

С. И. ТРУШИН (АО «Полиметалл УК»),
В. Е. КИРИЛЛОВ (ООО «Ресурсы Албазино» АО «Полиметалл УК»)

Месторождение Албазино — новый для Дальнего Востока промышленный тип золотого оруденения

Золоторудное месторождение Албазино находится на левобережье р. Амгунь, в центральной части административного района им. П. Осипенко Хабаровского края. В настоящее время активно разрабатывается АО «Полиметалл УК». Месторождение находится в приосевой части Омальского горст-антиклинория, связано с глубокоэродированной палеокальдерной вулканоструктурой, границы которой фиксируются по аэромагнитным данным. Среди пород терригенного основания в структуре картируются многочисленные дайки и штоки интрузивных пород преимущественно умеренно-кислого состава. Несколько промышленных рудных зон приурочено к внутренней прибортовой части палеокальдеры, они локализуются в разломных структурах растяжения меридионального и северо-западного простирания. Наиболее значительные концентрации золота связаны с центральными частями ореолов березитизации, с линейными штокверками кварцевых и кварц-карбонатных прожилков с сульфидной минерализацией. Оруденение проявлено как в песчаниках, так и в дайках умеренно-кислого состава. Большая часть золота ассоциирована с арсениопиритом, незначительная часть имеет свободную форму. Кроме золота, в рудах в повышенных концентрациях отмечаются серебро, мышьяк и сурьма. Оруденение отнесено к золото-сульфидно-кварцевой формации, золото-малосульфидному минеральному типу.

Ключевые слова: *месторождение Албазино, рудоконтролирующий разлом, рудолокализирующий разлом, структурная ловушка, палеокальдерная вулканоструктура, околорудная березитизация, фактор локализации, рудоносная зона, золотая минерализация.*

S. I. TRUSHIN (JSC Polymetal),
V. E. KIRILLOV (Albazino Resources Ltd. JSC Polymetal)

Albazino Deposit is a new industrial type of gold mineralization for the Far East

The Albazino gold deposit is located on the left bank of the Amgun River, in the central part of the administrative district named after P. Osipenko, the Khabarovsk Territory. At present, it is actively mined by Polymetal UK. The deposit is located in the near-axis part of the Omalsky horst-anticlinorium and related to deeply eroded paleocaldera volcanic structure, the boundaries of which are recorded from aeromagnetic data. Among the rocks of the terrigenous base, numerous dikes and stock of intrusive rocks mainly of moderately acid composition are mapped in the structure. Several commercial ore zones are confined to the inner near-slope part of the paleocaldera; they are located in the fault extension structures of meridional and northwestern strike. The most significant gold concentrations are associated with the central parts of beresitization haloes, with linear stockworks of quartz and quartz-carbonate veinlets with sulphide mineralization. The mineralization is manifested both in sandstone and in moderately acid dikes. Most of the gold is associated with arsenopyrite, a small part has a free form. In addition to gold, high concentrations of silver, arsenic and antimony are recorded in the ore. Mineralization is attributed to the gold sulphide-quartz formation, the gold-low sulphide mineral type.

Keywords: *Albazino deposit, ore-controlling fault, ore localizing fault, structural trap, paleocaldera volcanic structure, near-ore beresitization, localization factor, ore-bearing zone, gold mineralization.*

Введение. История открытия Албазинского месторождения (рис. 1) начинается с 1945 г., когда Херпучинское приисковое управление треста «Приморзолото» приступило к поисковым работам на рудное золото. Предпосылка организации работ — наличие месторождений россыпного золота на ручьях, дренирующих склоны Омальского хребта в районе им. П. Осипенко Хабаровского края. Поисково-оценочные работы Нижне-Амурского

горно-геологического предприятия и АО «Дальневосточные ресурсы» в 1989–2002 гг. привели к выявлению ряда золоторудных зон. Разведочные работы, выполненные АО «Полиметалл УК» в 2007–2017 гг., подтвердили промышленную значимость месторождения, оно оценено как крупное и находится в стадии активной отработки.

