

Эргувеемский рудный район Восточной Чукотки: влияние тектоники рудоносных вулканоструктур на состав золото-серебряной минерализации

Изучена геолого-структурная позиция Au-Ag рудопроявлений Пепенвеем и Коррида, расположенных в пределах Восточно-Чукотского сегмента Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (ОЧВП). Рудопроявление Пепенвеем, характеризующееся одним продуктивным этапом минералообразования (вулканогенным), локализовано в пределах грабенообразной моноклинали, выполненной позднемеловыми вулканитами. Стабильный тектонический режим обусловил низкие градиенты температур и давлений рудообразования, относительно простой минеральный состав руд и отсутствие «продвинутых» фаций гидротермально-метасоматических образований. Напротив, рудопроявление Коррида, которое формировалось в два этапа (вулканогенный и плутоногенный), располагается в пределах плутоногенного поднятия, осложнённого крупным региональным тектоническим нарушением. Здесь вулканогенно-осадочные породы основания вулканоструктуры выведены близко к поверхности по многочисленным крутопадающим разломам. Широкое развитие зональных ореолов метасоматитов, обилие минеральных видов, резкие градиенты давлений и температур могли быть обусловлены тектонической активностью в зоне взаимодействия глубинного разлома и интрузивно-купольной структуры.

Ключевые слова: тектоника, основание, вулкано-тектоническая структура, золото-серебряный.

ГЛУХОВ АНТОН НИКОЛАЕВИЧ, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, gluhov76@list.ru

ТИХОМИРОВ ПЕТР ЛЕОНИДОВИЧ, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник, petr_tikhomirov@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н. А. Шило Дальневосточного отделения Российской академии наук (СВКНИИ ДВО РАН), г. Магадан

Erguveem Ore Region in the eastern Chukotka Peninsula: An effect of the tectonics of the ore-bearing volcano-structures on composition of the gold-silver mineralization

A. N. GLUKHOV, P. L. TIKHOMIROV

N. A. Shilo North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute, FEB RAS, Magadan

The geological and structural position of the Pepenveem and Korrida Au-Ag ore occurrences situated in the East-Chukotka segment of the Okhotsk-Chukotka Volcanogenic Belt (OCVB) was studied. The Pepenveem ore occurrence was characterized by one (volcanogenic) mineralization stage. It is localized within a graben-like monocline composed of Late Cretaceous volcanics. A relatively stable tectonic regime caused rather low temperature and pressure gradients during the ore formation and, consequently, simple mineral composition of the ores and absence of advanced argillic alteration. In contrast, the Korrida ore occurrence was characterized by two (volcanogenic and plutogenic) mineralization stages. It is localized within a plutogenic uplift complicated by a regional fault zone. Here, the basement of the volcano-structure, composed of island-arc volcano-sedimentary rocks, was uplifted to the surface by numerous high-angle faults. The here observed extensive development of zoned metasomatic haloes (including advanced argillic alterations), abundance of mineral species, and sharp temperature and pressure gradients could result from tectonic activity in a zone of interaction between the plutonic dome and deep-seated regional fault.

Key words: tectonics, basement, volcano-tectonic structure, gold-silver mineralization.

Эпитермальным Au-Ag месторождениям посвящено огромное количество публикаций и производственных отчётов. Значительная часть работ отечественных исследователей посвящена объектам Северо-Востока Азии, включая Чукотку, и касается регио-

нальных рудоконтролирующих факторов [20], вещественного состава [13, 17, 19], условий образования руд [7, 9, 28], связей рудообразования с магматизмом [12]. В исследованиях, посвящённых структурным особенностям локализации месторождений, основной

акцент традиционно делался на связях минерализации с процессами кальдерообразования и формированием интрузивных куполов [16], региональными рудоконтролирующими структурами [23]. Влиянию структуры фундамента рудовмещающих вулканических и интрузивно-купольных структур на состав и пространственные параметры Au-Ag минерализации уделялось несколько меньшее внимание. Среди работ, где этот вопрос рассмотрен наиболее детально, следует упомянуть, прежде всего, монографию В. И. Хо-

мича с соавторами [25]. Авторы настоящей статьи попытались дополнить существующие представления на примере изученных ими рудопоявлений Восточной Чукотки – Пепенвеем и Коррида, входящих в состав Эргувеевского рудного района [10]. Первое из них было выявлено в 1962 г. Г. К. Гачкевичем, второе – в 1975 г. В. И. Плясуновым и Г. А. Тынанкергавом. Геологическое строение и вещественный состав данных рудопоявлений рассматривались в ряде публикаций [2–7, 19]. В работах [8, 28] были подробно

