

AU-AG-ОРУДЕНЕНИЕ ВУЛКАНОГЕННЫХ ПОЯСОВ СЕВЕРО-ВОСТОКА АЗИИ

Н.А. Горячев¹, А.А. Сидоров², А.В. Волков², Г.Н. Гамянин², Н.Е. Савва¹, В.М. Округин³

¹Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН, Магадан,
e-mail: goryachev@neisri.ru, savva@neisri.ru;

²Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН,
Москва, e-mail: kolyma@igem.ru; ggn@igem.ru

³Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский,
e-mail: okrugin@emsd.iks.ru

Золото-серебряное оруденение континентальной тихоокеанской окраины Северо-Востока Азии контролируется разновозрастными вулканогенными поясами, наложенными на кратонные, пассивных континентальных окраин, островодужные и океанические террейны (рисунок и таблица). Согласно концепции аккреционной тектоники, рассматриваемый регион в мезо-кайнозойское время представлял собой динамично развивающуюся активную континентальную окраину, что нашло свое отражение в формировании восьми последовательно развивавшихся с северо-запада на юго-восток постаккреционных

Таблица 1. Вулканогенные пояса и Au-Ag-эпитремальные месторождения Северо-Востока Азии.

Вулканический пояс	Возраст		Геодинамическая обстановка	Полезные ископаемые	Au-Ag-месторождения и проявления
	индекс	млн. лет			
Кедонский	D ₃ -C ₁	416-318	Окраинноконтинентальная	Au, Ag, Cu	Кубака, Биркачан, Ольча, Юный, Зет и др.
Олойский	J ₃ -K ₁	146-100	Окраинноконтинентальная	Au, Ag, Cu, Mo	Клен, Алиса, Весенний, Смешливое, Верное и др.
Удско-Мургальский	K ₁	136-100	Окраинноконтинентальная	Au, Ag, Cu, Mo	Иргуней, Джульгета, Сергеевское, Нявленга и др.
Уяндино-Ясачненский	J ₂ -K ₁	175-136	Островная дуга	Au, Ag, Pb, Cu, Zn	Кунаревское, Широкое, Урультунское и др.
Охотско-Чукотский	K ₂	100-70	Окраинноконтинентальная	Au, Ag, Sn, Hg, Pb, Cu, Zn, Mo, Sb	Дукат, Лунное, Купол, Карамкен, Валунистый, Сопка Рудная, Хаканджа и др.
Восточно-Сихотэ-Алинский	K ₂ -Pg ₁	100-55	Окраинноконтинентальная	Au, Ag, Sn, Hg, Pb, Cu, Zn, B	Многовершинное, Белая Гора, Майское, Союзное и др.
Западно-Камчатский-Корякский	Pg	55-23	Окраинноконтинентальная	Au, Ag, Sn, Hg, Cu, W	Аметистовое, Иволга, Орловка, Спрут и др.
Центрально-Камчатский	N ₁	23-5	Окраинноконтинентальная	Au, Ag, Hg, Cu	Агинское, Бараньевское, Озерновское и др.
Восточно-Камчатский	N ₂ -Q	5-0	Окраинноконтинентальная	Au, Ag, Hg, Cu	Кумроч и др.

вулканических поясов (ВП). Шесть из них развивались параллельно современному положению Курило-Камчатского глубоководного желоба (рисунок): позднеюрско-раннемеловой Удско-Мургальский (УМВП), позднемеловой Охотско-Чукотский (ОЧВП), позднемеловой-палеогеновый Восточно-Сихоте-Алинский (ВСВП), эоцен-олигоценый Корякско-Западно-Камчатский (КЗКВП), олигоцен-четвертичный Центрально-Камчатский (ЦКВП), плиоцен-четвертичный Восточно-Камчатский (ВКВП). Последовательное омоложение вулканических поясов, начиная с раннего мела, соответствует смещению в сторону Тихого океана системы «вулканическая дуга – желоб». А позднеюрские и позднеюрско-раннемеловые Уяндино-Ясачненский (УЯВП) и Олойский (ОВП) формировались параллельно палеоокраине континента в юрское время [Соколов и др., 1999]. Кроме перечисленных выше ВП, в пределах