Цель работы — обобщение ранее не публиковавшихся данных по структурному и геологическому

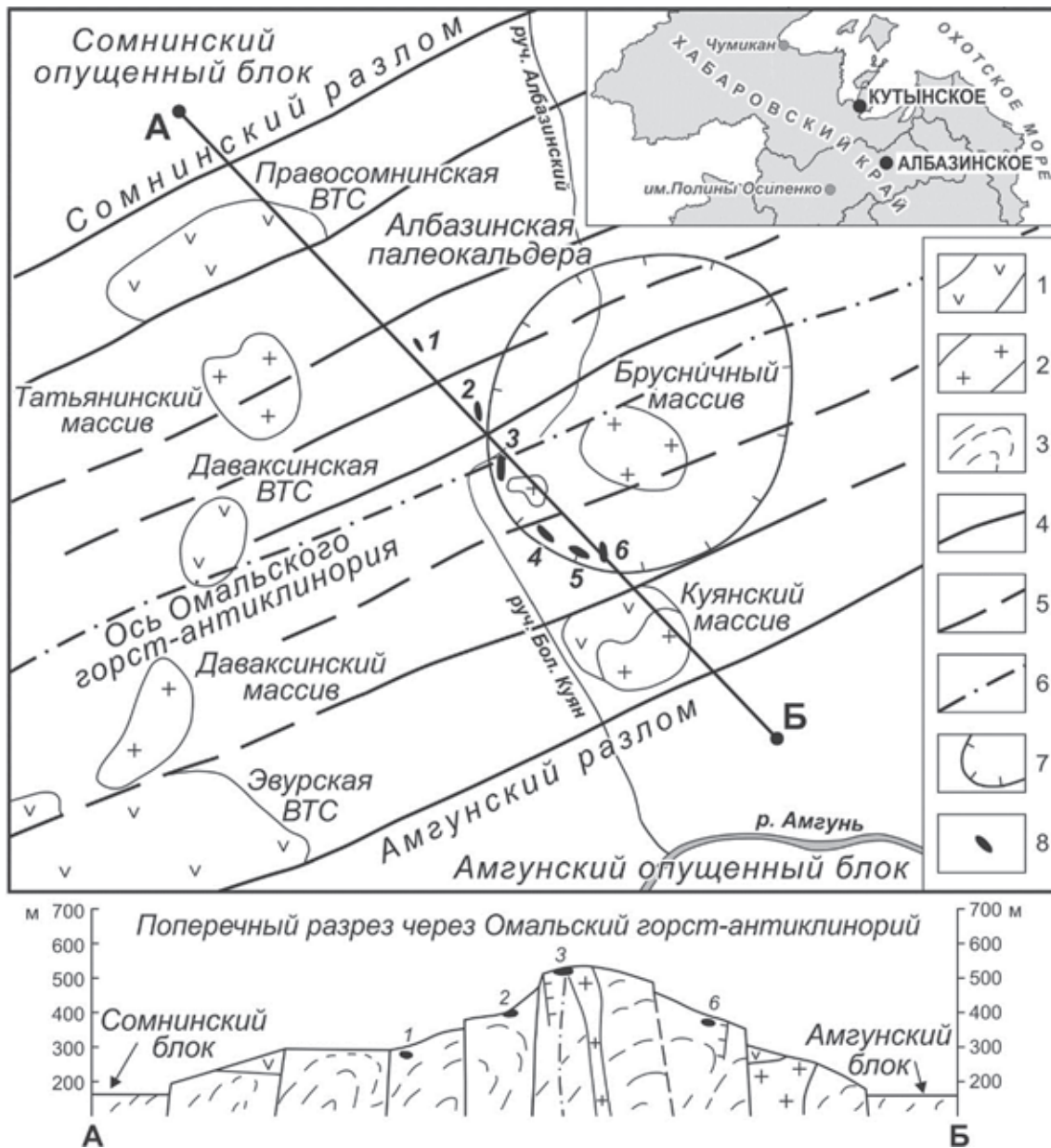


Рис. 1. Схема Омальского горст-антиклинория и его поперечный разрез

1 – поля вулканитов; 2 – интрузивные массивы; 3 – региональные складки (на разрезе); 4 – разломы, прослеженные геологическими наблюдениями с использованием дешифрирования космofотоснимков (КФС); 5 – разломы предполагаемые, частично прослеживаемые на КФС; 6 – ось горст-антиклинория; 7 – граница палеокальдера; 8 – рудные зоны: 1 – Татъянинская, 2 – Анфисинская, 3 – Ольгинская, 4 – Екатерининская, 5 – Екатерининская-2, 6 – Фаридинская

строению Албазинского рудного поля, особенностям морфологии рудных зон, минеральному составу окколорудных изменений и руд. Краткие сведения о геологии района и строении центральной части Албазинского рудного поля приводятся в опубликованных ранее работах [5, 6].

К методам изучения относились структурные, петрографические и геофизические исследования. Структурные исследования проводились в масштабах 1:10 000–1:2000 с замерами элементов залегания разрывных нарушений, контактов пород и слоистости. Для уточнения внутреннего строения рудного поля использовались данные интерпретации аэрогеофизики (спектрометрии, магниторазведки) и дешифрирование космofотоснимков высокого разрешения. Петрографическое и минералогическое изучение горных пород

проводилось для уточнения вещественного состава пород, определения формационной принадлежности окколорудных изменений и рудных минералов. Изучение выполнялось минералогами АО «Полиметалл УК», Северо-Восточного комплексного научно-исследовательского института (СВКНИИ) и Санкт-Петербургского государственного университета с использованием поляризационных микроскопов и микрорентгеноспектрального анализа рудных минералов.

Геолого-структурное строение района Албазинского рудного поля. Район Албазинского месторождения принадлежит к Амгунскому террейну и входит в Нижнеамурскую складчатую зону, сформировавшуюся в мезозое в результате аккреции юрских окраинно-континентальных шельфовых

