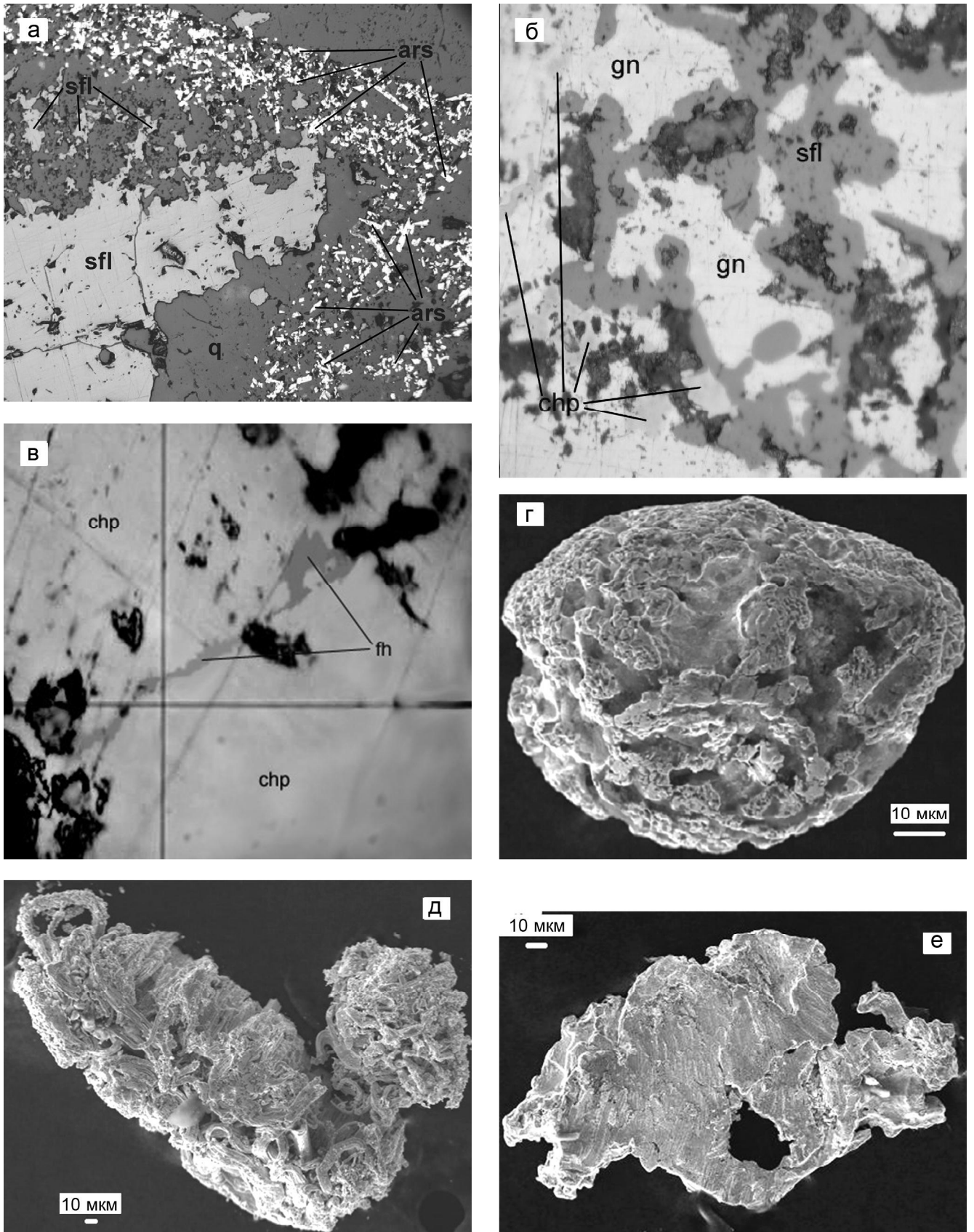


Рис. 6 а–е. Майминовское месторождение Разновременные минеральные ассоциации (а, б, в) (полированные шлифы, а, б – увел. 100, в – увел. 260) и морфология минералов благородных металлов (г, д, е, ж) (электронное изображение

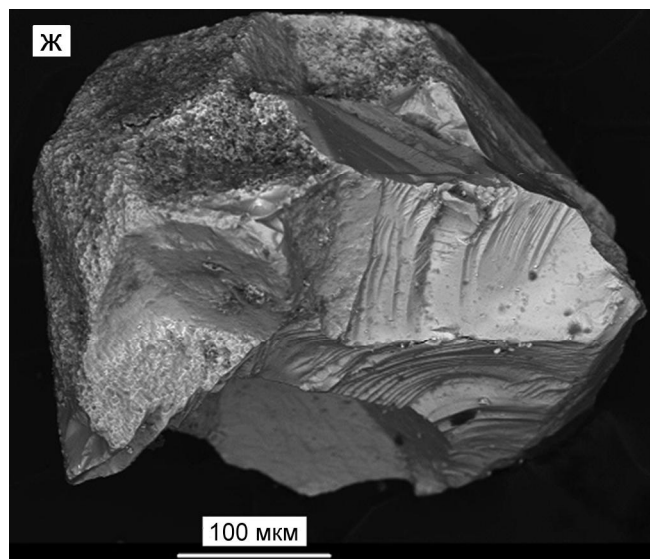


Рис. 6 ж. Продолжение.