Омолонского кратонного террейна известен доаккреционный позднепалеозойский Кедонский краевой вулканогенный пояс (КВП). Все вулканогенные пояса и оперяющие их перивулканические зоны тектоно-магматической активизации (ТМА) образуют крупнейшую в мире металлогеническую провинцию с полихронным и разнообразным по составу вулканогенно-плутоногенным оруденением.

Кедонский краевой вулканический пояс формировался в среднем палеозое в течение 30-35 млн лет на континентальной коре. В настоящее время его структуры наиболее полно сохранились на отдельных блоках Омолонского кратонного террейна (Омолонском массиве), вероятно, его фрагментами являются и одновозрастные вулканы Охотского кратонного террейна. Пояс образован субаэральными красноцветными вулканиками дифференцированного ряда и близкими по составу субвулканическими и гипабиссальными интрузиями. По химическому составу вулканики принадлежат известково-щелочной и умеренно-щелочной сериям. Характерной особенностью пояса является отсутствие крупных батолитоподобных интрузивов и существенное преобладание кислых разностей вулкаников. КВП, по-видимому, представляет собой фрагмент (400×80-130 км) крупного циркумсибирского окраинно-континентального пояса [Егоров, Шерстобитов, 2000]. Эпитермальное вулканогенное оруденение в КВП представлено двумя типами: золотым (Au/Ag - 1:1-1:5; Кубака, Биркачан, Елочка) и золото-серебряным (Au/Ag - 1:10-1:50 Юный, Ольча). Для КВП характерно отсутствие собственно серебряных и оловорудных месторождений типичных для ОЧВП. В тоже время под экраном вулкаников и в оперяющих КВП зонах ТМА в карбонатных толщах отмечается оруденение джаспероидного типа (Риф), отличающееся низкой золотоносностью и высокой серебристостью (сотни г/т) руд. Характерная особенность руд промышленных месторождений Кубака и Биркачан – низкая сульфидность (<0.1% и 0.1-0.5% соответственно) и бедный минеральный состав. Кроме золота, электрума и пирита, в них практически нет других рудных минералов.

Островодужный **Уяндино-Ясаченский вулканический пояс** сформировался преимущественно в позднеюрское - неокомовое время и представляет собой ряд сопряженных грабенообразных впадин, вытянутых в северо-западном направлении. Структуры пояса наложены на Приколымский и Омулеский блоки и пограничные с ними части Иньяли-Дебинского и Сугойского синклиналиев Яно-Колымского складчатого пояса. В УЯВП выделяются две вулканические зоны - Илин-Тасская и Дарпирская. Илин-Тасская зона сложена в основном базальтоидами, Дарпирская - средними и кислыми вулканиками. В первом случае осадконакопление происходило в морских условиях, во втором - вначале в субаквальных, а на завершающей стадии в субаэральных. Вулканики формируют отдельные линейно вытянутые поля или очаговые интрузивно-купольные структуры и депрессии. Для Илин-Тасской (внутренней) зоны пояса намечается оруденение медно-порфировой и колчеданной барит-полиметаллической формаций в ассоциации с натриевыми базальтами повышенной щелочности [Шпикерман, 1998]. Металлогения Дарпирской (внешней) зоны пояса значительно более разнообразна. Здесь количественно преобладают серебро-полиметаллические, известны касситерит-силикатно-сульфидные, серебро-сурьмяные, сурьмяно-ртутные и золото-серебряные рудопоявления. Металлогеническая специализация УЯВП может быть связана с развитием в палеозойском фундаменте существенно карбонатного состава стратиформных медных и полиметаллических залежей [Шпикерман, 1998].