и турбидитовых комплексов к Северо-Азиатскому кратону и Монголо-Охотскому поясу [7].

В домеловое время (триас – юра) в морских условиях происходило накопление осадочных терригенных образований и локально пород вулканогенно-кремнистой формации. В меловое время в районе активно проявились вулканизм, вулканогенные прогибы (Эвурского, Ульбанского) и интрузивный магматизм. На начало формирования поздне-меловых вулканических структур район представлял собой постгеосинклинальную орогенную область, появившуюся в результате консолидирования континентальной земной коры. Палеоген-неогеновая структура региона унаследовала северо-восточный тектонический план мезозойского времени и представляет собой чередование грабен-синклинальных и горст-антиклинальных структур, расположенных параллельно друг другу и вытянутых в северо-восточном направлении.

Омальский горст-антиклинорий, в пределах которого расположено Албазинское рудное поле, сложен преимущественно терригенными образованиями. Антиклинорий вытянут в восток-северо-восточном направлении, ограничен разломами в районе долин рек Амгунь и Сомня и имеет ступенчатое строение в поперечном разрезе (рис. 1). «Ступени» погружаются от осевой части к крыльям горст-антиклинория.

Предполагается, что в поздне-меловое время большая часть этого района, в том числе Албазинская площадь, была перекрыта покровными фациями вулканитов эвурского вулканогена, остатки которых закартированы на крыльях антиклинория. В центральной части антиклинория покровная фация вулканитов срезана эрозией, на поверхность среди терригенных пород выходят образования, которые интерпретируются как корневые фации вулканитов (дайки разной морфологии, мелкие интрузивные тела).

Структура Албазинского рудного поля (площадь 14–15 км²) отличается исключительной сложностью, что обусловлено длительностью развития участвующих в его строении геоструктурных элементов, их трансформациями и телескопированностью.

В Албазинском рудном поле определяются структуры нескольких типов – пликативные, дизъюнктивные, вулканические и вулканотектонические.