LEO-1420 с Rontekc): а – пирит-арсенопиритовая, б – халькопирит I-галенит-сфалеритовая, в – фрейбергит-халькопиритовая II; г, е – Au самородное, д – Ag самородное, ж – пираргирит. ars – арсенопирит, sfl – сфалерит, q – кварц, chr – халькопирит, gn – галенит, fh – фрейбергит

лы частично опубликованы ранее) установлено, что структура рудного поля каждого из них отражает пространственно-тектоническое положение, характерное для зоны растяжения, проявленной серией разрывов и дайковыми поясами по типу пулл-апарт бассейна. Эти локальные зоны растяжения возникли в связи с трансформными разломами Сихотэ-Алинской складчато-надвиговой системы. Граничными структурами этой зоны растяжения являются субмеридиональный Лидовский и северо-западный Смысловский глубинные разломы. Рудовмещающими чаще являются северо-западные трещины, но рудная минерализация проявлена также в северо-восточных, субширотных и субмеридиональных нарушениях. Рудные тела на исследуемых объектах представлены тремя морфологическими типами: кварцевыми жилами, метасоматическими зонами дробления и штокверками с рудной минерализацией.

Текстурно-структурные особенности руд, характер распределения минералов в рудных телах позволил выделить на исследуемых объектах разновременные минеральные ассоциации.

На Майминовском месторождении в рудах выделены три минеральные ассоциации: пирит-арсенопиритовая, галенит-сфалеритовая и блеклые руды-халькопиритовая (рис. 6 а, б, в). Минералы серебра представлены: блеклыми рудами (фрейбергит, аргентотетраэдрит), пираргиритом (рис. 6 ж), полибазитом,

стефанитом, акантитом и самородным Ag (рис. 6 г). Кроме того, в рудных телах СЗ и субширотного простираний встречено самородное золото. Морфология золота разнообразна: отмечены индивиды овальной, изометричной, пластинчатой, чаще комковатой формы (рис. 6 д, е) [13].

В рудах Трехреченского рудопроявления установлены следующие минеральные ассоциации: 1) пирит-кварцевая, 2) халькопирит-галенит-сфалерит-пиритовая II с арсенопиритом, 3) ассоциация минералов серебра – прустит-пираргирит-акантит-фрейбергитовая (рис. 7 а, б, в). Все минеральные ассоциации пространственно совмещены в рудных телах. Самородное золото обнаружено в поверхностной выработке зоны Заманчивой СЗ простирания (рис. 7 г) [15].

Рудопроявление Сарафанное характеризуется тремя минеральными ассоциациями: пирит I-кварцевой, пирит II-халькопирит-галенит-сфалеритовой и серебросодержащих минералов, образующих микровключения чаще всего фрейбергита в галените и сфалерите (рис. 8 а, б, в), аналогично выделенным на Трехреченском. Однако соотношение рудных минералов здесь несколько другое. Преобладают сфалерит, галенит, значительно больше развит халькопирит, в меньшей степени в исследуемых образцах проявлены минералы серебра с поздним пиритом и арсенопиритом. На данном этапе изучения рудопроявления Сарафанного минералы золота в нем не обнаружены.

В исследуемых рудных объектах главными, определяющими состав руд, являются вторая и третья минеральные ассоциации, совмещенные в рудных телах. Примесь серебра в сульфидных минералах на исследуемых Ag-Pb-Zn жильных объектах связана в основном с микровключениями собственных серебряных минералов: фрейбергита, пираргирита, аргентотетраэдрита, прустита, акантита, реже стефанита. Установлено, что рудный процесс на Майминовском и Трехреченском рудных объектах завершается отложением сульфоантимонитов серебра, которые развиваются за фрейбергитом, затем выделяются акантит и самородные Au-Ag твердые растворы. Золотосеребряная минерализация проявлена в наклонно залегающем вулканическом покрове (Трехреченское) и в подстилающих терригенных породах (Майминовское). Смена минеральных ассоциаций на Майминовском и Трехреченском Ag-Pb-Zn рудных объектах подобна эпitherмальным золото-серебряным месторождениям вулканогенного пояса Пацифики [2, 4].

Последовательность отложения минеральных ассоциаций и минералов в вышеназванных объектах сопоставима. Они характеризуются наличием нескольких генераций главных рудообразующих минералов