Олойский вулканогенный пояс раннемелового возраста, расположен между Южно-Ануйским и Омолонским террейнами (рисунок).

Он протягивается в северо-западном направлении более 600 км, достигая мыса Святой Нос [Волков и др., 2006] при ширине в центральной части до 200 км. Си-Мо штокверковое оруденение локализовано в апикальных частях штоков и небольших массивов габбро-монцит-сиенитовой серии, а Au-Ag эпитермальные жильные проявления находятся на их периферии. Возраст оруденения по геологическим и изотопным данным оценивается концом поздней юры [Шпикерман, 1998]. Основанием для объединения в один рудноформационный ряд Си-Мо-порфириковых и Au-Ag-эпитермальных месторождений и проявлений ОВП служит: 1 - связь с одной и той же вулканоплутонической ассоциацией; 2 - однотипность и преемственность минерального состава и элементов-примесей в рудах и мине-

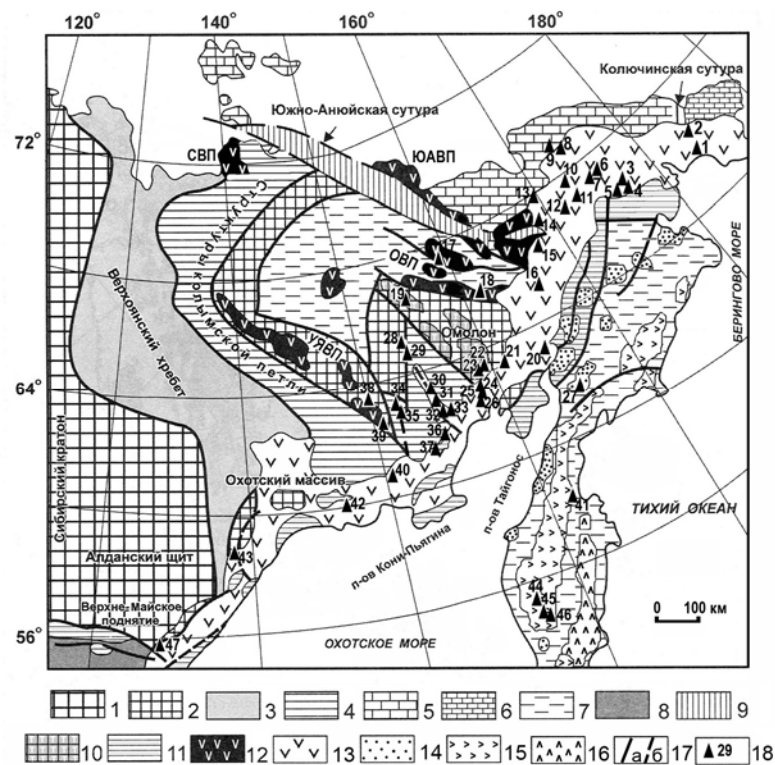


Рис. Вулканогенные пояса и золото-серебряные месторождения Северо-Востока Евразии. Тектоническая основа по [11] с изменениями и дополнениями. 1 – Сибирский кратон; 2 – крупные блоки с континентальной корой Сибирского кратона; 3, 4 – пассивная окраина Сибирского кратона (Верхоянский комплекс): 3 – палеозойско-мезозойские отложения, 4 – мезозойские отложения; 5 – складчатый чехол Чукотского континента; 6 – Восточно-Чукотско-Сьюардский (Эскимосский) блок; 7 – Корьякско-Камчатский аккреционный пояс; 8 – Монголо-Охотский складчатый пояс; 9 – позднемезозойские коллизионные сутуры; 10 – Кедонский позднепалеозойский окраинно-континентальный вулканический пояс; 11,12 – надсубдукционные позднеюрско-раннемеловые образования: 11 – Удско-Мургалльская островодужная система, 12 – Уяндино-Ясачненский (УЯВП), Олойский (ОВП), Святоносский (СВП) и Южно-Анхойский вулканические пояса (ЮАВП); 13 – Охотско-Чукотский окраинно-континентальный позднемеловой вулканический пояс; 14–16 – кайнозойский вулканические пояса: 14 – эоцен-олигоценый Корьякско-Западно-Камчатского, 15 – олигоцен-четвертичный Центрально-Камчатский, 16 – плиоцен-четвертичный Восточно-Камчатский; 17 – глубинные разломы: а – границы блоков, б – зоны тектоно-магматической активизации; 18 – золото-серебряные эпитеpмальные месторождения (1–47). 