

УДК 551.441.(571.65)

## ЭПИТЕРМАЛЬНАЯ Ag–Au МИНЕРАЛИЗАЦИЯ КЫПЛАТАПСКОГО ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПОЛЯ (ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЧУКОТКА)

© 2022 г. А. Г. Пилицын<sup>a, \*</sup>, А. В. Волков<sup>b, \*\*</sup>, Н. Е. Савва<sup>c, \*\*\*</sup>, А. В. Григорьева<sup>b</sup>,  
Т. А. Пилицына<sup>a, b</sup>, Н. В. Сидорова<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов, ул. Вересаева, 15, Москва, 121357 Россия

<sup>b</sup>Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН,  
Старомонетный пер., 35, Москва, 119017 Россия

<sup>c</sup>Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило ДВО РАН,  
ул. Портовая, 16, Магадан, 685000 Россия

\*e-mail: [allexpil@yandex.ru](mailto:allexpil@yandex.ru)

\*\*e-mail: [tma2105@mail.ru](mailto:tma2105@mail.ru)

\*\*\*e-mail: [savva@neisri.ru](mailto:savva@neisri.ru)

Поступила в редакцию 04.05.2022 г.

После доработки 24.05.2022 г.

Принята к публикации 23.08.2022 г.

В статье рассмотрены минералого-геохимические особенности существенно серебряной минерализации во вторичных кварцитах Кыплатапского вулканического поля (КВП), приуроченного к юго-восточному флангу одноименной интрузивно-купольной структуры (ИКС), осложняющей Паляваам-Пыкарваамскую вулканотектоническую депрессию (ВТД), Чаунской зоны, Центрально-Чукотского сектора Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (ОЧВП). Кыплатапская ИКС была сформирована в результате внедрения в алькаквунские риолиты и трахириолиты крупного лакколитообразного субвулканического тела, сложенного трахириолит-трахидацитами. В пределах КВП широко развиты вторичные кварциты, слагающие как линейные зоны вдоль разломов преимущественно северо-восточного простирания, так и ограниченные разломами изометричные поля. Потенциальные рудные тела представлены линейными зонами брекчирования и дробления вторичных кварцитов, сопровождаемые кварцевыми прожилками и жилами. Рудные тела имеют протяженность до 200 м и мощность 2–5 м. В рудах преобладают пятнистые, прожилково-вкрапленные и брекчиевые текстуры. Рудная минерализация в основном вкрапленная, реже прожилковая. Основные жильные минералы – кварц (30–70%), гидрослюда (15–20%), серицит, каолинит, адуляр, железистый карбонат, циркон, хлорит и алунит. Основные рудные минералы – пирит, арсенопирит, акантит, полибазит, пирсеит, самородное серебро. Типоморфная особенность минерализации – тонкие срастания сульфосолей серебра, самородного серебра и гидроксидов железа. Отметим, что существенно серебряная минерализация во вторичных кварцитах в пределах ОЧВП выявлена впервые. По результатам исследований рудопроявление Кыплатап отнесено к серебряному с золотом минеральному типу (в среднем Au/Ag = 1 : 450), к селеновому подтипу, в связи со значительной примесью селена в рудных минералах. Развитие Ag минерализации во вторичных кварцитах и аргиллитах может свидетельствовать о ее принадлежности к высокосульфидизированному эпитеpмальному классу. Выявленные особенности эпитеpмальной минерализации КВП во многом аналогичны формированию кремнистых и кварц-алунитовых литоэкранов, которые образуются над дегазирующимися интрузиями. В этой обстановке рудоносные флюиды ВС-типа или не образуются в недрах системы, или не достигали эпитеpмальных глубин. Рудное поле слабо- или средне-эродированное, на что указывает практически полное отсутствие минералов полиметаллической ассоциации, преобладание акантита и сульфосолей серебра над самородными фазами.

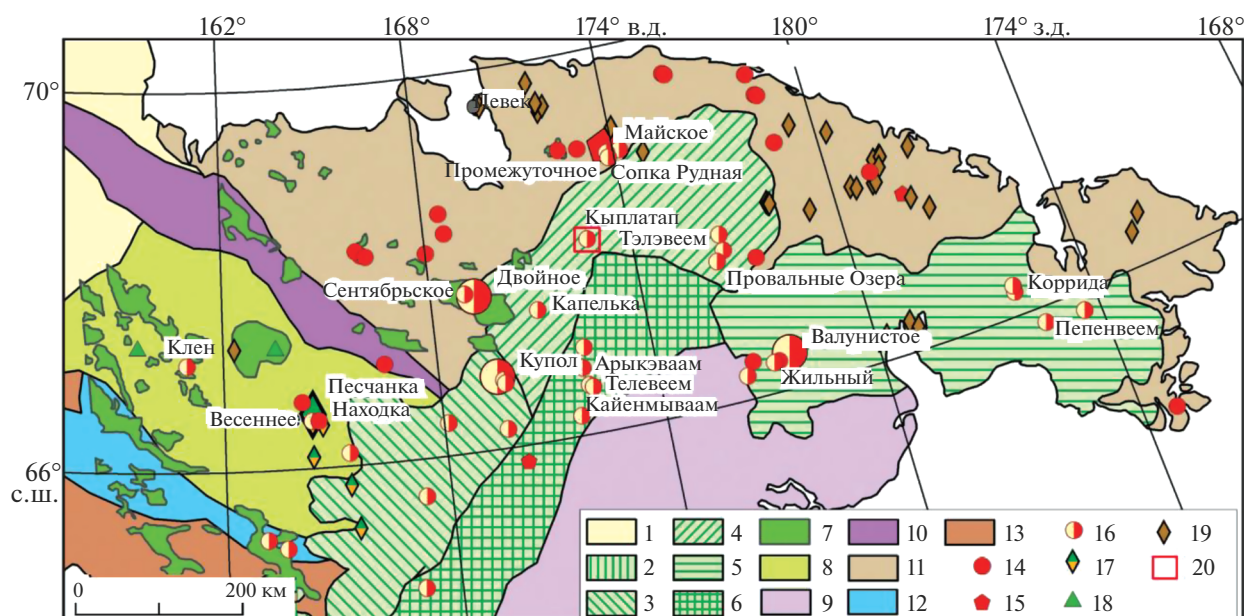
**Ключевые слова:** Охотско-Чукотский вулканогенный пояс, Центральная Чукотка, Кыплатап, вулканическое поле, околорудные метасоматиты, вторичные кварциты, эпитеpмальная минерализация, самородное серебро

DOI: 10.31857/S0203030622060062

### ВВЕДЕНИЕ

В пределах Кыплатапского вулканического поля (КВП) широко развиты вторичные кварци-

ты, слагающие как линейные зоны вдоль разломов преимущественно северо-восточного простирания, так и ограниченные разломами изо-



**Рис. 1.** Вулканические пояса и Au–Ag эпитермальные месторождения Чукотки. Схема составлена с использованием материалов [Белый, 1994; Соколов и др., 1999; Тихомиров и др., 2017].

1 – кайнозойский чехол; 2–6 – Охотско-Чукотский вулканический пояс (ОЧВП): 2–4 – секторы ОЧВП (2 – Пенжинский, 3 – Анадырский, 4 – Центрально-Чукотский); 5 – Восточно-Чукотская фланговая зона, 6 – внутренняя зона ОЧВП; 7 – раннемеловые вулканические впадины; 8 – Олойский вулканический пояс; 9 – Корякско-Камчатская складчатая система; 10 – Южно-Анойская сутура; 11 – Чукотская складчатая система; 12 – палеозойско-мезозойские островодужные комплексы; 13 – деформированные палеозойско-мезозойские комплексы чехла Омолонского массива; 14–19 – рудные месторождения (большие значки – крупные, маленькие – средние и мелкие объекты): 14 – золото-кварцевые жильные, 15 – золото-сульфидные (вкрапленные), 16 – эпитермальные золото-серебряные, 17 – медно-молибден-порфировые, золото- и серебросодержащие, 18 – колчеданно-полиметаллические в вулканических породах, 19 – оловорудные; 20 – рудопроявление Кыплатап.

метричные поля. В 1995 г. в результате поисковых работ геологами Чаунской геологоразведочной экспедиции на площади КВП выявлены ореолы по потокам рассеяния Ag и Au, обнаружены многочисленные проявления Ag–Au минерализации и рудопроявление Кыплатап (рис. 1).

Экономический интерес к рудопроявлению Кыплатап обусловлен близостью последнего (8–15 км) к круглогодичной автодороге Певек-Билибино и ЛЭП 110 кВт (35 км). Расстояние до г. Певек по автодороге 270 км (см. рис. 1).