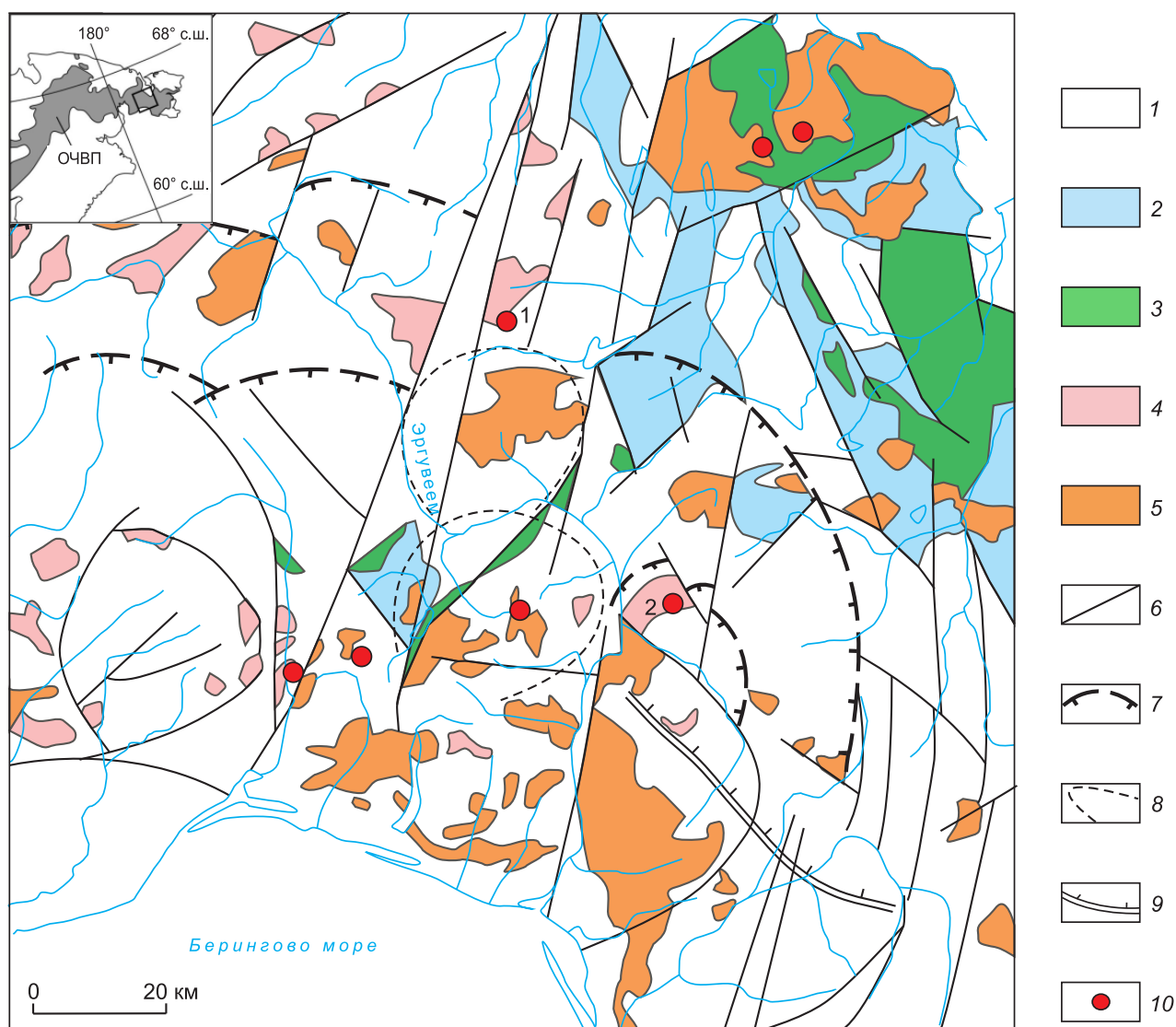


Рис. 1. Структурно-металлогеническая схема Эргувеевского рудного района. По [10], с изменениями и дополнениями:

1 – эффузивные толщи ОЧВП; 2 – триасово-раннемеловые вулканогенно-терригенно-кремнистые отложения Вельмайского островодужного террейна; 3 – интрузии габброидов и офиолитов; 4 – субвулканические тела риолитов и андезитов; 5 – гранитоиды; 6 – разломы; 7–8 – разрывные нарушения, ограничивающие: 7 – вулканотектонические депрессии, 8 – плутоногенные поднятия; 9 – моноклинали; 10 – рудопоявления, рассматриваемые в статье, и их номера (1 – Коррида, 2 – Пепенвеем)

рассмотрены вещественный состав и физико-химические условия формирования этих объектов. В представленной статье авторы попытались раскрыть геолого-структурные и тектонические факторы, обусловившие специфику состава рудопоявлений и их взаимные различия, включая соотношение вулканизма и интрузивной деятельности.

Характеристика и анализ объектов исследования. Эргувеевский рудный район (рис. 1) приурочен к одноимённой вулканотектонической депрессии (далее ВТД). Она располагается в пределах Восточно-Чукотского сегмента [22] Охотско-Чукотского вулканического пояса. Эргувеевская ВТД имеет изометричные очертания при диаметре 80–90 км и выполнена вулканическими породами андезитовой, риодацитовой и базальт-трахибазальтовой формаций [24].

Согласно официально принятым стратиграфическим схемам, построенным главным образом на палеоботанических данных [24], вулканы Эргувеевской ВТД включены в состав четырёх стратон: 1) нырвакинской толщи среднего альба (андезиты, андезибазальты, их туфы, вулканомиктовые конгломераты и песчаники), 2) амгеньской толщи верхнего альба-сеномана (игнимбриты, туфы, реже лавы риолитов и дацитов), 3) леурваамской свиты сеномана–турона (игнимбриты и туфы риолитов и дацитов, вулканомиктовые песчаники и конгломераты) и 4) нунлигранской свиты коньяка–сантона (лавы базальтов и андезибазальтов с редкими горизонтами туфов и лав риолитов и трахириолитов. Данные изотопной геохронологии указывают на начало формирования нырвакинской толщи не ранее, чем 90 млн лет назад [22, 26]. Для кремнекислых вулкаников амгеньской толщи из района месторождения Валунистое (280 км к западу от Эргувеевского рудного района) получена U-Pb дата 80,6 млн лет [18]. При дефиците прецизионных изотопных датировок предполагается, что нунлигранская свита формировалась в кампане (79–74 млн лет назад), как и прочие «поздние базальты» ОЧВП [1]. Таким образом, учитывая доступные сведения об изотопном возрасте вулкаников Восточно-Чукотского сегмента ОЧВП, можно предположить, что вулканогенный разрез Эргувеевской ВТД формировался в период 90–74 млн лет назад.