В пределах поля и его флангов в домеловое время преобладали тектонические процессы сжатия со складкообразованием, в послемеловое – блоковых перемещений и растяжения, сопутствующих появлению даек, куполов, разрывов и сбросов.

Складчатая структура района Албазинского рудного поля и его флангов характеризуется высокой сложностью и изучена недостаточно. Наиболее крупные складки обусловлены региональной складчатостью СВ-простираания (рис. 2). Не исключено, что они представляют собой не единые протяженные складки, а их эшелонированные системы. Возраст складчатости относится к юре–нижнему мелу. Складки имеют все признаки структур сжатия, им свойственны нерегулярное расположение; виргация, т. е. невыдержанность простираания осей складок в плане (азимут простираания от 20° до 70°), веерообразное расхождение и схождение; ундуляция («ныряние») осей; флексурные изгибы складчатости. Амплитуда этих складок достигает сотен метров и километров. По морфологии они делятся на изоклинальные; опрокинутые, с падением крыльев на

северо-запад с азимутом падения 300–340°, углами падения 50–80°; брахиформные.

Вдоль зоны крупного северо-западного Албазинского разлома возникла поперечная складчатость, вызванная смещениями вдоль тектонических нарушений. Преобладает в этом случае брахиформная складчатость, реже встречаются сундучные складки. Амплитуда складок составляет несколько десятков метров.

Роль складчатых структур в размещении и локализации оруденения до конца не выяснена. Отмечается, что большая часть рудных зон приурочена к внутренним и призмковым частям складок разного простираания, особенно на участках, сложенных хрупкими песчаниками.

Разрывная тектоника рудного поля чрезвычайно сложна, что обусловлено неоднократно менявшимися на протяжении длительного периода времени (от юры до неогена) режимами и типами напряжений с различной ориентировкой эллипсов напряжений в дорудный, синрудный и пострудный этапы тектогенеза. Для Албазинского рудного поля характерно масштабное объемное дробление с усилением интенсивности тектонической нарушенности вдоль разломов и на участках их сочленения.

Площадь рудного поля находится в узле пересечения крупных региональных разломов северо-западного (Албазинская зона) и северо-восточного простираания (рис. 3).

Северо-восточная система в районе – наиболее древняя и может быть отнесена к «простым» сдвигам зон сжатия. Она наследовала системы регионального кливажа, проявившегося преимущественно на крыльях крупных складок СВ-простираания. Разломы имеют значительную мощность (сотни метров), часто крутое падение на северо-запад (азимут падения 310–340°) и юго-восток (азимут падения 115–155°). На рис. 3 показан ряд блоков, ограниченных СВ-нарушениями, сдвиги по которым доказываются поперечными смещениями даек и расланцеванием, будинированием пород вдоль осей сместителей. Не исключено, что эти латеральные сдвиги могли сопровождаться относительно небольшими одновременными поднятиями и опусканиями блоков, т. е. являлись косыми сдвигами с движениями сбросового и надвигового характера. До поздне-мелового времени СВ нарушения развивались в режиме сжатия и скольжения, возможно, со значительными амплитудами смещений (десятки и сотни метров) вдоль поверхностей сместителей. Можно предположить, что система СВ сдвиговых разломов появилась вдоль эллипса растяжения аналогичного простираания (рис. 3), в поздне-меловое время в разломах развивались в условиях чередующихся режимов умеренного растяжения или сдавливания. Латеральные перемещения происходили при сдавливании и сопровождались расланцеванием пород, при растяжении происходило внедрение даек разного состава. Кроме того, вдоль СВ разломов проявлялись движения позже этапа оруденения, амплитуды горизонтальных и вертикальных смещений в это время достигали нескольких десятков метров.