В 2019 г. в пределах рудного поля и рудопроявления Кыплатап проведены геохимические работы масштаба 1 : 10000 сотрудниками ИМГРЭ по договору с ООО “Терра-Инвест” (владельцем лицензии), направленные на поиски новых рудных тел. В ходе этих работ была собрана коллекция образцов для петрографических и минералого-геохимических исследований вмещающих пород и руд.

В 2021–2022 гг. коллекция была изучена в лаборатории геологии рудных месторождений ИГЕМ РАН с применением современных прецизионных методов анализа минерального вещества. Кроме того, в ИГЕМ были проанализирова-

ны и обобщены данные предшественников по геологии рудного района и рудопроявления. В настоящей статье обсуждаются результаты этих исследований.

Главная цель статьи – изучение минералого-геохимических особенностей Ag–Au минерализации во вторичных кварцитах рудопроявления Кыплатап для получения новой информации об условиях вулканогенного рудообразования в Центрально-Чукотском секторе ОЧВП и уточнение геолого-генетической и прогнозно-поисковой модели. Следует отметить, что опубликованные работы по геологии и вещественному составу рудопроявления Кыплатап практически отсутствуют.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В рамках экспедиционных работ отряда ИМГРЭ собрана коллекция образцов типичных руд, метасоматитов и вмещающих пород Au–Ag эпитермального рудопроявления Кыплатап. На основе обобщения фондовых материалов и авторских построений подготовлен раздел статьи “Особенности геологического строения”.

Оптическая микроскопия проводилась с помощью микроскопа Nikon Polarizing ECLIPSE 50i POL в проходящем и отраженном свете. Диагностика рудных минералов выполнена на сканирующем электронном микроскопе JSM-5610LV (Япония) в отраженных электронах (BSE COMPO), отображающих контраст в зависимости от среднего атомного номера элемента. Пространственное разрешение изображений в режиме регистрации отраженных электронов является довольно высоким (порядка 400 Å). Электронный микроскоп оснащен энергодисперсионным аналитическим спектрометром INCA-Energy 450 (Великобритания), который позволяет проводить качественный и полуколичественный анализ с рельефных образцов, и количественный анализ с полированных образцов. Возможно определение всех элементов тяжелее С (исключая N) в точке с локальностью от 7 мкм для легкой матрицы и до 1 мкм для матрицы с большим средним атомным номером, а также проводить количественный анализ по площади образца.

Химический состав рудных минералов проводился на электронно-зондовом микроанализаторе JXA-8200 JEOL в лаборатории анализа минерального вещества ИГЕМ РАН. Анализ осуществлялся при ускоряющем напряжении 20 кВ, силе тока на цилиндре Фарадея 20 нА, диаметре зонда 1 мкм. Время экспозиции на основные элементы составляло 10 с, на примесные – 20 с. Расчет поправок осуществлялся по методу ZAF-коррекции с помощью программы фирмы JEOL (аналитик В.И. Таскаев).

### ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ КЫПЛАТАПСКОГО ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Основные элементы строения чукотской части ОЧВП показаны на рис. 1 по В.Ф. Белому [1994]. Восточно-Чукотская фланговая зона ОЧВП перекрывает в основном структуры дорифейского Эскимосского срединного массива. Внутренняя зона ОЧВП наложена на Амгуэмский флишевый и Эргувеемский офиолитовый субтеррейны, а также на Канчаланский шельфовый субтеррейн с метаморфическим фундаментом предположительно протерозойского возраста. Внешняя зона ОЧВП в пределах Чукотки разделена на два сектора: Анадырский и Центрально-Чукотский, различающимися по особенностям эволюции магматизма, объемным соотношениям вулканических формаций и строению.

В Анадырском секторе основание вулканических покровов внешней зоны представлено структурами ОВП и Березовского террейна, а в Центрально-Чукотском секторе – структурами Чукотского складчатого пояса. В Центрально-Чукотском секторе происходит резкий излом грани-

цы внешней и внутренней зон ОЧВП, простираение которого меняется с северо-восточного на юго-восточное направление (см. рис. 1). Развитие Центрально-Чукотского сектора в отличие от остальных районов начиналось с образования игнимбритовой формации и лишь затем покровов андезитов.

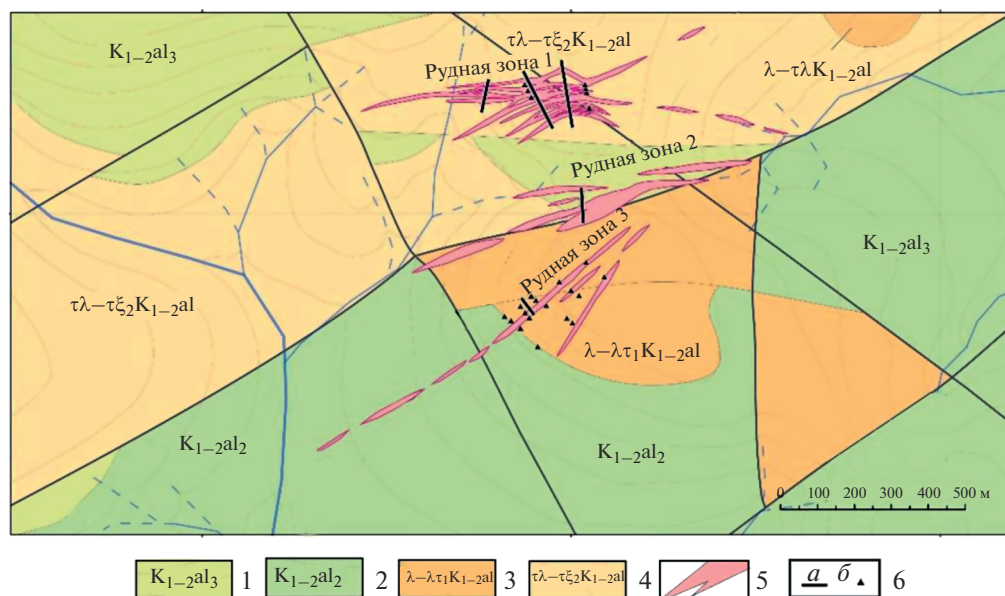
Кыплатапское вулканическое поле, приурочено к юго-восточному флангу одноименной ИКС, осложняющей Паляваам-Пыкарваамскую ВТД Чаунской зоны Центрально-Чукотского сектора ОЧВП (см. рис. 1). В плане КВП (площадь 45 км<sup>2</sup>) имеет изометричную форму и оконтурено кольцевыми разломами.

Сложное блоковое строение КВП, обусловлено сетью пересекающихся разломов субширотного и северо-восточного (субмеридионального) простираения (рис. 2). Эта же система нарушений контролирует положение позднемиловых даек, широко распространенных в юго-западной части КВП и представленных андезитобазальтами, трахибазальтами, монцодиоритами и кварцевыми монцонитами. Важную роль в структуре Кыплатапского рудного поля играют нарушения субширотного направления – крутопадающие сбросы с амплитудами перемещений 20–100 м. Этими разломами рудное поле расчленено на серию субпараллельных блоков.

Кыплатапская ИКС была сформирована в результате внедрения в алькаквуньские вулканы крупного лакколитообразного субвулканического тела, сложенного риолитами и трахириолит-трахидацитами (см. рис. 2).

Вулканические толщи представлены алькаквуньской и пыкарваамской свитами. Пестроцветные трахириолиты верхнеалькаквуньской подсвиты слагают верхние части разреза, согласно перекрывая вулканы средней подсвиты и Кыплатапское субвулканическое тело трахириолит-трахидацитового состава (см. рис. 2). Отложения среднеалькаквуньской подсвиты занимают значительную площадь в юго-восточной части рудного поля и характеризуются переслаиванием тонкофлюидальных риодацитов, трахириолитов, их игнимбритов и туфов риолитов. Отложения пыкарваамской свиты имеют локальное распространение и представлены биотитовыми риолитами с туфами дацитов и риолитов. Вулканогенные образования и субвулканические тела ранне- и позднемилового возраста, прорванные позднемиловыми дайками.