В основании Эргувеевской ВТД обнажены вулканогенно-терригенно-кремнистые толщи и ассоциирующие с ними габброиды и ультрабазиты Вельмайского островодужного террейна, датированные интервалом от позднего триаса до средней юры [15]. В грубообломочных туфах подошвы амгеньской толщи присутствуют обломки гнейсов кооленского метаморфического комплекса, протолит которого имеет раннепротерозойский возраст [10]. Некоторые исследователи [14, 21] высказывали предположение о том,

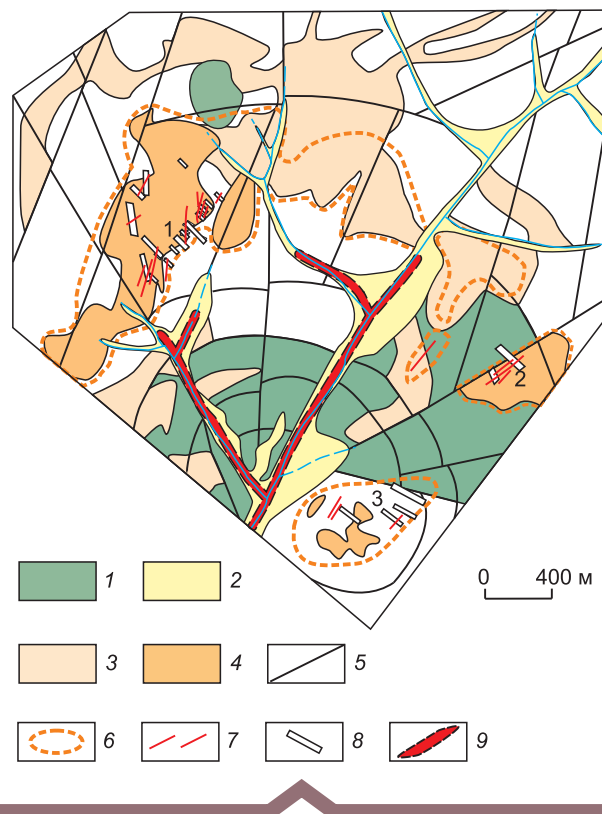


Рис. 2. Схема геологического строения рудопоявления Пепенвеем. По В. А. Казинскому, 1990, с упрощениями и дополнениями:

1 – андезиты нырвакинской свиты; 2 – туфы и игнимбриты риодацитов амгеньской толщи; 3 – субвулканические тела риолитов; 4 – экструзии риолитов; 5 – разломы; 6 – ореолы аргиллизации; 7 – адуляр-кварцевые жилы с золото-серебряной минерализацией; 8 – каналы; 9 – россыпь золота; участки: 1 – Гигант, 2 – Халаф, 3 – Плоский

что в южной части Восточной Чукотки (что соответствует Эргувеевскому рудному узлу) под покровами вулкаников ОЧВП расположено продолжение Южно-Анъюйской сутурной зоны. Фланги Эргувеевской ВТД осложнены плутоногенными поднятиями диаметром 15–25 км, ядерные части которых сложены интрузивами кварцевых сиенитов и монцонитов.

Рудопоявление Пепенвеем приурочено к экструзивно-вулканическому куполу, сложенному витрокластическими туфами и игнимбритами риодацитов амгеньской толщи, которые прорваны экструзивно-субвулканическими телами риолитов сложной морфологии. Среди последних выделяются массивные, флюидальные (редко со сферолитами), брекчиевые. В основании купола залегают андезиты нырвакинской свиты (рис. 2). Гидротермально-метасоматические изменения приурочены к экструзивно-субвулканическим телам, редко выходя за их пределы.

Наиболее обширными являются ореолы каолинит-кварцевых аргиллизитов, во внутренней части которых выделяются поля кварц-адуляровых метасоматитов [6] с рудоносными жилами в осевых частях. В плотике отработанной россыпи золота вскрыты пропилитизированные и интенсивно сульфидизированные туфы андезитов. Метасоматическая колонка имеет следующий вид: сульфидизированные пропилиты → адуляр-кварц-гидрослюдистые метасоматиты → каолинит-кварцевые аргиллизиты. Общий вертикальный размах колонны гидротермалитов превышает 100 м. Кайнотипные андезибазальты нунлингранской свиты перекрывают вулканиты экструзивно-купольной структуры, а гранит-порфиры, диоритовые порфириды, габбро и андезибазальты слагают единичные тела на её периферии.

На рудопроявлении выделены три участка: Гигант, Халаф и Плоское (см. рис. 2). Участок Гигант, где сосредоточена большая часть рудных тел, расположен в правом борту руч. Пепенвеем и приурочен к крупному (1,5 × 2 км) экструзивному телу риолитов. Всего здесь канавами вскрыты 10 рудных жильно-прожилковых зон мощностью от 20 до 50 м и протяжённостью 200–400 м. Мощность отдельных жил и рудных тел составляет 2–5 м, средние содержания золота 5–7 г/т, серебра 300–600 г/т. Жилы выдержаны по простиранию и прослеживаются на сотни метров. На участках Халаф и Плоский единичные адуляр-кварцевые жилы имеют мощность 0,5–3 м и содержания золота 2–4 г/т, серебра 300–1000 г/т.

В составе руд Пепенвеема преобладают пирит и галенит, в меньшей степени развиты сфалерит и халькопирит; в незначительных количествах отмечаются сульфиды серебра и блёклые руды [8]. Самородное золото имеет среднюю пробность 611,3 ‰ и одномодальное её распределение. Руды формировались в сравнительно низкотемпературных обстановках в один этап – вулканогенный (см. таблицу).