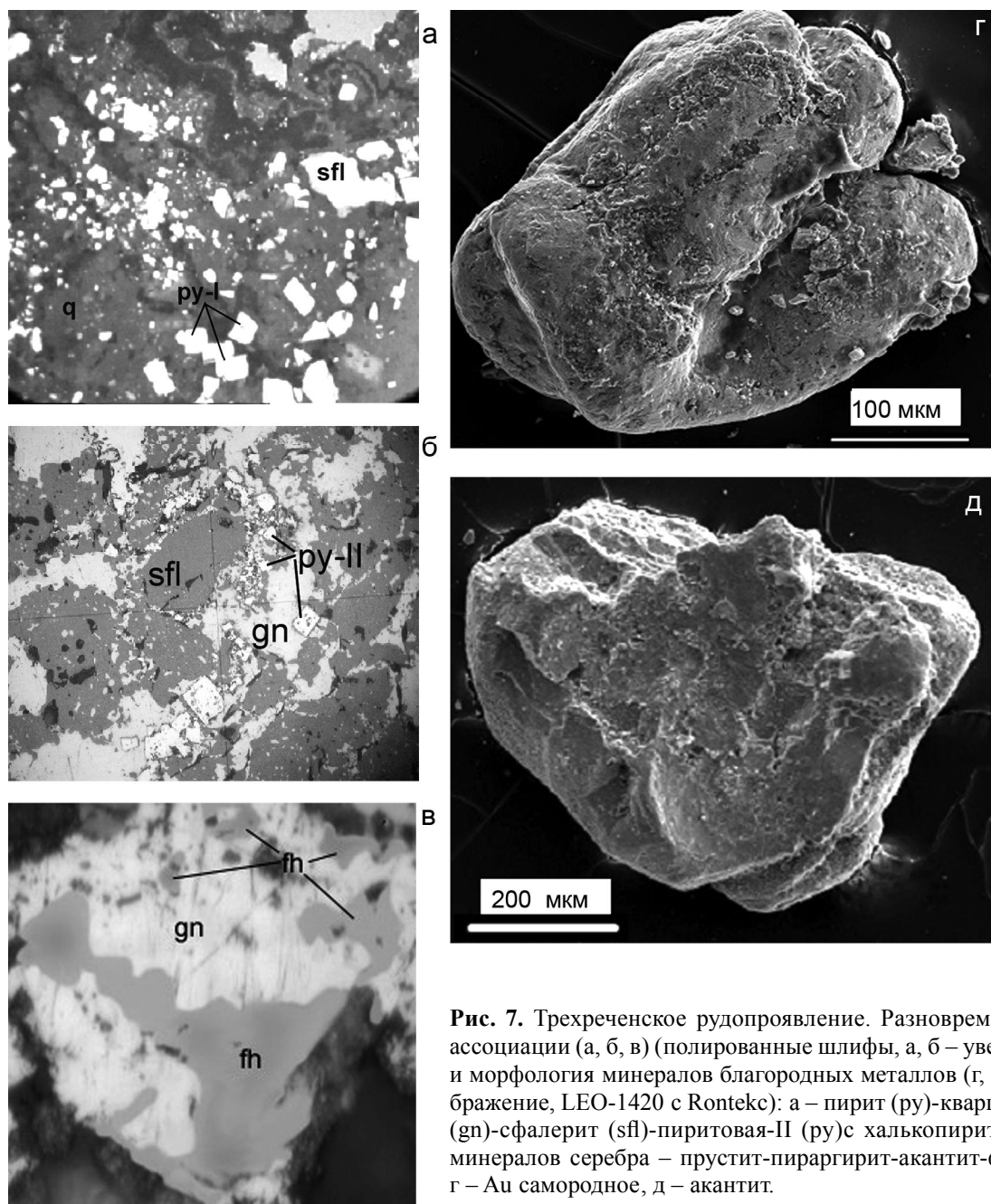


Рис. 7. Трехреченское рудопроявление. Разновременные минеральные ассоциации (а, б, в) (полированные шлифы, а, б – увел. 100, в – увел. 280) и морфология минералов благородных металлов (г, д) (электронное изображение, LEO-1420 с Rontekс): а – пирит (py)-кварцевая (q), б – галенит (gn)-сфалерит (sfl)-пиритовая-II (py)с халькопиритом, в – ассоциация минералов серебра – прустит-пираргирит-акантит-фрейбергитовая (fn); г – Au самородное, д – акантит.

Pb, Zn, Fe и локальным развитием Ag-Sb-S, Ag-As-S, Ag-S, Au-Ag минерализаций.

В рудах Майского Au-Ag месторождения преобладают прожилково-полосчатые, реже брекчиевые, колломорфно-полосчатые и крустификационные текстуры. Минеральный состав представлен в основном кварцем, адуляром, пиритом интенсивно замещённым гетитом, гидрогетитом, ярозитом, аргентоярозитом. Выделены следующие минеральные ассоциации: хлорит-серицит-гидрослюдистая, пирит-адуляр-кварцевая, золото-серебро-сульфосольная. Рудные мине-

ралы во второй ассоциации составляют около 1–3 %. В отдельных случаях отмечены прожилки галенит-сфалеритового состава, которые распространены локально и приурочены к зонам интенсивного окварцевания и пиритизации. Микроскопически отчетливо просматривается перегруппировка рудного вещества при внутрирудном метасоматозе до образования микропрожилков. В меньшем количестве здесь присутствуют кераргирит, аргентит, прустит, пираргирит. Продуктивная ассоциация устанавливается в цементе рудной брекчии, в кварцевых прожилках и микротре-