**Рудопроявление Кыплатап** занимает площадь 3 км<sup>2</sup> и приурочено к узлу пересечения разломов северо-западного, северо-восточного и субширотного направлений (см. рис. 2). Среди них важная роль в локализации Ag–Au минерализации принадлежит серии разломов субширотного простираения (60°–70°), к которым приурочены ос-



**Рис. 2.** Положение Au–Ag рудных зон на площади рудопроявления Кыплатап.

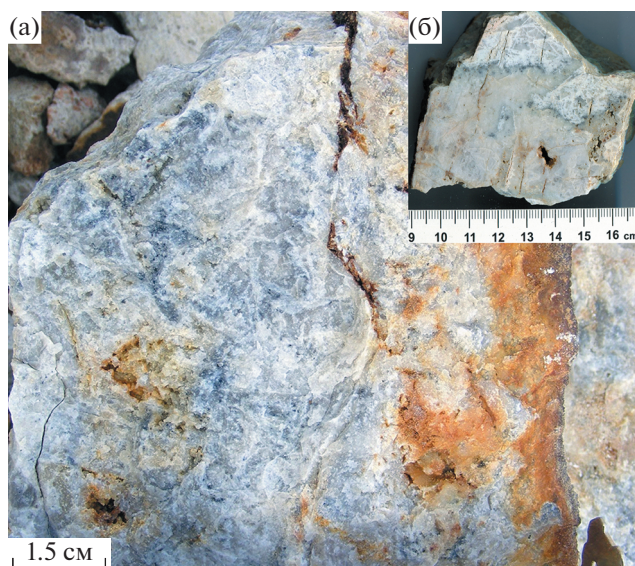
1–4 – Меловая система: 1 – Верхне-Алькаквуньская подсвита. Трахириолиты ( $K_{1-2al3}$ ), 2 – Средне-Алькаквуньская подсвита ( $K_{1-2al2}$ ). Риодациты, риолиты, трахириолиты, 3 – Алькаквуньский комплекс. Субвулканические тела риолитов, трахириолитов – I фаза ( $\lambda-\lambda\tau_1K_{1-2al}$ ), 4 – Алькаквуньский комплекс. Субвулканические тела и дайки трахириолитов и трахидацитов – II фаза ( $\tau\lambda-\tau\xi_2(K_{1-2al})$ ); 5 – рудные зоны; 6 – канавы (а) и колонковые скважины (б).

новные рудные зоны. В рудопроявление объединены три обособленные рудные зоны, разобщенные 100–200 м интервалами слабоминерализованных пород. В пределах рудных зон выявлены и прослежены 35 потенциальных рудных тел, представленных линейными зонами брекчирования и дробления, которые сопряжены с кварцевыми прожилково-жильными образованиями. По простиранию линзовидные рудные тела имеют протяженность и мощность до 200 м и 2–5 м соответственно.

**Рудная зона 1** представляет собой прожилково-метасоматическую систему, которая приурочена к разрывным нарушениям субширотного простирания ( $70^\circ-100^\circ$ ) и оперяющим их трещинам (см. рис. 2). Мощность зоны 20–150 м при ее протяженности 650 м. Зона сложена кварц-каолинит-гидрослюдистыми, кварц-серицитовыми и кварцевыми метасоматитами (монокварцитами). Породы в пределах зоны интенсивно трещиноватые, раздробленные и брекчированные. По морфологии и вещественному составу в пределах зоны выделяются крутопадающие ( $80^\circ-90^\circ$ ) кварц-гидрослюдисто-адуляровые прожилково-жильные тела, кварцевые и окварцованные брекчии мощностью 2–4 м, кварцевые жильобразные тела мощностью от 0.2–0.3 м до 2–4 м. Жильно-прожилковые образования имеют метасоматическую природу, а жилы выполнения встречаются редко. Рудная минерализация по данным опробования по простиранию и на глубину распределяется крайне

неравномерно. Обогащение наблюдается в наиболее прокварцованных породах в виде тонкой спорадической вкрапленности (рис. 3). В прожилках рудная минерализация приурочена к зальбандам. Содержания Au и Ag в штучных пробах достигают 11.8 г/т и 7654.0 г/т соответственно.

**Рудная зона 2** расположена в центральной части рудопроявления (см. рис. 2) в опущенном блоке метасоматически измененных пород, ограниченном сбросами субширотного простирания ( $60^\circ-70^\circ$ ). Зона сложена метасоматически измененными лавами риолит-трахириолитового состава, имеет мощность 10–40 м и протяженность 900 м. Метасоматиты представлены преимущественно мономинеральными кварцитами и, в меньшей степени, аргиллизитами. Породы интенсивно раздроблены, брекчированы и рассечены многочисленными прожилками и редкими жилами. Мощность прожилков 0.02–0.1 м, жил – до 0.5 м. Цементирующий материал, прожилки и жилы имеют кварц-гидрослюдистый, кварц-адуляровый, кварц-каолинит-гидрослюдистый состав. Рудная минерализация в прожилках и жилах распределена неравномерно; преимущественно приурочена к их зальбандам. Кроме того, вкрапленная минерализация отмечается также в основной массе кварц-гидрослюдистых метасоматитов. Мощность зоны, судя по развалам, может достигать 2–5 м. Содержание золота по штучному опробованию 0.6–4.8 г/т, серебра – до 2625.0 г/т.



**Рис. 3.** Богатая серебряная руда (а), преобладает акантит — темно-серые полоски и пятна в апориолитовом мономинеральном кварците; б — полированный увеличенный фрагмент.

**Рудная зона 3** находится в южной части рудопроявления, в поле развития вторичных кварцитов (рис. 4). Зона имеет мощность 10–15 м и сложена интенсивно дробленными и брекчированными породами, сцементированными кварц-гидрослюдистым, адуляр-кварц-гидрослюдистым материалом, насыщенным рудной минерализацией. Протяженность зоны до 1000 м, простирание  $70^{\circ}$ – $72^{\circ}$ . Повышенные содержания золота и серебра по простиранию рудной зоны распределяются довольно равномерно и составляют по штучному опробованию от 1.2 до 35.6 г/т и от 10.0 до 2302.4 г/т соответственно. Бурением (скв. 9, инт. 9.0–13.5 м) выделен рудный интервал мощностью 4.5 м, представленный интенсивно окварцованными

брекчированными породами с прожилково-вкрапленной рудной минерализацией.

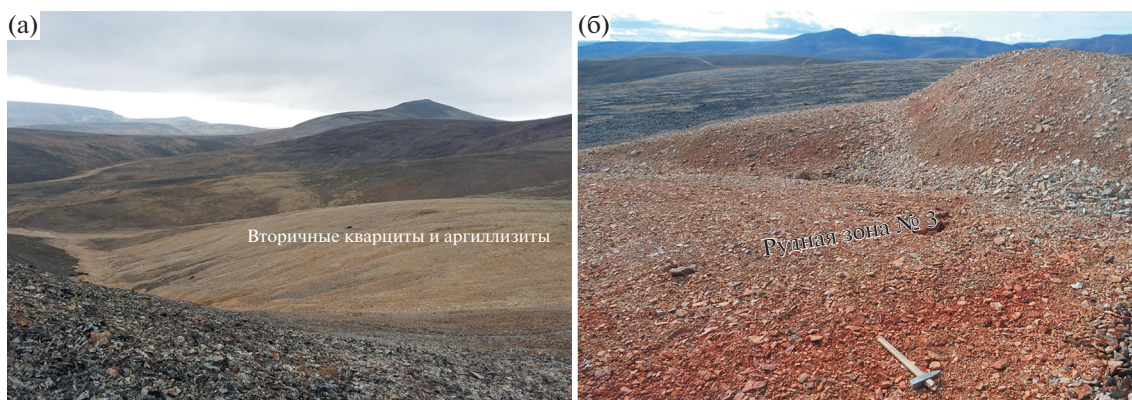
Величина Au/Ag отношения в рудных телах варьируют от 1 : 1 до 1 : 3000 и более. В целом по рудопроявлению она составляет 1 : 450, по первой рудной зоне — 1 : 500, второй — 1 : 450 и третьей рудной зоне — 1 : 350.

**Метасоматические изменения.** На площади КВП рудовмещающие вулканы испытали следующие метасоматические преобразования: щелочной метасоматоз — формация фельдшпатофилов (дорудный этап), кислотный метасоматоз — вторичные кварциты; пострудная пропилитовая формация.

В пределах рудопроявления на фоне регионально слабопроявленных фельдшпатофилов, выделяются тела площадной (см. рис. 4а) и линейной формы от слабо- и средне-измененных до полнопроявленных метасоматитов. К последним относятся аргиллизиты с телами вторичных и мономинеральных кварцитов во внутренних зонах (см. рис. 4б) и пропилиты от низко- до высоко-температурных.

Распространение фельдшпатофилов в плане носит концентрически-зональный характер вокруг центральной части Кыплатапского субвулканического тела, где фиксируется ореол аргиллизитов над корневой зоной интрузии. Локально в юго-западной части Кыплатапской ИКС фельдшпатофиловый метасоматоз приобретает наиболее сильный и ярко выраженный характер (околорудные метасоматиты рудопроявления Кыплатап). За пределами ИКС вторичные кварциты развиты локально и приурочены к зонам тектонических нарушений. Выделены следующие стадии: аргиллизитовая, вторичных кварцитов и монокварцевая.