К югу и юго-востоку от рудопроявления Пепенвеем вулканогенные покровы нырвакинской и амгеньской толщ свиты образуют моноклиаль северовосточного падения, протягивающуюся не менее чем на 60 км при ширине около 20 км (см. рис. 1). Углы падения моноклинали составляют 10–30°, достигая местами 50°. Формирование данной структуры могло происходить либо на фланге очаговой компенсационной просадки, либо в результате штампового воздействия интрузии, либо, что наиболее вероятно, однобортного грабена, подобного Угыткынской моноклинали Центрально-Чукотского сегмента ОЧВП [22] и некоторым структурам провинции Западная Сьерра-Мадре [27]. В отечественной литературе структуры подобного типа получили название «асимметричных впадин монголо-охотского типа» [25]. Структурно-

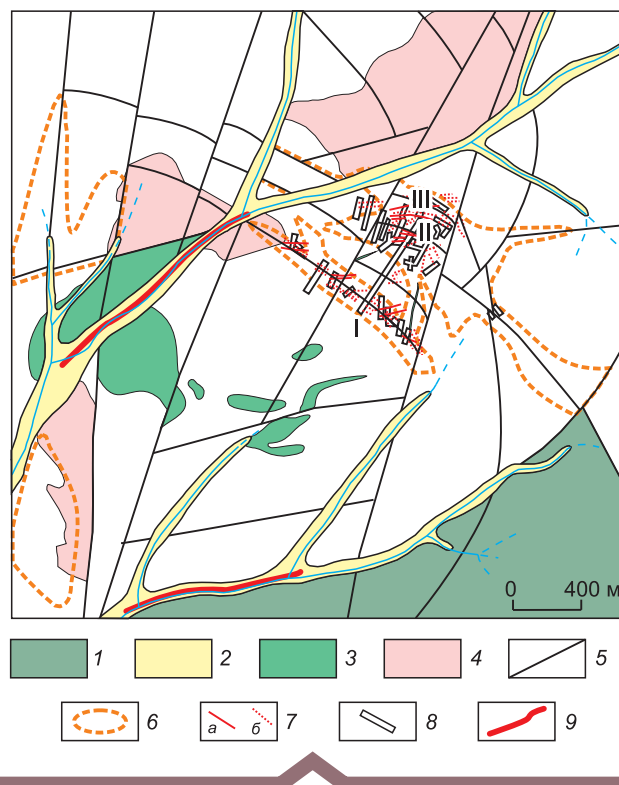


Рис. 3. Схема геологического строения рудопроявления Коррида. По В. А. Казинскому, 1990, с упрощениями и дополнениями:

1 – андезиты нырвакинской свиты; 2 – туфы и игнимбриты риодацитов амгеньской толщи; 3–4 – субвулканические тела: 3 – андезитов, 4 – риолитов; 5 – разломы; 6 – ореолы аргиллизации; 7 – кварцевые и адуляр-кварцевые жилы с золото-серебряной минерализацией (а), безрудные (б); 8 – канавы; 9 – россыпи золота; римские цифры – номера рудных зон

тектоническая позиция рудопроявления Пепенвеем определяется пересечением данной моноклиальной структуры с кольцевыми разломами, ограничивающими Эргувеемскую ВТД, и региональными разломами субмеридионального простирания.

На рудопроявлении Коррида (рис. 3) андезиты нырвакинской толщи фрагментарно выходят на поверхность, будучи приуроченными к гипсометрически низким уровням рельефа. Их перекрывают кислые эффузивы амгеньской толщи, в составе которой, в отличие от Пепенвеема, преобладают спекшиеся кристаллокластические туфы с большим количеством грубообломочного пирокластического материала и обломками пород фундамента – песчаников, алевролитов, гнейсов. Вулканиты прорваны телами и дайками риолитов, андезитов, базальтов. Среди риолитов преобладают массивные и флюидальные; сферолитовые разности редки. Характерная особенность рудопроявления Коррида – обширные площадные ореолы

аргиллизитов и вторичных кварцитов, которые приурочены главным образом к грубообломочным туфам амгеньской толщи. Рудные тела характеризуются мощностями 0,6–2,0 м и средними содержаниями золота 6,9–33,0 г/т, серебра 116–22 г/т. Особенностью рудопроявления Коррида является малый вертикальный размах оруденения, не превышающий 100 м. В аллювии ручьёв, дренирующих северный и южный фланги рудопроявления, известны две мелкие непромышленные россыпи золота.

Из рудных минералов наиболее распространены пирит, арсенопирит и галенит. Минералы серебра представлены в первую очередь акантитом; в меньших количествах присутствуют Se-сульфосоли, селениды и самородное серебро, сульфиды Ag ряда штерн-

бергит-аргентопирит-ленаит [28]. Самородное золото (электрум) характеризуется двумодальным распределением пробыности – от 200 до 700 ‰. Спецификой минерального состава рудопроявления Коррида является присутствие заметных количеств хлоридов и бромидов серебра ряда кераргирит-эмболит-бромипирит. Руды формируются в два этапа: вулканогенный и плутоногенный (см. таблицу).