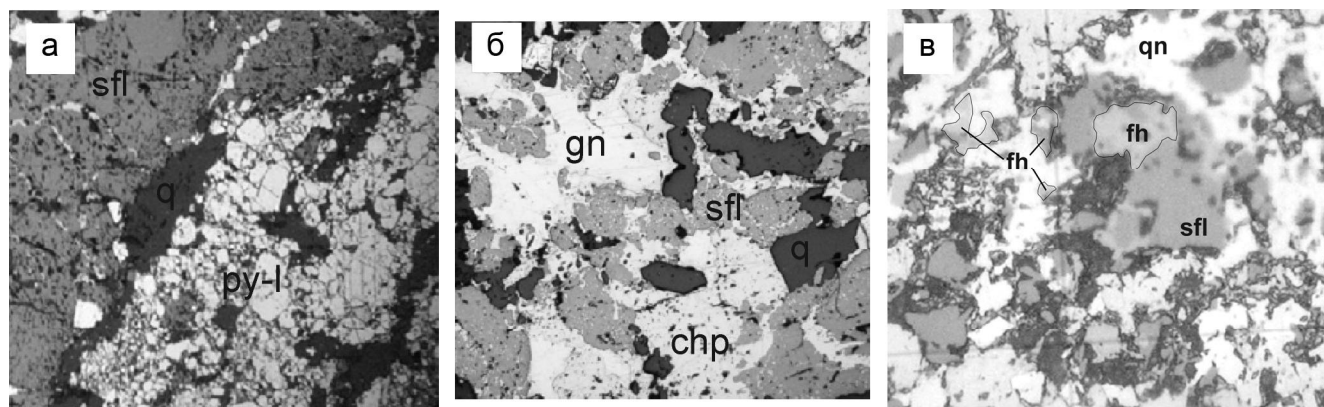


Рис. 8. Разновременные минеральные ассоциации Сарафанного рудопроявления (полированные шлифы, увел. 100): а – пирит I-кварцевая, б – пирит II–халькопирит-галенит-сфалеритовая, в – ассоциация серебросодержащих минералов (микровключения фрейбергита в галените и сфалерите).

щинах, рудные минералы не превышают 1 %. В ней возрастает роль золота, образуются микропрожилки и рассеянная вкрапленность более крупных выделений Au-Ag интерметаллических соединений, которые тесно ассоциируют с аргентитом, фрейбергитом, пруститом, пираргиритом, стефанитом (рис. 9 а, б). На участках интенсивной хлоритизации отмечаются выделения деревянистого олова, призматических кристаллов касситерита, сфена. Общим для всех рудных минералов является тонкозернистое строение (0.01–0.25 мм) и взаимные прорастания золота и серебра с пираргиритом, аргентитом, кераргиритом, кварцем, полевыми шпатами [7, 11].

Таежное Au-Ag месторождение расположено в Кемской металлогенической зоне Тернейского района, к северу от Арцевской рудоносной структуры. Рудные тела, аналогично Майскому месторождению залегают на границе верхнемеловых вулканитов и терригенных пород Кемского террейна. Ранее проведенными исследованиями [14, 16, 23] в рудах Таежного месторождения выделены следующие минеральные ассоциации: пирит I-кварцевая, галенит-сфалерит-халькопирит-пиритовая II с арсенопиритом и ассоциация минералов серебра – полибазит-фрейбергит-акантит-пираргиритовая с золотом. Носителями серебра в рудах по степени распространенности являются: сульфосоли группы пираргирита (пираргирит, полибазит, стефанит); сульфиды Ag (аргентит, акантит); серебросодержащая блеклая руда (фрейбергит); сульфосоли группы фрейеслебенита (диафорит, андорит, фрейеслебенит) (рис. 9 в, г) и самородное серебро. Характерны тонковкрапленные выделения серебряных минералов от 0.005 мм до 0.15 мм (редко) в кварц-карбонатном матриксе и ранних сульфидов. Значительное содержание Au размером от ≤ 0.05 до 0.7×0.75 мм обнаружено в хвостах флотации и в

кварцевых жилах на флангах основных рудных тел (до 20 г/т). Морфология самородного Au ксеноморфно-пластинчатая. Тесная ассоциация золота с сульфосолями Ag, образование микропрожилков Au в блеклой руде Таежного месторождения, как и Майского, указывает на более позднее его выделение в заключительную стадию рудного минералообразования. В результате изучения минералого-геохимических особенностей руд Майского и Таежного Au-Ag месторождений установлена их геохимическая и минералогическая близость. Автор посчитал возможным включить Таежное месторождение в модель рудообразования Арцевской структуры как дополнительный объект, демонстрирующий переход от Ag-Pb-Zn к Au-Ag оруденению.

Регионально-минералогические исследования перспективных рудных районов играют важную роль в классификации и оценке рудных объектов, они составляют основу для решения задач эволюции минерального вещества [21]. Установлено, что минеральный состав руд Майминовского, Трехреченского и Сарафанного объектов сопоставим и соответствуют одному рудно-геохимическому типу. Выявленные стадии минерализации близки по минералогическому составу, они последовательно накладываются одна на другую и пространственно совмещены в рудных телах. Промышленно значимыми являются вторая и третья минеральные ассоциации. Минеральные комплексы продуктивных ассоциаций на каждом объекте несколько варьируют, но отражают вещественный состав всего ряда (табл. 3). В Au-Ag месторождениях Майское и Таежное преобладает низкопробное золото, для первого объекта характерен кюстелит, а второго – электрум. На СЗ и ЮВ флангах Арцевской структуры проявлена оловянная минерализация. Месторождение Черемуховое относится к Sn-Pb-Zn типу