**Фельдшпатофиры** сложены кварц-полевошпатовыми ассоциациями, образовавшимися в результате процесса девитрификации вулканических стекол. В результате этого процесса устойчи-



**Рис. 4.** Фотографии вторичных кварцитов и аргиллизитов (а), а также рудной зоны № 3 рудопроявления Кыплатап (б).

вые выделения кварца и щелочного полевого шпата (обычно калиштата, иногда альбита и адуляра) образуют закономерные сростания в виде микросферолитовых и микропйкилитовых структур.

Характерны поли- и мономинеральные агрегатные псевдоморфозы монтмориллонита, хлорита, нонтронита и карбоната по темноцветным минералам, развитие альбита и адуляра по вкрапленникам полевого шпата, примесь гидрослюда и пирита, а также акцессорные минералы — апатит, циркон, флюорит.

Аргиллизиты слагают как линейные зоны, так и тела изометричной формы. Линейные тела приурочены к системам субпаралельных разрывных нарушений, изометричные — к местам их пересечения. Обычно в центральных частях тел аргиллизитов устанавливаются существенно кварцевые метасоматиты.

От центра к периферии тел аргиллизитов повышается роль гидрослюдистых эпигенетических выделений. Окварцевание пород избирательное: в виде порфиробласт или линзовидное по флюидалности. Аргиллизиты представлены кварц-гидрослюдистой ассоциацией с переменным количеством калиштата, серицита, каолинита, альбита, адуляра, примесью монтмориллонита, нонтронита, барита, халцедона, пелитовых частиц, акцессорными — турмалином, цирконом, апатитом и др. (рис. 5, Р-230/4).

Вторичные кварциты приурочены к зонам разрывных нарушений, трещиноватости и брекчирования. Выделяются серицит-кварцевые, каолинит-серицит-кварцевые и кварцевые, включая кварц-халцедоновую, ассоциации вторичных кварцитов с постепенными переходами между ними. Наличие в протолочках из рудных тел таких минералов, как корунд и андалузит, позволяет предполагать существование более глубокой (более 1 км) кварц-корунд-андалузитовой фации вторичных кварцитов.

Основная масса пород нацело изменена, из вкрапленников сохраняется лишь кварц. Первичная структура пород обычно неразличима или узнается с трудом по реликтовой полосчатой, флюидалной, брекчиевой текстуре, иногда blastопорфировой структуре (см. рис. 5, Р-135/1). Границы распространения минеральных ассоциацией вторичных кварцитов нерезкие, наблюдаются постепенные переходы между ними, только мономинеральные кварциты имеют достаточно четкие контакты. Отмечаются реликтовые и вторичные текстуры — массивные, полосчато-такситовые, брекчиевидно-такситовые. Основная масса породы кварц-серицитового состава с примесью разложенного в гидрокислы железа рудного минерала, лейкоксена, гидрослюда, каолинита, халцедона, акцессорного циркона. В основной мас-

се различаются иногда элементы первоначальных игнимбритовых и пепловых микроструктур.

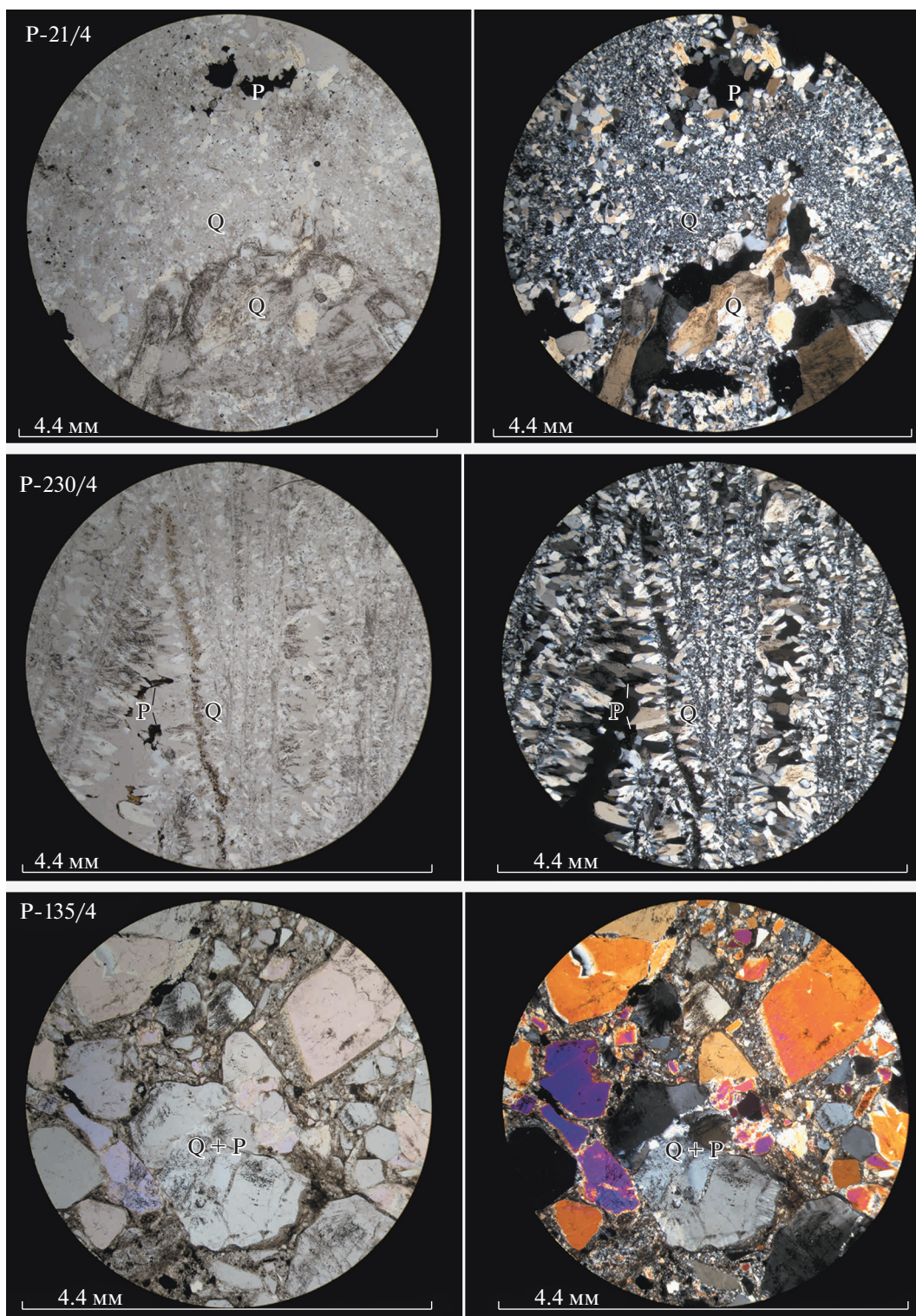
Мономинеральные кварциты слагают внутренние ядерные части вторичных кварцитов и представляют собой гранобластовый микрозернистый вторичный кварц, обычно замутненный микропримесью, с редкими, до 1% выделениями фенокристаллов альбита, калиштата и незначительной примесью гидрослюда, серицита, каолинита, гидрокислов железа, ярозита (см. рис. 5, Р-21/4, Р-135/1). Широко развиты метасоматические жилы с нерезкими границами, сложенные мелкозернистым или фарфоровидным кварцем, кварц-адуляровым и кварц-халцедоновым агрегатами. Жилы, как правило, приурочены к системам разрывных нарушений, их образование связано с завершающим этапом метасоматоза. Жильный кварц характеризуется концентрацией серебростержающей минерализации, в то время как в околожильных метасоматитах рудная вкрапленность убогая, фоновая. Таким образом, прямой поисковый признак рудных тел в пределах КВП — полнопровявленные вторичные кварциты.

Пропилиты на площади КВП развиты весьма ограниченно. Субщелочной метасоматоз пропилитовой формации обусловлен выделением низко-среднетемпературной эпидот-хлоритовой, иногда средне-высокотемпературной актинолит-эпидотовой ассоциации с подчиненным количеством эпидота, вплоть до полного его исчезновения, при возрастающей роли постоянной примеси монтмориллонита, нонтронита, серицита, цеолита, карбоната, иддингсита, иногда — кварца, халцедона, пренита. Типоморфными акцессорными минералами являются лейкоксен, магнетит, апатит, циркон и пирит. Отмечается приуроченность пропилитов к дайкам и телам средне-основного состава.

В приповерхностных условиях метасоматиты, особенно аргиллизиты в зонах повышенной трещиноватости подвергаются сильному ожелезнению и каолинизации. Такие зоны на местности выделяются ярко-желтыми, рыжими, оранжевыми, красными пятнами и полосами.

## МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУД

В рудах преобладают прожилково-вкрапленные, пятнистые, брекчиевые и кавернозные текстуры, менее развиты — колломорфно-полосчатые и каркасно-пластинчатые (см. рис. 3). Каркасно-пластинчатые текстуры характерны для метасоматических жил, сложенных адуляр-кварц-гидрослюдистым агрегатом (см. рис. 3б). Они обусловлены, в одних случаях, субпаралельным расположением пластин, сложенных каолинитом, кварцем и адуляром, промежутки



**Рис. 5.** Вторичные кварциты рудопроявления Кыплатап. Фотографии в проходящем свете при одном и скрещенных николях.

P-21/4 – мономинеральный кварцит, грязно-белый с размытыми черными полосами (~1 см), покрытыми мелкими (<1 мм) зернами блестящего пирита, ожезненный по трещинам, с жемами микродрузовидного кварца. Структура гранобластовая, текстура массивная. Минеральный состав: кварц, мусковит, минералы серебра; P-230/4 – кварцит серый сахаровидный апориолитовый с областями аргиллизитов. Структура гранобластовая, текстура полосчатая. Минеральный состав: кварц и минералы серебра; P-135/1 – кварцит серо-белый сахаровидный, ожезненный по трещинам, с обильной рудной минерализацией: серой в кавернах, черными полосами и пятнами внутри кварцита. Структура кластивая, текстура брекчиевая. Минеральный состав: кварц, адуляр, минералы серебра.

между которыми выполнены полупрозрачным скрытокристаллическим кварцем, в других – образованы в последовательном нарастании халцедоновидного кварца на зародыши серицит-адулярового состава в приальбандовых частях жил.

В составе рудных тел установлены следующие основные жильные минералы: кварц (30–70%), гидрослюда (15–20%), серицит, каолинит, адуляр, железистый карбонат, циркон, хлорит и алуниит. Кварц по структуре мелкокристаллический, халцедоновидный, хрусталеvidный, к последнему часто приурочена рудная минерализация.

Рудная минерализация в основном вкрапленная, реже прожилковая, часто приурочена к кавернам в мелкокристаллическом кварце. Наблюдается также тонкая рудная пыль в перекристаллизованном кварце и в альбандах жил и прожилков (до 90%). Концентрация рудных минералов в них обычно составляет от 1% до 2–5%. Размеры рудных минералов варьируют от тысячных долей миллиметра до первых миллиметров.

Основные рудные минералы представлены пиритом, арсенопиритом, полибазитом, акантитом, низкопробным самородным золотом. В меньшей степени развиты штромейерит, серебряносодержащий тетраэдрит, прустит и, значительно реже, встречаются сфалерит, халькопирит, пирсеит, пираргирит, стефанит, самородное серебро, марказит, галенит, касситерит и пирротин. В зоне окисления развиты гидроокислы железа, скородит, сульфаты меди и акантит.

Серебряная минерализация (преобладает акантит) в виде многочисленных темно-серых мелких (<1 см) вкраплений находится в светло-сером апориолитовом кварците (см. рис. 3), в котором наблюдаются реликты белого аргиллизита, образованного по полевым шпатам основной массы риолита благодаря привносу калия в дорудную стадию метасоматоза. Аргиллизит пылеватый, в виде прожилков и пятен по всей массе кварцита. Кварцит образован в рудную стадию метасоматоза, благодаря окварцеванию основной массы риолита. На сколах кварцит иногда покрыт тонкими пленками канареечно-желтого цвета – арсенолита, оксида мышьяка.

На рис. 6д представлены характерные выделения серебряных руд, однако точный химический состав слагающих их минералов не поддается определению, вследствие особенностей их выделения – сильная изменчивость химического состава на небольшой площади и тончайшие сростания серебряных минералов с гидроксидами железа (рис. 7).

На рис. 7 по степени интенсивности цвета выделены области распределения рудных элементов по площади. Они показывают, что серебряная руда представлена сложными многокомпонентны-

ми соединениями (Ag, S, As, Cd, Te), находящимися в тонком сростании с гидроксидами железа.

В результате минераграфических исследований в рудах выделены следующие последовательно образовавшиеся минеральные ассоциации: кварц-арсенопирит-пиритовая, халькопирит-сфалеритовая, блеклорудно-сульфосольная; и гидроокисно-сульфатная гипергенного этапа [Петров, 1996].

Кварц-арсенопирит-пиритовая ассоциация представлена кварцем, арсенопиритом, пиритом, марказитом, гидрослюдой, низкопробным золотом, каолинитом, анатазом, апатитом, адуляром, леллингитом, халькозином и пирротинном. Арсенопирит образует хорошо сформированные кристаллы (см. рис. 6в), в то время как сульфосоли серебра находятся в виде криптокристаллических агрегатов (см. рис. 6д, 6е).

Выполненные анализы показывают, что химический состав арсенопирита не стехиометричен (табл. 1): сумма металлов, среди которых, кроме железа, присутствуют медь и сурьма, находится в интервале 1.02–1.05. Пирит отличается от стехиометрического состава преобладанием серы над железом (см. табл. 1).

Халькопирит-сфалеритовая ассоциация встречается спорадически. Сфалерит в значительной степени обогащен железом, которое содержится в нем в количестве от 8 до 10 мас. % (см. табл. 1).

Блеклорудно-сульфосольная минеральная ассоциация – основная продуктивная и сложена нижеследующими минералами.

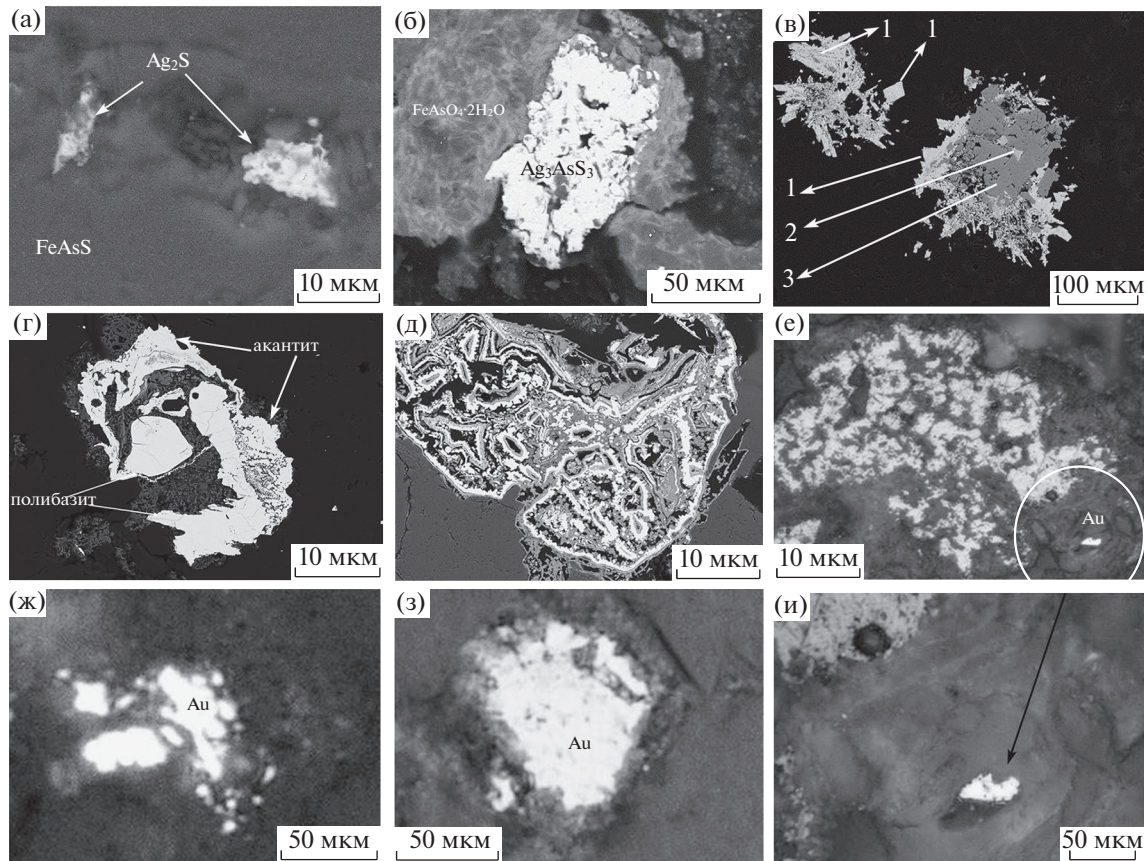
Акантит гипогенного происхождения наблюдался вблизи выделений пирита и арсенопирита, где образует каемчатые агрегаты. В акантите отмечается примесь кадмия (см. табл. 1).

Иногда акантит образует цемент в раздробленных кристаллах пирита и арсенопирита. Отмечаются также самостоятельные выделения акантита в ассоциации с сульфосолями серебра и золотосеребряными фазами (см. рис. 6а), в виде пойкилитовых вростков в полибазите. Как видно на рис. 6г, центральная часть сростка сложена полибазитом, а окаймляется он акантитом.