Магмоконтролирующая и рудоконтролирующая Албазинская разломная система северо-западного (СЗ) простираания прослежена на 200 км от Ульбанского вулканогена на севере через Албазинскую структуру на юго-восток до Пильда-Лимурийского рудного узла. Мощность зоны разломов около



Рис. 2. Структурно-тектоническая схема района Албазинского рудного поля и его флангов

1 – оси антиклиналей; 2 – оси синклиналей; 3 – участки распространения кремнисто-глинистых пород; 4 – участки распространения углеродистых алевролитов (в целом в границах мульды); 5 – разрывные нарушения; 6 – граница предполагаемой палеокальдеры по геофизическим данным; 7 – интрузивно-купольные структуры; 8 – границы палеовулканоструктур; 9 – вулканические породы; 10–12 – юрские терригенные породы (10 – эльгонская, 11 – михалицынская, 12 – демьяновская свиты). Для разломов: 1 – Албазинский, 2 – Ивановский, 3 – Меридиональный, 4 – Даваксинско-Сомнинский, 5 – Сомнинский, 6 – Правосомнинский, 7 – Левоамгунский. Для интрузивно-купольных структур: Д – Даваксинская, К – Куянская, Б – Брусничная, Р – Рябиновая. Для вулканоструктур: ПС – Правосомнинская, ВД – Верхнедаваксинская, Э – Эвурская. Для рудных зон и рудопроявлений: I – Татьянанская, II – Масловская, III – Анфисинская, IV – Ольгинская, V – Брусничное, VI – Екатерининская, VII – Екатерининская-2, VIII – Фаридинская

8–10 км, она состоит из нескольких ветвей с максимальной нарушенностью пород в осевых частях. Одна из наиболее значительных ветвей мощностью около 1 км проходит через Албазинское рудное поле. Большая часть даек и гидротермальных ореолов ориентирована согласно её простиранию. Разломная система состоит из швов двух направлений – азимут 40–55° и угол падения 60–85° и азимут 65–80° и угол падения 55–70°. Режим развития разломов Албазинской системы переменный, преобладают раздвиговые движения, о чём говорит наличие многочисленных даек СЗ простирания. Судя по суммарной мощности даек, общее поперечное растяжение в зоне разломов превышает 150 м.

Рудолокализирующая система (субмеридиональная до северо-западного простирания) представляет собой трещины скола, отрыва и растяжения Т-типа со средними и небольшими углами падения (30–50°) в восточных и СВ румбах. Зоны этих разломов, возможно «лестничных», характеризуются значительной тектонической нарушенностью, вдоль них внедрились

многочисленные дайки умеренно-кислого, кислого и в меньшей степени среднего состава. Эти же зоны растяжения (структурные ловушки) использовались гидротермальными растворами, интенсивно переработавшими вмещающие породы и сформировавшими ряд рудных тел. Субмеридиональные нарушения могли образоваться как трещины отрыва в связи с левосторонними движениями блоков вдоль СВ-разломов. В рассматриваемом случае можно предположить образование серии вытянутых блоков СВ простирания, где каждый более южный из них интенсивно смещался на северо-восток с разворотом против часовой стрелки (рис. 3). При этом возникали напряжения, которые могли бы привести к появлению падающих на восток срывов со средними углами падения, вместившими дайки и рудные тела. Смещение блоков на СВ в направлении от Анфисинской к Екатерининской зоне объясняет ротационный разворот зон Екатерининская и Екатерининская-2, которые приобрели СЗ направление до субширотного с выполаживанием углов падения.



Рис. 3. Схема сдвиговой тектоники Албазинского рудного поля

1 – сдвиговые разломы СВ простирания с указанием направлений движения; 2 – направление ротации блоков; 3 – сдвиги со смещениями: метры – первые десятки метров (1), от нескольких десятков метров до первых сотен метров (2); 4 – эллипс горизонтальных напряжений СВ простирания с направлениями растяжений и сжатий; 5 – ось эллипса напряжений; 6 – основные рудные тела (1), зоны со слабопроявленными признаками золотого оруденения (2), 7 – разломы достоверно доказанные (1), предполагаемые (2); 8 – Албазинский рудоконтролирующий разлом; 9 – границы предполагаемой ВТС (палеокальдеры); 10а – разломы: 1 – Складской, 2 – Сергеевский, 3 – Южноанфисинский, 4 – Ивановский, 5 – Ольгинский, 6 – Южно-Ольгинский, 7 – Екатерининский, 8 – Екатерининский-2, 9 – Фаридинский; 10б – блоки: 1 – Складской, 2 – Североанфисинский, 3 – Анфисинский, 4 – Ивановский, 5 – Ольгинский, 6 – Южно-Ольгинский, 7 – Екатерининский, 8 – Екатерининский-2, 9 – Фаридинский