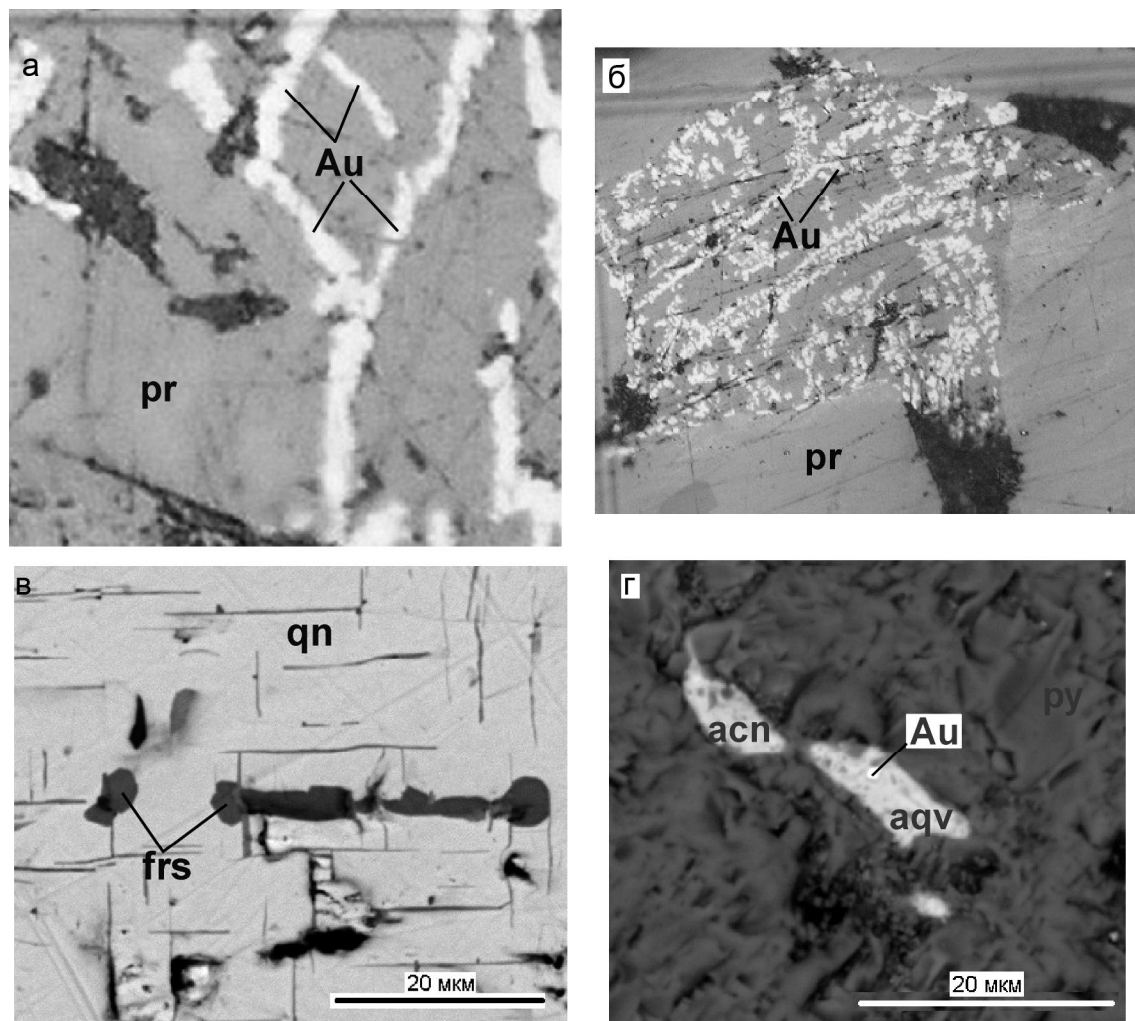


Рис. 9. Выделения минералов благородных металлов в ранних сульфидах: а, б – микропрожилки и микровкрапленность золота (Au) в пираргирите (pr) (Майское месторождение, полированный шлиф, увел. 1000); в – микропрожилки фрейслебенита (frs) по спайности галенита (gn), г – микровключения кюстелита (Au), агвиларита (agv) и акантита (acn) в пирите (py). Таежное месторождение, электронное изображение в TESCAN\VEGA с INCA.

с отчетливой зональностью в распределении минералов Sn (сверху вниз): тиллит ($PbSnS_2$) → станнин (Cu_2FeSnS_4) → касситерит (SnO_2). На площади Красногорского месторождения соседствуют Ag-Pb-Zn минерализация с Sn-Zn и Sn-Ag. В порфириновых рудах этого месторождения также отмечается наложенная ассоциация минералов серебра (серебро-стефанит-акантитовая) [20]. Первая, Ag-Pb-Zn, развивается в той же структурно-геологической позиции, что и на Майминовском, Трехреченском, Сарафанном объектах, а оловянная – приурочена к эруптивной брекчии жерла вулкана и его деревьям. Кроме того, в центральной части Арцевской рудоносной площади в терригенных породах флишеидной толщи работами Р.В. Короля, А.М. Кряквина (1980–1983) выявлено рудопроявление, названное по составу минерализации Олово-Серебряное.