В редких случаях фиксируется ассоциация акантита с штромейеритом. В зоне гипергенеза акантит подвержен растворению и регенерации, о чем свидетельствуют его немногочисленные реликты, окруженные гидроокислами железа и коллоидно-зональными сульфатными агрегатами с вторичным акантитом.

Полибазит обнаружен почти во всех типах руд. Слагает реликты разной морфологии в гипергенных агрегатах (см. рис. 6г), аллотриоморфные выделения в ассоциации со штромейеритом, прожилкообразные скопления и вкрапленники в интерстициях кварца. В полибазите так же, как и в





**Рис. 6.** Характерные сростания и морфология выделений рудных минералов рудопроявления Кыплатап. а – акантит в виде очаговых тонкоагрегатных скоплений в кварце; б – выделение прустита в поле развития скородита; в – агрегаты арсенопирита (1), сфалерита (2) и пирита (3) в кварце; г – сростание полибазита с акантитом в кварце. Изображение в обратно-рассеянных электронах; д – тонкие сростания сульфосолей серебра и гидроксидов железа (минералы серебра – светлое; более темные участки – гидроксиды железа и промежуточные фазы). Изображение в обратно-рассеянных электронах; е–и – выделение низкопробного самородного золота в кварце (ж, з) и в сростании с гидроксидами железа (е, и).

акантите отмечается примесь кадмия (см. табл. 1). В пределах третьей рудной зоны полибазит – постоянный спутник прустита, причем полибазит отчетливо замещает прустит или образует в нем пойкилитовые вростки.

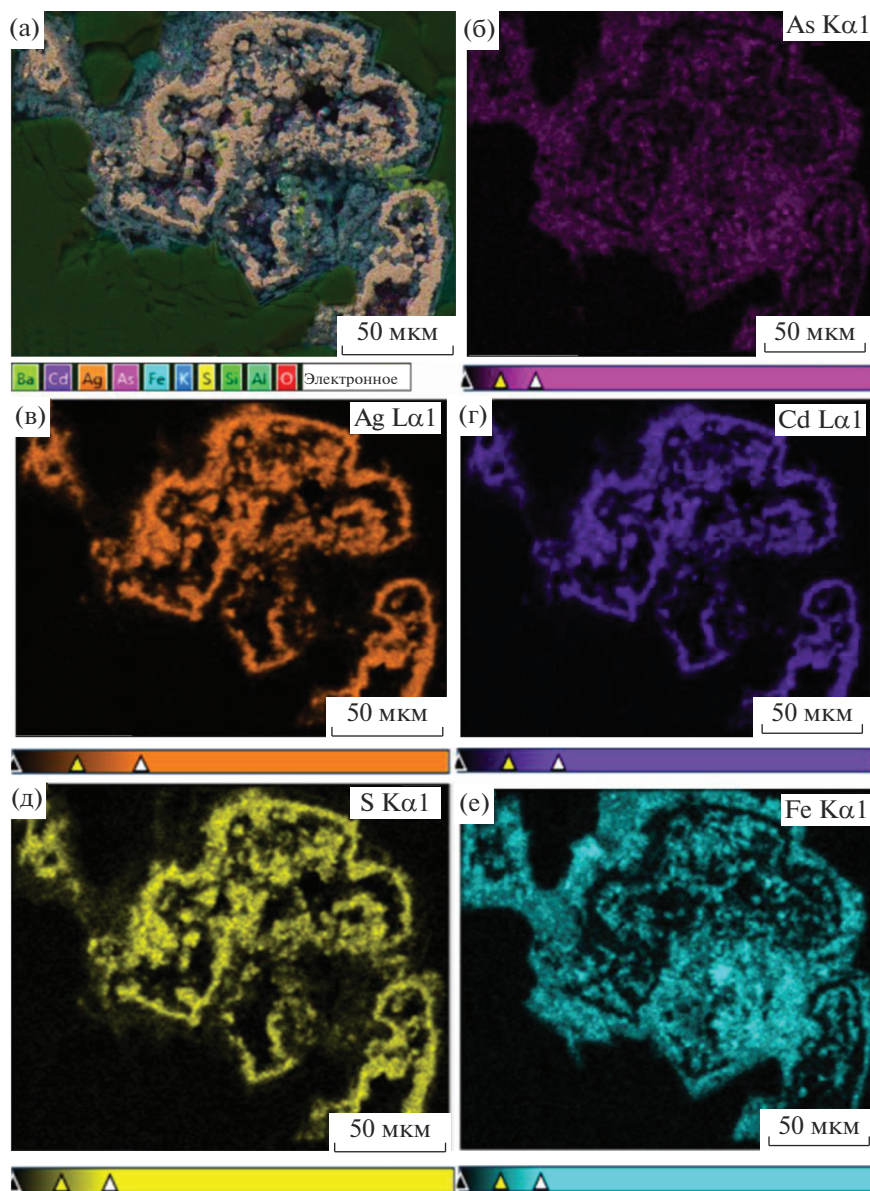
**Прустит** слагает комковатые аллотриоморфные выделения в скрытокристаллическом кварце. На рис. 6б представлено выделение прустита в поле развития скородита (окисленной формы арсенопирита). Прустит наиболее характерен для третьей рудной зоны.

**Серебросодержащий тетраэдрит** встречается в небольших количествах в ассоциации с сульфосолями серебра. Характеризуется следующими взаимоотношениями: единичные гипидиоморфные зерна в пирсците, в пористых выделениях метазернистого пирита; комковатые трещинные выделения в ассоциации с полибазитом; единичные обособленные включения в массе гидрослюды; реликты в массе гипогенного полибазита и гипергенного колломорфно-зонального аканти-

та. Морфологически представлен каплеобразными, редко крупными катаклазированными, выделениями.

**Штрмейерит** встречается в виде агрегатов и зерен с различной степенью идиоморфизма. Отмечены его сростания без заметных признаков взаимной коррозии с полибазитом. Локализуется преимущественно в межзерновых пространствах кварца. Замещается акантитом обеих генераций.

**Низкопробное самородное золото** распределено неравномерно во всех типах руд. Четкие взаимоотношения зафиксированы только в нескольких случаях. Минерал образует единичные тонкие вкрапленники в штрмейерите; мелкие вростки в массе гидрослюды и по границам каверн в кварце (см. рис. 6е); сростания с прустит-полибазитовыми выделениями без заметных признаков коррозии; реликтовые выделения среди не полностью замещенного гипогенного агрегата сульфосолей серебра; сростания с акантитом. Морфология золотин разнообразна – от неизометричных углова-



**Рис. 7.** Тонкие сростания сульфоселей серебра и гидроксидов железа в характеристических рентгеновских лучах. а – многослойное изображение в энерго-дисперсионном спектре, б – As, в – Ag, г – Cd, д – S, е – Fe. Рентгеновские лучи подписаны на рисунках.

тых выделений до комковато-прожилковидных и округлых зерен. Размер выделений колеблется от 0.001 до 0.3–0.5 мм в диаметре.

Низкопробное самородное золото и самородное серебро локализуются, главным образом, в сростках с полибазитом и акантитом, где отчетливо корродируют выделения этих минералов. Выделения высокопробного самородного золота имеют меньший размер и формируют, как самостоятельные выделения, так и мирмекитоподобные вроски в акантите. Размер варьирует от 0.0001 до 0.03–0.05 мм.