Структурно-тектоническая позиция рудопроявления Коррида определяется его локализацией на северном фланге плутоногенного поднятия, приуроченного к пересечению дуговых разрывов, ограничивающих Эргувеевскую ВТД с региональными разломами север-северо-восточной ориентировки. Слоистость вмещающих пород наклонена от центра

Этапы, стадии и условия минералообразования рудопроявлений Пепенвеем и Коррида [8, 28]

Этап	Стадия, ассоциация	Основные минералы	PT параметры рудообразования
<i>Пепенвеем</i>			
I. Вулканогенный	Адуляр-кварцевая	Кварц, халцедон, адуляр, гидрослюда, каолинит, барит	Концентрация солей во флюиде 1,57–0,18 масс. % экв. NaCl; температура гомогенизации 175–225 °C
	Пирит-арсенопиритовая	Пирит, арсенопирит, галенит, сфалерит, халькопирит, блёкляя руда	
	Золото-серебро-сульфоантимонитовая	Прустит, пираргирит, пиростильпнит, полибазит, стефанит, ленаит, пирсеит, акантит, электрум, самородное серебро	
<i>Коррида</i>			
I. Вулканогенный	Адуляр-кварцевая	Кварц I, адуляр, каолинит	Концентрация солей во флюиде 3,55–0,18 масс. % экв. NaCl; температура гомогенизации 150–175 °C
	Золото-серебро-сульфосольная	Пирит, арсенопирит, галенит, сфалерит, блёкляя руда, миаргирит, пираргирит, акантит I, электрум I	
II. Плутоногенный	Серебро-акантитовая	Кварц II, альбит, эпидот, кальцит, актинолит, пирит, халькопирит, ленаит, штернбергит, аргентопирит, полибазит, акантит II, самородное серебро	Концентрация солей во флюиде 3,5–2,4 масс. % экв. NaCl; температура гомогенизации 275–300 °C
	Золото-серебро-селенидная	Халцедон, электрум II, агвиларит, науманнит, акантит III, эмболит, кераргирит, аргиродит, клаусталит, ютенбогардит, фишессерит	

структуры под углами 3–5°. В центральной части поднятия обнажается шток кварцевых сиенитов и монзонитов позднемелового возраста.

Заключение. Рудопроявления Пепенвеем и Коррида по основным чертам геологического строения, составу руд и физико-химическим условиям образования аналогичны другим эпитермальным Au-Ag месторождениям Чукотки, таким как Купол, Морошка, Двойное, Валунистое, Телевеем [7]. Однако они характеризуются определёнными особенностями, обусловленными как тектонической позицией и составом пород фундамента, так и влиянием интрузий. Авторы статьи предполагают, что Эргувеемская ВТД расположена на восточном продолжении Южно-Анхойской сутуры [14, 21], к которой приурочено, в частности, месторождение Купол. Фундамент ОЧВП здесь представлен островодужными комплексами Вельмайского террейна [15], включающими глубоко-водные кремнисто-терригенные отложения, базальтоиды и габброиды, а также глубоко метаморфизованными образованиями кооленского комплекса [10].

Пространственное положение Эргувеемского рудного района, рудопроявлений в его пределах, ореолов гидротермально-изменённых пород и геохимических аномалий контролируется пересечением дуговых разрывов, ограничивающих ВТД и локальные плутоногенные поднятия с региональными глубинными разломами и грабенами. Рудопроявление Пепенвеем характеризуется простым составом околорудных гидротермалитов, достаточно узким спектром рудных минералов и единственным продуктивным этапом минералообразования. Рудообразование происходило в относительно стабильных условиях, из низкотемпературных и низкоконтрированных гидротерм [8]. Рудопроявление Коррида, наоборот, характеризуется полифациально-зональным строением ореола метасоматитов, обширным набором рудных минералов, включая селениды и галогениды серебра, существованием двух этапов рудообразования [28]. Наличие минералов Cl и Vg может объясняться присутствием значимых количеств этих элементов в захороненных минерализованных водах неглубоко залегающих островодужных вулканогенно-терригенно-кремнистых осадков [11, 29]. Руды Корриды формировались из относительно высокотемпературных и концентрированных гидротерм в высокоградиентных условиях, обусловленных тектонической активностью [28]. Подобный контраст авторы статьи объясняют различными тектоническими условиями. Руды Пепенвеема формировались на удалении от долгоживущих региональных разломов и активных магматогенных структур, в пределах грабена, выполненного мощной толщей эффузивов монотонного состава. Рудопроявление Коррида образовалось в пре-

делах магматогенного поднятия, осложняющего зону долгоживущего глубинного разлома. Активные тектонические движения приводили к размыву вулканических и выведению на поверхность пород цоколя вулканотектонической постройки. Структурная позиция рудопроявления Коррида весьма близка изученному авторами месторождению Невенрекан Пенжинского сегмента ОЧВП [16], отличаясь большей удалённостью рудных тел от гранитоидного очага.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акинин В. В., Миллер Э. Л. Эволюция известково-щелочных магм Охотско-Чукотского вулканогенного пояса // Петрология. – 2011. – Т. 19, № 2. – С. 1–42.
2. Бабкин П. В., Еремин Р. А., Тренина Т. И. Стефанит из золото-серебряного рудопроявления Северо-Востока СССР // Доклады Академии Наук СССР. – 1969. – Т. 186, № 4. – С. 908–910.
3. Берман Ю. С. Дайки рудного участка Пепенвеем // Позднемезозойские гранитоиды Чукотки. Труды СВКНИИ. Вып. 12. – Магадан, 1965. – С. 231–236.
4. Берман Ю. С., Казаринова Е. И. Первая находка агвиларита в СССР // Доклады Академии Наук СССР. – 1968. – Т. 183, № 6. – С. 1406–1409.
5. Берман Ю. С., Найбородин В. И. Вторичные кварциты и золото-серебряное оруденение Пепенвеемского рудного поля // Рудоносность вулканогенных образований Северо-Востока Дальнего Востока. – Магадан, 1967. – С. 117–120.
6. Василенко В. П. Метасоматиты Пепенвеемского рудного поля // Геодинамика, магматизм и минерагения континентальных окраин Севера Пацифики // Материалы всероссийского совещания, посвященного 90-летию академика Н. А. Шило, 3–6 июня 2003 г. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2003. – Т. 3. – С. 145–148.
7. Волков А. В., Сидоров А. А., Прокофьев В. Ю., Савва Н. Е., Колова Е. Е., Мурашов К. Ю. Особенности рудообразования в Охотско-Чукотском вулканоплутономическом поясе // Вулканология и сейсмология. – 2018. – № 6. – С. 3–22.
8. Глухов А. Н., Колова Е. Е., Савва Н. Е. Золото-серебряное оруденение Восточной Чукотки // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России // Материалы X всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 08–10 апреля 2020 г. – Якутск: Издательский дом СВФУ, 2020. – С. 192–195.
9. Гончаров В. И., Сидоров А. А. Термобарогеохимия вулканогенного рудообразования. – М.: Наука, 1979. – 208 с.
10. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (новая серия). Лист Q-60, 1. Анадырь. Карта дочетвертичных образований. – СПб.: Изд-во Санкт-Петербургской картфабрики ВСЕГЕИ, 2001.