Топоминералогический анализ, сопоставление возраста оруденения жильных и порфириновых гидротермальных объектов различных рудно-геохимических типов; условия локализации рудной минерализации позволили предположить модель многоярусного строения рудно-магматической системы Арцевской рудоносной площади (рис. 10). На модели четко прослеживается иерархический ряд от сложнокомплексных Sn-Ag-Pb-Zn к простым Au-Ag рудам. Рудные жильные тела сходны по составу, морфологии, характеру тектонических структур, но отличаются по возрасту и залеганию (вмещающая порода, глубина). Предполагается, что эпитермальные Au-Ag месторождения в вулканах с глубиной могут переходить в мезотермальные полиметаллические, так как в наиболее разведанном из изученных объектов Майминовском выявлена продуктивная наложенная Au-Ag минерализация.

Таблица 3. Распространение минеральные ассоциации в исследуемых объектах.

Минеральные ассоциации	Жильные Ag-Pb-Zn (47–45 млн лет, K-Ar)		Жильные Au-Ag (44–42 млн лет, Ar/Ar)	
	Средне-Т (350–130°)		Низко-Т (270–125°)	
	Майминовское	Трехреченское	Таежное	Майское
Кварцевые жилы и метасоматические зоны				
- gn-cph-chp-py (pyr)-ars	—————	—————	—	—
Py-chp-gl-sfl с сульфосолями Ag:				
- fh (блеклые руды)	—————	—————	—	—————
- Pb-Sb сульфосоли (jm, bg)	—		—	—
- Ag-Pb-Sb (группа frs)	—		—	—
- Ag-Sb ([группа pr)	—	—	—————	—————
- acn [Ag ₂ S], Ag сам. (з. гипергенеза)	—	—	—	—
- ant [Sb ₂ S ₃], sr [Sb ₂ O ₄]	—	—		
- Au, Ag самородные и их интерметаллические соединения	—	—	—————	—————

Примечание. gn – галенит, cph – сфалерит, chp – халькопирит, py (pyr) – пирит(пирротин), ars – арсенопирит, fh – фрейбергит, jm – джемсонит, bg – буланжерит, pr – пираргирит, frs – гр. фрейеслебенига, acn – акантит, ant – антимонит, sr – сервантит, Степень развития минерализации: ————— – преобладает; ————— – средняя; — – слабая; — – единичная.

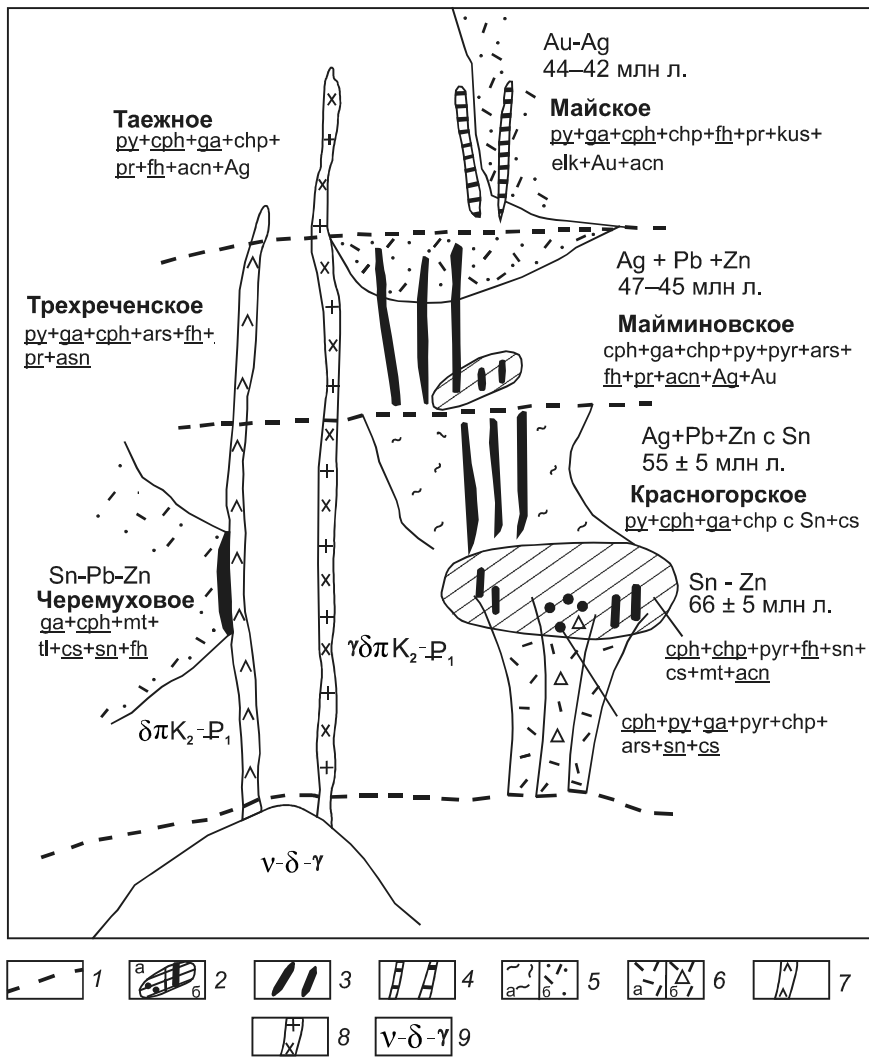


Рис. 10. Модель ярусного строения рудно-магматической системы Арцевской рудоносной структуры.