Гидроокисно-сульфатная ассоциация развита повсеместно в рудах, выведенных эрозией на дневную поверхность. В процессе ее формирования на рудопроявлении непрерывно менялись физико-химические условия, о чем свидетельствует пульсационное колломорфно-зональное переслаивание гидроокислов железа и акантита, акантита и сульфатов меди (см. рис. 7). В распределении минералов ассоциации отмечена вертикальная зональность. Если непосредственно на поверхности преобладают сульфаты и арсенаты, то при изучении образцов с глубины 10–11 м доминирующая роль принадлежит гидроокислам

Таблица 1. Химический состав рудных минералов рудопоявления Кыплатап

Концентрация элемента, мас. %									Формульные коэффициенты								
Sb	Se	Zn	S	Te	As	Cu	Ag	Fe	Sb	Se	Zn	S	Te	As	Cu	Ag	Fe
<b>Арсенопирит FeAsS</b>																	
0.18	0.29	0.01	18.60	0.01	43.80	0.28	0.07	33.84		0.01		0.97		0.98	0.01		1.02
0.84	0.29	0.00	19.18	0.01	43.12	0.39	0.05	34.27	0.01			0.99		0.96	0.01		1.02
<b>Sb</b>	<b>Se</b>	<b>Zn</b>	<b>S</b>	<b>As</b>	<b>Cu</b>	<b>Ag</b>	<b>Fe</b>	<b>Pb</b>	<b>Sb</b>	<b>Se</b>	<b>Zn</b>	<b>S</b>	<b>As</b>	<b>Cu</b>	<b>Ag</b>	<b>Fe</b>	<b>Pb</b>
0.53	0.31	0.00	20.85	42.64	0.26	0.01	0.26	0.12	0.01			0.99	0.96	0.01		1.02	
0.72	0.33	0.00	20.27	41.63	0.28	0.01	33.71	0.14	0.01	0.01		1.05	0.92	0.01		1.00	
0.71	0.26	0.17	19.43	42.73	0.29	0.03	34.70	0.07	0.01	0.01		1.00	0.94	0.01		1.03	
<b>Сфалерит (Zn.Fe)S</b>																	
0.05	0.02	60.14	31.46	0.00	0.01	0.10	8.42	–			0.89	0.95					0.15
0.00	0.03	59.35	29.97	0.02	0.35	0.00	9.93	0.05			0.90	0.93					0.17
<b>Пирит FeS<sub>2</sub></b>																	
0.01	0.00	0.01	53.54	0.09	0.10	0.06	44.69	0.02				2.02					0.97
0.00	0.03	0.02	53.65	0.06	0.35	0.04	44.64	0.19				2.02		0.01			0.97
<b>Sb</b>	<b>Se</b>	<b>S</b>	<b>As</b>	<b>Fe</b>	<b>Bi</b>	<b>Ag</b>	<b>Te</b>	<b>Cd</b>	<b>Sb</b>	<b>Se</b>	<b>S</b>	<b>As</b>	<b>Fe</b>	<b>Bi</b>	<b>Ag</b>	<b>Te</b>	<b>Cd</b>
<b>Акантит Ag<sub>2</sub>S</b>																	
1.13	0.22	11.01	0.04	0.17	0.06	77.63	0.08	0.00	0.03	0.01	0.95		0.01		2.00		
0.00	0.00	12.48	0.05	0.10	0.06	85.46	0.30	0.00			0.99				2.00	0.01	
0.00	0.02	12.37	0.03	0.02	0.10	86.64	0.26	0.00			0.93				2.02	0.01	
0.13	0.00	11.78	0.29	4.26	0.06	78.43	0.30	0.40			0.93	0.01	0.19		1.84	0.01	0.01
0.00	0.19	12.45	0.06	0.08	0.05	80.94	0.11	0.00		0.01	1.02				1.97		
0.02	0.08	11.80	0.03	0.04	0.08	83.01	0.29	0.46			0.96				2.02	0.01	0.01
<b>Полибазит (Ag.Cu)<sub>16</sub>Sb<sub>2</sub>S<sub>11</sub></b>																	
7.89	2.26	12.34	0.95	0.14	0.09	73.02	0.22	0.40	1.60	0.71	9.49	0.31	0.06	0.01	16.69	0.04	0.09
8.96	2.52	12.26	0.51	0.10	0.05	73.52	0.41	0.47	1.60	0.78	9.36	0.17	0.04	0.01	16.67	0.08	0.10
7.99	2.30	12.14	0.66	0.86	0.06	73.36	0.26	0.35	1.61	0.72	9.28	0.22	0.38	0.01	16.67	0.05	0.08
10.40	3.33	12.24	0.25	0.24	0.04	68.85	0.43	0.46	2.13	1.05	9.52	0.08	0.11		15.92	0.08	0.10
9.45	4.22	11.65	0.09	0.43	0.00	71.49	0.42	0.42	1.92	1.32	8.98	0.03	0.19		16.38	0.08	0.09

железа. Для минералов ассоциации (гидроокислов железа, скородита, сульфатов, акантита) характерно колломорфно-зональное, землистое, порошковатое, пористое строение. Все они замещают минералы ранних парагенезисов, за исключением некоторых первично вулканических минералов.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проведенные исследования показывают, что в пределах КВП установлены благоприятные признаки эпитермальной минерализации высокосульфидизированного (ВС) типа. Прежде всего, отметим обширные зональные поля метасоматически измененных пород – вторичных кварцитов и аргиллизитов (см. рис. 3), благоприятных для формирования ВС-залежей. Во вторичных кварцитах, монокварцитах и в брекчиях сложной морфологии местами выявлены пористые до полых каркасов текстуры (см. рис. 3б), которые похожи на ноздреватый (“vuggy”) кварц, типичный для ВС-месторождений. В этих кварцитах установлена прожилково-вкрапленная минерализация с повышенным содержанием серебра.

В то же время к *неблагоприятным признакам* относятся невысокая золотоносность метасоматитов КВП по сравнению с известными эталонными месторождениями ВС-типа [Aribas, 1995; White, Hedenquist, 1995]. Установлено заметное различие составов вмещающих пород КВП, где преобладают кислые разности (риолиты и игнибриты), и эталонных эпитермальных месторождений ВС-типа, которые вмещают, главным образом, андезиты и дациты [Aribas, 1995; White, Hedenquist, 1995]. В рудоносных образованиях КВП отсутствуют такие минералы-индикаторы ВС-минерализации, как энаргит и люцит, не установлено также широкого развития типичного “vuggy” кварца.

Анализ геологического строения показывает, что формирование рудно-магматической системы КВП, вероятно, происходило в ходе последовательно развивавшейся двухэтапной активизации магмогенерирующего очага, с глубиной размещения, по-видимому, более 100 км, который явился на первом этапе основным поставщиком продуктов дифференциации андезитобазальтовой магмы – эффузивов, пирокластов и даек основного и среднего состава.

Образование кислых магм второго этапа, продуцировавших кислые гранитоидные расплавы, с которыми связано становление Кыплатского субвулканического тела риолитового состава, а также, образование остаточных флюидонасыщенных расплавов-растворов и магмогенных гидротерм, в основном сереброносных и в меньшей степени золотоносных, по-видимому, про-

исходило в периферическом коровом очаге на небольшой глубине (5–7 км) непосредственно под КВП. Гидротермальная деятельность активизируется к концу второго этапа, сопровождает его, и формирует Ag-рудопроявления. С деятельностью этого же периферического магматического очага связаны ассимиляционные процессы и обогащение расплавов и гидротерм благородными металлами (в основном Ag), извлеченными вулканических риолитового состава, слагающих основной объем КВП. Аналогичная модель развития минералообразующей системы была разработана ранее для Аганского рудного поля (Примагаданье) [Волков и др., 2015]. Таким образом, первичный источник серебра, несомненно, глубинный и, вероятно, мантийно-коровый.

Металлогеническая зональность ОЧВП, от внутренней зоны к внешней (от океана к континенту), имеет вид:  $Cu \rightarrow Mo \rightarrow Sn$  [Савва и др., 2009]. По отношению к указанному ряду КВП находится в Sn-зоне. Выходы оловоносных гранитоидов, сопровождающиеся геохимической аномалией Sn, отмечаются в центральной части КВП.

Таким образом, заметное влияние на рудообразование в КВП, вероятно, оказывал оловоносный магматизм, в целом характерный для Чаунской зоны ОЧВП [Лугов и др., 1972], тогда как формирование промышленно значимых крупных эпитермальных ВС-месторождений Au связано обычно с развитием медно-порфириновой и в редких случаях с колчеданно-полиметаллической системой [Hedenquist et al., 1988; Arribas, 1995].

Вместе с тем, наличие олова не является препятствием для отнесения эпитермальной минерализации к ВС-типу. Так, на Au–Ag месторождениях Светлое в Охотском районе (Хабаровский край) и Родалквейлар в Испании, ряде месторождений рудного района Маракоча (Перу), относимых к ВС-типу, отмечаются оловосодержащие минеральные фазы и касситерит [Мишин, 2011; Arribas, 1995; Catchpole et al., 2012].

Помимо золота и серебра в рудах эпитермальных месторождений содержатся попутные металлы, представляющие интерес. В последние годы Se и Te приобрели повышенный спрос, как сырье для высокотехнологичной промышленности. Поэтому изучение распространения Se и Te в рудах эпитермальных месторождений в качестве попутных компонентов для извлечения имеет большое практическое значение [Бортников и др., 2022]. В связи со значительной примесью селена в рудных минералах (см. табл. 1) рудопроявление Кыплат можно отнести к селеновому подтипу серебряного с золотом минерального типа (величина Au/Ag составляет 1 : 450) месторождений эпитермального класса.

Представляется, что КВП слабо- или средне-эродированное, на что указывает развитие колло-

морфно-полосчатых и неявно выраженных каркасно-пластинчатых текстур. Из минералогических признаков малого эрозионного среза следует отметить практически полное отсутствие минералов полиметаллической ассоциации, преобладание акантита и сульфосолей серебра над самородными фазами.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Минералогические исследования позволяют отнести рудопроявление Кыплатап к селеновому подтипу серебряного с золотом минерального типа эпитеpмальных месторождений.