11. Зырянова Л. А., Чекалин В. М., Литвинов Н. Д., Гамалева Н. В. О редкой находке маршита в окисленных рудах Рубцовского полиметаллического месторождения (Рудный Алтай) // Вестник Томского государственного университета. – 2009. – № 326. – С. 214–216.
12. Котляр И. Н. Золото-серебряная рудоносность вулканоструктур Охотско-Чукотского пояса. – М.: Наука, 1986. – 264 с.
13. Кравцова Р. Г. Геохимия и условия формирования золото-серебряных рудообразующих систем Северного Приохотья. – Новосибирск: Академическое Изд-во «Гео», 2010. – 292 с.
14. Леднева Г. В., Базылев Б. А., Соколов С. Д., Лейер П. Геодинамические обстановки формирования комплексов Вельмайского террейна (Восточная Чукотка) // Фундаментальные проблемы тектоники и геодинамики. – Т. 2 // Материалы LI тектонического совещания. – М.: Геос, 2020. – С. 32–33.
15. Леднева Г. В., Пиус В. Л., Базылев Б. А. Верхнетриасовые кремнисто-вулканогенно-терригенные отложения Чукотского полуострова: состав магматических пород, U-Pb возраст цирконов и геодинамические интерпретации // Геология и геофизика. – 2016. – Т. 57, № 8. – С. 1423–1442.
16. Прийменко В. В., Глухов А. Н., Фомина М. И., Михалицына Т. И. Интрузивный этап развития вулканоструктуры и Au-Ag оруденения на примере месторождения Невенрекан (Магаданская область, Россия) // Вулканология и сейсмология. – 2020. – № 5. – С. 13–25.
17. Савва Н. Е. Минералогия серебра Северо-Востока России. – М.: Изд-во «Триумф», 2018. – 544 с.
18. Сахно В. Г., Полин В. Ф., Акинин В. В., Сергеев С. А., Апенничева А. А., Тихомиров П. Л., Молл-Столкан Е. Дж. Разновременность формирования Амгуэмо-Канчаланского и Энмываамского вулканических полей ОЧВП по данным изотопного датирования // Доклады Академии наук. Сер. геол. – 2010. – Т. 434, № 3. – С. 365–371.
19. Сидоров А. А. Золото-серебряная формация Восточно-Азиатских вулканогенных поясов. – Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1978. – 350 с.
- Сидоров А. А., Волков А. В., Егоров В. Н. Золото-серебряное эпitherмальное оруденение вулканических поясов Северо-Востока Азии // Доклады Академии наук. – 2007. – Т. 416, № 4. – С. 519–524.
20. Соколов С. Д., Тучкова М. И., Ганелин А. В. и др. Тектоника Южно-Ануйской сутуры (Северо-Восток Азии) // Геотектоника. – 2015. – № 1. – С. 5–30.
21. Тихомиров П. Л. Меловой окраинно-континентальный магматизм Северо-Востока Азии и вопросы генезиса крупнейших фанерозойских провинций кремнекислого вулканизма. – М.: ГЕОС, 2020. – 376 с.
22. Умитбаев Р. Б. Охотско-Чаунская металлогеническая провинция (строение, рудоносность, аналоги). – М.: Наука, 1986. – 273 с.
23. Филиппова Г. Г. Стратиграфия и возраст континентальных отложений Центральной и Восточной Чукотки // Тихоокеанская геология. – 2001. – Т. 20, № 1. – С. 85–99.
24. Хомич В. Г., Иванов В. В., Фатьянов В. В. Типизация золото-серебряного оруденения. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. – 289 с.
25. Щенетов С. В., Герман А. Б., Тихомиров П. Л. и др. О возрасте буор-кемюсской флоры Северо-Востока Азии на основе материала из неморского мела Восточной Чукотки // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2020. – № 4. – С. 125–141.
26. Ferrari L., Lopez-Martinez M., Rosas-Elguera J. Ignimbrite flare-up and deformation in the southern Sierra Madre Occidental, western Mexico; implications for the late subduction history of the Farallon Plate // Tectonics. – 2002. – V. 21 (17). – P. 1–23.
27. Kolova, E. E. Savva N. E., Zhuravkova T. V. et al. Au-Ag-S-Se-Cl-Br Mineralization at the Corrida Deposit (Russia) and Physicochemical Conditions of Ore Formation // Minerals. – 2021. – 11(2), 144; <https://doi.org/10.3390/min11020144>.
28. Stotler R. L., Frape Shaun K., Shouakar-Stash O. An isotopic survey of $\delta^{81}\text{Br}$ and $\delta^{37}\text{Cl}$ of dissolved halides in the Canadian and Fennoscandian Shields // Chemical Geology. – 2010. – V. 274. – P. 38–55.