1 – границы ярусов, 2 – штокверковая минерализация: а – гнездово-вкрапленная, б – микропрожилковая, 3 – сульфидные жилы и минерализованные зоны дробления, 4 – золото-серебряные рудные тела, 5 – вулканиты: а – игнимбиты, б – туфы риолитов, 6 – экструзивные фации: а – риолиты, б – брекчия риолитов, 7 – дайки базитов, 8 – дайки гранодиорит-порфиров, 9 – сложно дифференцированная интрузия габбро-гранитоидного состава. Буквенные обозначения минералов даны согласно приложения 1.10 Геокарты М 1:200000. 2009 г.

Подчеркнуты типичные «сквозные» минералы всех ярусов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В зоне растяжения, ограниченной субмеридианальным Лидовским (локальным Мономаховским) и северо-западным Смысловским глубинными нарушениями, геологическое строение рудных объектов и минеральный состав рудных зон отражают пространственно-временные закономерности минералообразования всей Арцевской структуры. Здесь на протяжении 30 км проявлена минералого-геохимическая зональность, характерная для жильных месторождений и рудопроявлений всего Дальнегорского рудного района: от Sn-Pb-Zn (Черемуховое) на СЗ; Ag-Pb-Zn с золотом в центре (Майминовское, Трехреченское); до Sn-Pb-Zn и Ag-Zn (Красногорское) на ЮВ.

Конвергентность жильного оруденения Майминовского, Трехреченского, Сарафанного проявлена: в единстве структурной позиции; морфологическом типе рудных тел; временной последовательности минеральных ассоциаций и развитии поздней серебро-сульфосольной минеральной ассоциации с золотом. Красногорское месторождение сопоставимо с вышеуказанными объектами по всем перечисленным параметрам. Отличие его заключается в отсутствии минералов золота (возможно, ещё не выявленных), наличии высокотемпературной висмутовой минерализации и кварц-гранатового парагенезиса. Минеральные ассоциации, выделенные на Красногорском месторождении, являются одним из косвенных признаков совмещения рудных тел разных ярусов рудно-магматической колонны, когда Sn-Ag-Zn оруденение порфирирового типа соседствует с Ag-Pb-Zn жильным. Структурно-геологическое положение Черемухового месторождения подобно положению Красногорского (северо-западное простирание рудных тел среди вулканитов). И если в первом Sn-Pb-Zn рудные тела залегают в дайках базитов, то на Красногорском Ag-Pb-Zn рудные зоны секут субмеридианальные дайки диоритов и гранитов, а Sn-Zn – приурочена к жерлу палеовулкана.

Топоминералогический анализ Арцевской рудоносной площади, наличие большого числа рудопроявлений с совмещенными ассоциациями продуктивной минерализации в эшелонированных рудных телах, обнаружение штокверкового оруденения позволяет говорить о наличии специфического крупнообъемного оруденения, что увеличивает перспективы прогноза новых месторождений.

Рудно-формационный анализ Арцевской рудоносной структуры указывает на функционирование единой рудно-гидротермально-магматической системы в конкретной тектонической структуре, отражающей закономерности рудообразования в пространстве и времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков А.В., Гончаров В.И., Сидоров А.А. Месторождения золота и серебра Чукотки. М.: ИГЕМ РАН; Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2008. 227 с.
2. Добровольская М.Г., Балашова С.П., Заозерина О.Н., Голованова Т.И. Минеральные парагенезисы и стадии рудообразования в свинцово-цинковых месторождениях Дальнегорского рудного района (Южное Приморье) // Геология руд. месторождений, 1993. Т. 35, № 6. С. 493–519.
3. Иванов В.В., Попов В.К. Кислый магматизм, возраст и вещественные особенности золото-серебряного оруденения Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса: Материалы Всерос. совещ. «Золотое оруденение и гранитоидный магматизм Северной Пацифики». г. Магадан, 4–6 сентября, 1997. Магадан, 1997. С. 106–107.
4. Константинов М.М. Золотое и серебряное оруденение вулканогенных поясов Мира. М.: Недра, 1984. 165 с.
5. Крупные и суперкрупные месторождения: закономерности размещения и условия образования / Под. ред. Д.В. Рундквиста. М.: ИГЕМ РАН, 2004. 430 с.
6. Михайлов В.А. Магматизм вулcano-тектонических структур южной части Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. 172 с.
7. Пискунов Ю.Г., Роголина Л.И., Юшманов Ю.П., Катрук А.А. Минералогия руд Майского золото-серебряного месторождения (Приморье) // Тихоокеан. геология. 2006. Т. 25, № 1. С. 74–80.
8. Радкевич Е.А., Томсон И.Н., Лобанова Г.М. Геология и металлогения типовых рудных районов Приморья. М.: АН СССР, 1962. 128 с.
9. Рассказов С.В., Иванов В.В., Ханчук А.И., Чашин А.А., Фелов Н.Н., Саранина Е.В. Изотопная гетерогенность свинца галенитов из рудных месторождений Приморья // Докл. АН. 2002. Т. 387, № 5. С. 685–689.
10. Раткин В.В., Симаненко Л.Ф., Кузнецов Д.Н., Король Р.В. Олово-цинковое оруденение Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса // Геология руд. месторождений. 1990. № 2. С. 68–77.
11. Роголина Л.И., Макеева Т.Б., Пискунов Ю.Г., Свешникова О.Л. Первая находка платиноидов в рудах Майского золото-серебряного месторождения (Дальнегорск, Приморье) // Вестн. ДВО РАН. 2004. № 5. С. 94–98.
12. Роголина Л.И., Воропаева Е.Н., Радомский С.М., Катрук А.А. Минералого-геохимические особенности и структурный контроль благороднометалльной минерализации руд месторождения Майского (Приморье) // Сб. тр. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения профессора, лауреата Ленинской премии Ф.И. Вольфсона (1907–1989). г. Москва, 21–22 ноября 2007 г. М.: ИГЕМ, 2007. С. 177–180.
13. Роголина Л.И., Свешникова О.Л., Воропаева Е.Н. Благороднометалльная минерализация полиметаллических руд Майминовского месторождения (Приморье) // Зап. РМО. 2010. Ч. 138. Вып. 5. С. 29–40.
14. Роголина Л.И., Свешникова О.Л., Варламов Д.А. Минеральный состав и строение руд эпitherмального серебряного месторождения Таежное в Приморье // Разведка и охрана недр. 2012. № 6. С. 32–39.
15. Роголина Л.И., Сафронов П.П., Воропаева Е.Н., Теребило В.И. Минералогические особенности рудопроявления