1 – Пепенвеем, 2 – Коррида, 3 – Валунистое, 4 – Тенкерей, 5 – Жильное, 6 – Тэлэвеем, 7 – Провальные Озера, 8 – Сопка Рудная, 9 – Промежуточное, 10 – Энмываам, 11 – Арыкваам, 12 – Каенмываам, 13 – Двойной, 14 – Купол, 15 – Горностаевый, 16 – Иргуней, 17 – Клен, 18 – Весенний, 19 – Ольча, 20 – Сергеевское, 21 – Кегали, 22 – Биркачан, 23 – Кубака, 24–26 – Эвенская группа: 24 – Ороц, 25 – Ирбычан, 26 – Сопка Кварцевая, 27 – Аметистовый, 28 – Роговик, 29 – Громада, 30 – Лунное, 31 – Арылах, 32 – Дукаат, 33 – Гольцовый, 34 – Печальное, 35 – Ветвистый, 36 – Джульетта, 37 – Нявленга, 38 – Кунаревское, 39 – Широкое, 40 – Карамкен, 41 – Озерновское, 42 – Бургагылкан, 43 – Хаканжа, 44 – Агинское, 45 – Бараньевское, 46 – Оганчинское, 47 – Авляякан.

ралах, выражающаяся в наличии сквозных рудных минералов и элементов; 3 - идентичность состава минералообразующих растворов, устанавливаемая при изучении флюидных включений руд; 4 - близкие изотопные характеристики рудных свинцов [Шаповалов, 1994; Шпикерман, 1998].

Удско-Мургалльский вулканогенный пояс – позднеюрско-раннемеловая окраинно-континентальная структура [Парфенов, 1984; Горячев, 2005] прослеживается от Станового пояса через полуострова Кони-Пьягина, Тайгонос, в бассейн реки Пенжины (см. рис.). Среди вулканических пород распространены базальты и андезибазальты, их туфы, туфобрекчии, туфоалевролиты при подчиненном значении кислых разности. Крупный ареал развития Au-Ag-эпитеpмальных и Mo-Cu-порфировых месторождений совпадает с фронтальной зоной более молодого ОЧВП, наложенной на интенсивно дислоцированный и местами шарьированный в сторону континента терригенно-вулканогенный комплекс окраинно-континентальной дуги.

Прожилково-вкрапленная и жильно-штоковерковая минерализация ассоциирует с порфировыми комплексами [Волков и др., 2006]. По направлению к континенту существенно Cu-оруденение сменяется Mo-Cu- и собственно Mo-, часто с W-, а далее Sn-оруденением, что хорошо коррелирует с увеличением мощности «гранитного» слоя и возрастанием в составе рудоносных магматических комплексов роли лейкократовых гранитов и гранит-порфиоров. Руды жильных Au-Ag-эпитермальных месторождений (Джульета, Нявленга и др.) характеризуются «прогрессивным» рудообразованием и стабильно повышенными содержаниями серебра [Сидоров, Гончаров, 1979].