REFERENCES

1. Akinin V. V., Miller E. L. Evolyutsiya izvestkovykh-shchelochnykh magm Okhotsko-Chukotskogo vulkanogennoy poyasa [Evolution of calc-alkaline magmas of the Okhotsk-Chukotka volcanogenic belt]. Petrologiya, 2011, V. 19, No. 2, P. 1–42. (In Russ.)
2. Babkin P. V., Yeregin R. A., Trenina T. I. Stefanit iz zoloto-serebryanogo rudoproyavleniya Severo-Vostoka SSSR [Stefanite from the gold-silver ore occurrence in the North-East of the USSR]. Doklady Akademii Nauk SSSR, 1969, V. 186, No. 4, P. 908–910. (In Russ.)
3. Berman Yu. S. Dayki rudnogo uchastka Pepenveyem [Dikes of the Pepenveem ore site]. Pozdne mezozoyskiye granitoidy Chukotki. Trudy SVKNII. Is. 12, Magadan, 1965, P. 231–236. (In Russ.)
4. Berman Yu. S., Kazarinova Ye. I. Pervaya nakhodka agvilarita v SSSR [The first find of aguilarite in the USSR]. Doklady Akademii Nauk SSSR, 1968, V. 183, No. 6, P. 1406–1409. (In Russ.)
5. Berman Yu. S., Nayborodin V. I. Vtorichnyye kvartcity i zoloto-serebryanoye orudneniye Pepenveyemskogo rudnogo polya [Secondary quartzites and gold-silver mineralization of the Pepenveem ore field]. Rudonosnost' vulkanogennykh obrazovaniy Severo-Vostoka Dal'nego Vostoka, Magadan, 1967, P. 117–120. (In Russ.)
6. Vasilenko V. P. Metasomatity Pepenveyemskogo rudnogo polya [Metasomatites of the Pepenveem ore field]. Geodinamika, magmatizm i minerageniya kontinental'nykh okrain Severa Patsifiki: materialy vserossiyskogo soveshchaniya, posvyashchennogo 90-letiyu akademika N. A. Shilo. Magadan, 3–6 iyunya 2003 g. V. 3, Magadan, SVKNII DVO RAN publ., 2003, P. 145–148. (In Russ.)
7. Volkov A. V., Sidorov A. A., Prokof'ev V. Yu. et al. Osobennosti rudoobrazovaniya v Okhotsko-Chukotskom vulkanoplutonicheskom poyase [Features of ore formation in the Okhotsk-Chukotka volcano-plutonic belt]. Vulkanologiya i seysmologiya, 2018, No. 6, P. 3–22. (In Russ.)
8. Glukhov A. N., Kolova Ye. Ye., Savva N. Ye. Zoloto-serebryanoye orudneniye Vostochnoy Chukotki [Gold and