- Трехреченского – нового объекта Арцевской рудоносной структуры в Приморье // Разведка и охрана недр. 2013. № 6. С. 8–15.
16. Роголина Л.И., Кононов В.В., Воропаева Е.Н. Марганцевая минерализация Таежного золотосеребряного месторождения (Приморье, Россия) // Ежемес. науч. журн. межотр. инта «Наука и образование». 2015. № 8 (15). С. 81–83.
 17. Роголина Л.И., Тербило В.И., Невструев В.Г., Воропаева Е.Н. Особенности штокверковой рудной минерализации Майминового месторождения (Приморье): Материалы Всерос. науч.-практ. конф. «Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России», 31 марта–2 апреля 2015 г. / Отв. ред. А.Я. Биллер. Якутск: Изд. дом СВФУ, 2015. С. 401–404.
 18. Роголина Л.И. Сравнительная характеристика жильного и штокверкового оруденения Майминового месторождения (Приморье): Междунар. науч.-практ. конф. «Новые идеи в науках о Земле», 8–10 апреля 2015. г. Москва: МГРИ-РГГУ. Докл. / Под ред. В.И. Лисов, В.А. Касьянов, О.С. Брюховецкий. Т. 1 М.: МГРИ-РГГУ, 2015. С. 394–395.
 19. Ростовский Ф.И. Об изотопных отношениях Pb в галенитах рудных месторождений Востока Азии // Тихоокеан. геология. 2005. Т. 24, № 2. С. 33–45.
 20. Симоненко Л.Ф., Раткин В.В., Турчин В.А. Минеральные ассоциации олово-полиметаллических порфировых руд палеовулкана г. Красной (Красногорское месторождение, Дальнегорский рудный район) // Тихоокеан. геология. 2015. Т. 34, № 2. С. 44–60.
 21. Юшкин Н.П. Топоминералогия. М.: Недра, 1982. 288 с.
 22. Ханчук А.И. Палеогеодинамический анализ формирования рудных месторождений Дальнего Востока России // Рудные месторождения континентальных окраин. Владивосток: Дальнаука, 2000. С. 5–34.
 23. Rogulina L.I. Mineral paragenesis and localization conditions of ores of silver deposit Taezhnoe // Ulan-Ude, 2012. P. 36–37.

Рекомендована к печати В.Г. Сахно

L.I. Rogulina

Ore-formational analysis of Artsev ore-bearing structure, the Dalnegorsk district (Primorye Territory, Russia)

Typification of ore objects of the Artsev ore-bearing structure of the Dalnegorsk district was made on the basis of the structure of the ore-magmatic system, the nature of the tectonic structure enclosing ore bodies and mineralogical-geochemical features. Vein mineralization convergence of the studied objects is manifested in: the structure and morphological type of the ore bodies; a time sequence of mineral associations and development of later silver-sulfosalt mineralization with gold. It was revealed that the Sn-Ag-Zn mineralization of the porphyry type is replaced by the Ag-Pb-Zn vein and stockwork, and in its final phase by epithermal Au-Ag. Topomineralogical analysis, a comparison of the age and geological conditions of ore localization allowed a conclusion on the existence of the layered structure of a single ore-magmatic-hydrothermal system of the studied structure reflecting the regularities of mineralization in time and space.

Key words: plutono-volcanogenic belt, vein deposit, mineral association, ore bodies, ore minerals, Primorye Territory, Russia.