Охотско-Чукотский вулканический пояс (ОЧВП) по В.Ф. Белому [1994] формировался в течение 25 млн лет (со среднего альба до сеномана) на границе континентального Верхояно-Чукотского и Корякско-Камчатского коллажа террейнов и представляет собой самостоятельную структуру земной коры, сложенную субэральными вулканическими породами, протягивающуюся на 3000 км (рис.). В составе ОЧВП по отношению к океанической окраине выделяются внутренняя, внешняя и перивулканическая зоны. Внутренняя зона вулканогенного пояса на всем протяжении в пределах Охотского отрезка (рис.) подстилается Кони-Мургалским террейном, представляющим с позднего палеозоя по неоконку часть островодужной системы и превратившимся на последнем этапе своего развития в окраинно-континентальную магматическую дугу. Перивулканическая зона ОЧВП рассматривается нами в качестве области тектоно-магматической активизации мезозойского, связанной с деятельностью ОЧВП и расположенной вдоль внешней границы этого вулканогенного пояса. Весьма сложное строение террейнов фундамента и самого ОЧВП обусловили большое разнообразие типов эпитермальных месторождений. Для внешней и перивулканической зон характерно оруденение золото-серебряной формации и разнообразные оловорудные формации, в том числе олово-серебряные. Причем золото-серебряный подтип больше распространен во внешней зоне (Карамкен, Сопка Кварцевая, Сопка Рудная, Купол, Двойной). Месторождения серебряного подтипа (Дукат, Лунный, Арылах и др.) приурочены к рифтогенному вулканопрогибу осложняющему ОЧВП между Яно-Колымским и Омолонским террейнами (рисунок). На рисунке видно, что в ряде районов разновозрастные вулканические пояса пространственно совмещены. На большем своем протяжении ОЧВП перекрывает УМВП; его вулканопрогибы и оперяющие зоны ТМА накладываются также на КВП и ОВП. В этих районах формируются многоэтапные золото-серебряные месторождения (Джульета, Нявленга и др.). На месторождениях Кубака и Биркачан выявлена золото-серебряная минерализация палеозойского и мезозойского возрастов. Однако металлогения большинства подобных районов слабо изучена.

Среди золото-серебряных месторождений выделяется ряд минералого-геохимических типов (Округин и др., 2004). (1) Кварцевый малосульфидный тип развит в складчатых структурах тыловых частей позднемезозойских вулканических поясов и ассоциирует с дайковыми комплексами основного и кислого состава. По условиям формирования относится к переходному от средних глубин к малым. Серебряная минерализация представлена, в основном, фрейбергитом, в меньшей степени - пираргиритом. (2) Сурьмяный характерен как для внутриконтинентальных тыловодужных ареалов, так и для Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. Характерным признаком является преобладание антимонита или бертьерита в рудах, а также присутствие серебро-сурьмяных сульфосолей. (3) Многосульфидный распространен в пределах внешних частей вулканических (ОЧВП и ЦКВП) поясов. Руды сложены мелкозернистым агрегатом сульфидов цинка, свинца и меди с микровключениями разнообразных сульфосолей. Серебро образует как собственные минеральные формы (прустит-пираргирит, стефанит, ялпаит, аргентит, фрейбергит, гессит, электрум и самородное серебро) так и примесь в блеклых рудах и сульфидах. Мышьяк, кадмий, отчасти, индий - типоморфные элементы наиболее молодых (плиоцен-голоценовых) парагенезисов. (4) Селенидный тип представлен разновозрастными (от 75. до 4.5 Ма) рудными объектами, локализованными в вулканоструктурах трех вулканических поясов (ОЧВП, КЗКВП и ЦКВП), и отличается необыкновенным разнообразием форм нахождения селена (от самородного селена до селеносодержащего пирита). (5) Теллуридный тяготеет к зонам молодого вулканизма Центрально-Камчатского пояса. Руды отличаются широким спектром теллуридов золота и серебра в тесных сростаниях с самородным золотом и аргентитом.