Развитие Ag–Au минерализации во вторичных кварцитах и аргиллизитах рудопроявления Кыплатап, а также текстурные особенности руд могут свидетельствовать о ее принадлежности к высокосульфидизированному эпитеpмальному классу [Hedenquist et al., 1988; Arribas, 1995]. Следует подчеркнуть, что существенно серебряная минерализация во вторичных кварцитах в пределах ОЧВП выявлена впервые.

Выявленные особенности эпитеpмальной минерализации КВП во многом аналогичны формированию кремнистых и кварц-алунитовых литоэкрапов, которые образуются над дегазирующимися интрузиями [Sillitoe, 1995; Hedenquist et al., 1998]. В этой обстановке, рудоносные флюиды ВС-типа или не образуются в недрах системы, или не достигали эпитеpмальных глубин [Hedenquist et al., 2000].

Полученные результаты позволяют отнести рудопроявление Кыплатап к слабоэродированному. Заметное развитие в прогнозируемых рудных телах и залежах беркчиевых текстур и штокверковой минерализации, позволяет рекомендовать оценить рудопроявление Кыплатап на развитие большеобъемной серебряной минерализации.

### ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена при финансовой поддержке темы Госзадания ИГЕМ РАН.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Белый В.Ф.* Геология Охотско-Чукотского вулканогенно-го пояса. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1994. 76 с.
- Бортников Н.С., Волков А.В., Савва Н.Е., Прокофьев В.Ю., Колова Е.Е., Доломанова-Тополь А.А., Галямов А.Л., Мурашов К.Ю.* Эпитеpмальные Au–Ag–Se–Te месторождения Чукотки (арктическая зона России): металлогения, минеральные парагенезисы, флюидный режим // Геология и геофизика. 2022. Т. 63. № 4. С. 541–568.
- Волков А.В., Савва Н.Е., Сидоров А.А., Чижова И.А., Колова Е.Е., Алексеев В.Ю.* Эпитеpмальное золотосеребряное месторождение Аган и перспективы выявления минерализации высокосульфидизированного типа на Северо-востоке России // Геология рудных месторождений. 2015. Т. 57. № 1. С. 25–47.
- Лугов С.Ф., Макеев Б.В., Потапова Т.М.* Закономерности формирования и размещения оловорудных месторождений Северо-Востока СССР. М.: Недра, 1972. 360 с.
- Мишин Л.Ф.* Вторичные кварциты и их связь с золото-рудной минерализацией месторождения Светлое (Ульинский прогиб, Охотско-Чукотский вулканогенный пояс) // Тихоокеанская геология. 2011. Т. 30. № 4. С. 32–48.
- Петров С.Ф.* Вещественный состав и текстурно-структурные особенности золото-серебряного оруднения Кыплатапской вулканоплутонической структуры // Минералогия и генетические особенности месторождений золота и серебра. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1996. С. 105–119.
- Савва Н.Е., Брызгалов И.А., Тюкова Е.Э.* Олово-порфи́ровая формация Прикарамкенья (геолого-структурные и минералогические особенности) // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2009. № 4. С. 2–14.
- Соколов С.Д., Бондаренко Г.Е., Морозов О.Л., Григорьев В.Н.* Зона перехода Азиатский континент – Северо-Западная Пацифика в позднеюрско-раннемеловое время // Теоретические и региональные проблемы геодинамики. М.: Наука, 1999. С. 30–82.
- Тихомиров П.Л., Прокофьев В.Ю., Калько И.А. Анлеталин А.В., Николаев Ю.Н., Кобаяси К., Накамура Э.* Постколлизийный магматизм Западной Чукотки и раннемеловая тектоническая перестройка Северо-Востока Азии // Геотектоника. 2017. № 2. С. 32–54.
- Arribas A.* Characteristics of high-sulfidation epithermal deposits, and their relation to magmatic fluid, in Magmas, Fluids, and Ore Deposits / Ed. J.F.H. Thompson // Mineralogical Association of Canada. 1995. Short Course Series 23. P. 419–454.
- Catchpole H., Kouzmanov K., Fontbote L.* Copper-excess stannoidite and tennantite-tetrahedrite as proxies for hydrothermal fluid evolution in a zoned Cordilleran type base-metal district, Morococha, Central Peru // Can. Min. 2012. V. 50. P. 719–743.
- Hedenquist J.W., Browne P.R., Allis R.G.* Epithermal gold mineralization. Wairakei, New Zeland, 1988. 376 p.
- Hedenquist J.W., Arribas A.Jr., Reynolds T.J.* Evolution of an intrusion-centered hydrothermal system: Far Southeast-Lepanto porphyry-epithermal Cu-Au deposits, Philippines // Economic Geology. 1998. V. 93. P. 373–404.
- Hedenquist J.W., Arribas A., Gonzalez-Urien E.* Exploration for epithermal gold deposits, Gold in 2000 // SEG Short-course, Tahoe, Nevada. 2000. P. 245–277.
- Sillitoe R.H.* Exploration of porphyry copper lithocaps // Australasian Institute of Mining and Metallurgy Publication Series. 1995. № 9/95. P. 527–532.
- White N.C., Hedenquist J.W.* Epithermal gold deposits: Styles, characteristics and exploration // SEG Newsletter. 1995. V. 23. P. 1, 9–13.

## The Epithermal Ag–Au Mineralization of the Kyplatap Volcanic Field (Central Chukotka)

A. G. Pilitsyn<sup>1, \*</sup>, A. V. Volkov<sup>2, \*\*</sup>, N. E. Savva<sup>3, \*\*\*</sup>, A. V. Grigorieva<sup>2</sup>,  
T. A. Pilitsyna<sup>1, 2</sup>, and N. V. Sidorova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Mineralogy, Geochemistry and Crystal Chemistry of Rare Elements, Veresaeva str., 15, Moscow, 121357 Russia*

<sup>2</sup>*Institute of Ore Deposits Geology, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the Russian Academy of Sciences, Staromonetny lane, 35, Moscow, 119017 Russia*

<sup>3</sup>*North-Eastern Integrated Research Institute named after N.A. Shilo FEB RAS, Portovaya str., 16, Magadan, 685000 Russia*

\**e-mail: allexpil@yandex.ru*

\*\**e-mail: tma2105@mail.ru*

\*\*\**e-mail: savva@neisri.ru*

The article considers the mineralogical and geochemical features of significantly silver mineralization in secondary quartzites of the Kyplatap volcanic field (KVF), confined to the southeastern flank of the intrusive dome structure (IDS) of the same name, complicating the Palyavaam-Pykarvaam volcanic-tectonic depression, which is part of the Chaun zone of the Central Chukchi sector of the Okhotsk-Chukchi volcanogenic belt. The Kyplatap IDS was formed as a result of the introduction into the Alkaquun rhyolites and trachyriolites of a large laccolith-like subvolcanic body composed of trachyriolite-trachydacites. Secondary quartzites are widely developed within the KVF, composing both linear zones, tracing faults of mainly north-eastern strike, and isometric fields limited by faults. Ore bodies have a length of up to 200 m and a capacity of 2–5 m. The ores are dominated by spotted, veined-interspersed and breccia textures. Ore mineralization is mainly interspersed, less often veined. The main vein minerals are quartz (30–70%), hydrosludes (15–20%), sericite, kaolinite, adular, ferruginous carbonate, zircon, chlorite and alunite. The main ore minerals are pyrite, arsenopyrite, acanthite, polybasite, pyrseite, native silver. A typomorphic feature of mineralization is thin accretions of silver sulfosols, native silver and iron hydroxides. According to the research results, the Kyplatap ore occurrence is attributed to the silver-gold mineral type (on average, the Au/Ag value is 1 : 450) and the selenium subtype, due to the significant admixture of selenium in ore minerals. It should be emphasized that significantly silver mineralization in secondary quartzites within the limits of the OCHVP was detected for the first time. The development of Ag mineralization in secondary quartzites and mudstones may indicate that its belongs to the haighsulfidation epithermal class. The revealed features of epithermal mineralization of KVF are in many respects similar to the formation of siliceous and quartz-alunite lithocaps, which are formed over degassing intrusions. In this situation, the VS-type ore-bearing fluids either do not form in the bowels of the system, or did not reach epithermal depths. The ore field is weakly or moderately eroded, as indicated by the almost complete absence of polymetallic association minerals, the predominance of acanthine and silver sulfosols over native phases.

*Keywords:* Okhotsk-Chukchi volcanic belt, Central Chukotka, Kyplatap, volcanic field, near-ore metasomatites, secondary quartzites, epithermal mineralization, native silver