- silver mineralization of Eastern Chukotka]. *Geologiya i mineral'no-syr'yevyye resursy Severo-Vostoka Rossii: materialy X vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem*, 08–10 aprelya 2020 g, Yakutsk, Izdatel'skiy dom SVFU publ., 2020, P. 192–195. (In Russ.)
9. *Goncharov V. I., Sidorov A. A.* Termobarogeokhimiya vulkanogenogo rudoobrazovaniya [Thermobarogeochemistry of volcanogenic ore formation]. Moscow, Nauka publ., 1979, 208 p. (In Russ.)
 10. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii*. Masshtab 1:1 000 000 (novaya seriya). List Q-60, 1. Anadyr'. Karta dochetvertichnykh obrazovaniy [State geological map of the Russian Federation. Scale 1: 1,000,000 (new series). Sheet Q-60, 1. Anadyr. Pre-Quaternary Formation Map]. Saint-Petersburg, Izd-vo Sankt-Peterburgskoy kartfabriki VSEGEI publ., 2001. (In Russ.)
 11. *Zyryanova L. A., Chekalin V. M., Litvinov N. D., Gamaleyev N. V.* O redko nakhodke marshita v oksidnykh rudakh Rubtsovskogo polimetallicheskogo mestorozhdeniya (Rudnyy Altay) [On a rare find of marshite in oxidized ores of the Rubtsovsky polymetallic deposit (Rudny Altai)]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2009, No. 326, P. 214–216. (In Russ.)
 12. *Kotlyar I. N.* Zoloto-serebryanaya rudonosnost' vulkanostruktury Okhotsko-Chukotskogo poyasa [Gold-silver ore content of the volcano structures of the Okhotsk-Chukotka belt]. Moscow, Nauka publ., 1986, 264 p. (In Russ.)
 13. *Kravtsova R. G.* Geokhimiya i usloviya formirovaniya zoloto-serebryanykh rudoobrazuyushchikh sistem Severnogo Priokhot'ya [Geochemistry and conditions for the formation of gold-silver ore-forming systems of the Northern Priokhot'e]. Novosibirsk, Akademicheskoye izdatel'stvo Geos publ., 2010, 292 p. (In Russ.)
 14. *Ledneva G. V., Bazylev B. A., Sokolov S. D., Leyyer P.* Geodinamicheskiye obstanovki formirovaniya kompleksov Vel'mayskogo terreyana (Vostochnaya Chukotka) [Geodynamic settings of the formation of complexes of the Vel'maiskii Terrane (Eastern Chukotka)]. *Fundamental'nyye problemy tektoniki i geodinamiki*, V. 2: materialy LI Tektonicheskogo soveshchaniya, Moscow, Geos publ., 2020, P. 32–33. (In Russ.)
 15. *Ledneva G. V., Piis V. L., Bazylev B. A.* Verkhnetriassovyye kremnisty-vulkanogenno-terrigennyye otlozheniya Chukotskogo poluostrova: sostav magmaticheskikh porod, U-Pb vozrast tsirkonov i geodinamicheskiye interpretatsii [Upper Triassic siliceous-volcanogenic-terrigeneous deposits of the Chukotka Peninsula: composition of igneous rocks, U-Pb age of zircons and geodynamic interpretations]. *Geologiya i geofizika*, 2016, V. 57, No. 8, P. 1423–1442. (In Russ.)
 16. *Priymenko V. V., Glukhov A. N., Fomina M. I., Mikhailitsyna T. I.* Intruzivnyy etap razvitiya vulkanostруктуры i Au-Ag orudneniya na primere mestorozhdeniya Nevenrekan (Magadanskaya oblast', Rossiya) [Intrusive stage in the development of volcanostructure and Au-Ag mineralization on the example of the Nevenrekan deposit (Magadan region, Russia)]. *Vulkanologiya i seysmologiya*, 2020, No. 5, P. 13–25. (In Russ.)
 17. *Savva N. Ye.* Mineralogiya serebra Severo-Vostoka Rossii [Mineralogy of silver of the North-East of Russia]. Moscow, Izd-vo Triumf publ., 2018, 544 p. (In Russ.)
 18. *Sakhno V. G., Polin V. F., Akinin V. V.* et al. Raznovremenost' formirovaniya Amguemo-Kanchalanskogo i Enmyvaamskogo vulkanicheskikh poley OCHVP po dannym izotopnogo datirovaniya [Diversity of formation of the Amguemo-Kanchalan and Enmyvaam volcanic fields of the OCHVP according to isotope dating]. *Doklady Akademii nauk*. Ser. geol., 2010, V. 434, No. 3, P. 365–371. (In Russ.)
 19. *Sidorov A. A.* Zoloto-serebryanaya formatsiya Vostochno-Aziatskikh vulkanogennykh poyasov [Gold-silver formation of the East Asian volcanic belts]. Magadan, SVKNII DVNTS AN SSSR publ., 1978, 350 p. (In Russ.)
 20. *Sidorov A. A., Volkov A. V., Yegorov V. N.* Zoloto-serebryanoye epitermal'noye orudneniye vulkanicheskikh poyasov Severo-Vostoka Azii [Gold-silver epithermal mineralization of volcanic belts in North-East Asia]. *Doklady Akademii nauk*, 2007, V. 416, No. 4, P. 519–524. (In Russ.)
 21. *Sokolov S. D., Tuchkova M. I., Ganelin A. V.* et al. Tektonika Yuzhno-Anyuyskoy sutury (Severo-Vostok Azii) [Tectonics of the South Anyui Suture (Northeast Asia)]. *Geotektonika*, 2015, No. 1, P. 5–30. (In Russ.)
 22. *Tikhomirov P. L.* Melovoy okrainno-kontinental'nyy magmatizm Severo-Vostoka Azii i voprosy genezisa krupneyshikh fanerozoyskikh provintsiy kremnekislogo vulkanizma [Cretaceous continental marginal magmatism of North-east Asia and questions of the genesis of the largest Phanerozoic provinces of silicic volcanism]. Moscow, GEOS publ., 2020, 376 p. (In Russ.)
 23. *Umitbayev R. B.* Okhotsko-Chaunskaya metallogenicheskaya provintsiya (stroyeniye, rudonosnost', analogi) [Okhotsk-Chaunskaya metallogenic province (structure, ore content, analogs)]. Moscow, Nauka publ., 1986, 273 p. (In Russ.)
 24. *Filippova G. G.* Stratigrafiya i vozrast kontinental'nykh otlozheniy Tsentral'noy i Vostochnoy Chukotki [Stratigraphy and age of continental deposits of Central and Eastern Chukotka]. *Tikhookeanskaya geologiya*, 2001, V. 20, No. 1, P. 85–99. (In Russ.)
 25. *Khomich V. G., Ivanov V. V., Fat'yanov V. V.* Tipizatsiya zoloto-serebryanogo orudneniya [Typification of gold-silver mineralization]. Vladivostok, DVO AN SSSR publ., 1989, 289 p. (In Russ.)
 26. *Shchepetov S. V., German A. B., Tikhomirov P. L.* et al. O vozraste buor-kemyuskskoy flory Severo-Vostoka Azii na osnove materiala iz nemorskogo mela Vostochnoy Chukotki [On the age of the Buor-Kemyus flora of Northeast Asia based on material from the non-marine Cretaceous of Eastern Chukotka]. *Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya*, 2020, No. 4, P. 125–141. (In Russ.)
 27. *Ferrari L., Lopez-Martinez M., Rosas-Elguera J.* Ignimbrite flare-up and deformation in the southern Sierra Madre Occidental, western Mexico; implications for the late subduction history of the Farallon Plate. *Tectonics*, 2002, V. 21 (17), P. 1–23.
 28. *Kolova, E. E., Savva N. E., Zhuravkova T. V.* et al. Au-Ag-Se-Cl-Br Mineralization at the Corrida Deposit (Russia) and Physicochemical Conditions of Ore Formation, *Minerals*, 2021, 11(2), 144. <https://doi.org/10.3390/min11020144>.
 29. *Stotler R. L., Frapre Shaun K., Shouakar-Stash O.* An isotopic survey of $\delta^{81}\text{Br}$ and $\delta^{37}\text{Cl}$ of dissolved halides in the Canadian and Fennoscandian Shields. *Chemical Geology*, 2010, V. 274, P. 38–55.