Даже краткая характеристика вулканогенных поясов Северо-Востока Азии показывает влияние состава фундамента на распределение золото-серебряных эпитермальных

месторождений разных типов. Влиянием подстилающих геологических блоков можно объяснить и такие пространственные особенности распределения минеральных типов, как сурьмяная специализация тыловодужных объектов, локализованных в, существенно, терригенных толщах пассивных окраин континента, серебро-сурьмяной - месторождений внешней зоны ОЧВП, более сульфидной и медной - УМВП (Джульетта, Нявленга) и внутренней зоны ОЧВП (Дукат, Карамкен, Сергеевское?) олово-сурьмяной КЗКВП (Аметистовое). Элементы зональности проявлены от тыловодужных областей к окраинно-континентальным и от более ранних металлогенических эпох к наиболее молодым заметным уменьшением концентраций сурьмы и олова в рудах. В этом же направлении возрастает роль селена, теллура, ртути и кадмия. В вулканогенных поясах Северо-Востока России и в смежных с ним структурах зон ТМА эпитермальное золото-серебряное оруденение наиболее широко распространено в связи с зонами вкрапленных золото-сульфидных руд, в медно-молибден-порфировых рудных узлах и в ассоциации с колчеданным оруденением (Au-Ag и Ag тип), а также в связи с базит-ультрабазитовыми комплексами (Au-Ag-теллуридный тип), в меньшей степени - в связи с залежами железистых кварцитов (Au тип); в оловорудных районах распространены существенно серебряные с Au месторождения.

На Северо-Востоке России, учитывая слабую изученность рассмотренных в статье вулканогенных поясов и зон, весьма реальны перспективы открытия не только мелких и средних бонанцевых, но и крупных золото-серебряных эпитермальных месторождений, как низко-, так и высокосульфидированного типов. Сравнительно недавние открытия месторождений Купол и Светлое неопровержимое подтверждение этого тезиса.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы ОНЗ №2, Программы Президиума РАН № 14, проекта РФФИ (08-05-00135а).

Список литературы

Белый В.Ф. Геология Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1994. 76 с.

Волков А.В., Савва Н.Е., Сидоров А.А., и др. Закономерности размещения и условия образования Cu-Au-порфировых месторождений Северо-Востока России // Геология рудных месторождений, 2006. Т. 48. № 6. С. 512-539.

Горячев Н.А. Удско-Мургалская магматическая дуга: геология, магматизм, металлогения // Проблемы металлогении рудных районов на Северо-Востоке России. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2005. С. 17-35.

Егоров В.Н., Шерстобитов П.А. Кедонская вулcano-плутоническая ассоциация юго-восточной части Омолонского массива // Магматизм и метаморфизм Северо-Востока Азии. Магадан. СВКНИИ ДВО РАН, 2000. С. 23-29.

Округин В.М., Гамянин Г.Н., Савва Н.Е., Горячев Н.А. Минералого-геохимические особенности золото-серебряных месторождений тихоокеанской континентальной окраины // Улан-Удэ. 2004. С.

Парфенов Л.М. Континентальные окраины и островные дуги мезозой северо-востока Азии. Новосибирск. Наука, 1984. 192 с.

Сидоров А.А., Гончаров В.И. О прогрессивном развитии гидротермального рудообразования // Геология рудных месторождений, Т. 21. № 3. 1979. С. 19-26.

Соколов С.Д., Бондаренко Г.Е., Морозов О.Л., Григорьев В.Н. Теоретические и региональные проблемы геодинамики. М.: Наука, 1999. С. 30-82.

Шаповалов В.С. Признаки единой РМС на примере сложноформационного оруденения (Западная Чукотка) // Проблемы рудно-формационного анализа и поисковой минералогии на Северо-Востоке России. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1994. С. 73-82.

Шпикерман В.И. Домеловая минерагения Северо-Востока Азии. Магадан. СВКНИИ ДВО РАН, 1998. 350 с.