Особенности рудных зон меридиональной системы: пластинообразная форма рудных тел; устойчивое падение под средними углами (40–60°) в восточных румбах (азимут падения 70–85°) в северной части (зоны Анфисинская, Ольгинская), южнее – с падением в СВ румбах, азимут падения 30–45° с выполаживанием до 30–40° (зоны Екатерина, Екатерина-2); рудные зоны могут расщепляться, образуя параллельные залежи; рудные зоны ассоциированы с дайками, которые имеют параллельное им падение или размещаются к ним под острым углом.

В дальнейшем (поздний мел – неоген) при субвертикальных движениях по системам СВ- и ВСВ-разломов интервалы меридиональных разломов с рудными зонами были приподняты или опущены на разную высоту. Соответственно рудные зоны находятся в следующей позиции (рис. 1):

Ольгинская зона в приосевой части антиклинория, Анфисинская и Екатерининская зоны расположены ниже и срезаны эрозией меньше, а зоны Екатерининская-2 и Фаридина находятся на флангах (крыльях) и срезаны менее всего.

Албазинское рудное поле приурочено к западной части палеовулканоструктуры, предположительно глубокоэродированной кальдере-просадке компенсационного типа. По данным аэромагнитно-разведки, в присводовой части Омальского горст-антиклинория отчётливо выделяется округлая структура диаметром 6–6,5 км (размер, обычный для кальдеры проседания). По характеру магнитного поля она заметно отличается от окружающего пространства, для неё типично резкодифференцированное знакопеременное мозаичное магнитное поле с резкими градиентами полей, с сочетанием изометричных и линейных аномалий, что

обусловлено сложным внутренним геологическим строением структуры. Окружающее пространство за пределами структуры характеризуется ровными, слабодифференцированными и слабоположительными магнитными полями. Этой же структуре соответствуют дифференцированные поля радиоэлементов с максимальным их выносом в центральной части.

По данным дешифрирования космоснимка, фрагменты дуговых разломов, ограничивающих палеокальдеру, фиксируются в её западной части. Замеры зон трещиноватости, дробления и катаклаза говорят об интенсивной объёмной нарушенности основания палеодепрессии с разнообразными углами и азимутами падения нарушений, т. е. о структуре типа битой тарелки, характерной для кальдерных структур. Область палеокальдеры отличается высокой насыщенностью дайками и малыми интрузивными телами, в центре выходит субвулканическое тело Брусничное. Многочисленность даек, их сложные взаимоотношения с пересечениями, признаки многократных инъекций, эволюция магматических образований по составу (в целом антидромная) характерна только для сложнопостроенных вулканических структур. Предполагается, что структура заложилась в узле пересечения разломов СЗ (Албазинская система) и СВ направлений, а также меридиональных нарушений.

Для данной структуры характерно широкое проявление метасоматоза, проявившегося в её западной половине, что связано с активной циркуляцией гидротерм на этом наиболее тектонически переработанном участке. Локализация оруденения во многом обусловлена наличием кальдеры, в пределах которой существовали условия для масштабного извлечения гидротермами из окружающих и магматических пород рудных элементов, их миграции и локализации в благоприятных структурных и литологических условиях.

Вулканические структуры, существовавшие в пределах кальдеры, значительно эродированы и не сохранились в изначальной форме. Центр депрессии предполагается на участке выхода субвулканической интрузии в районе проявления Брусничное (рис. 2), локальные вулканочетры можно предположить в районе рудных зон Анфисинская, Ольгинская и Масловская. В пользу их вероятного наличия свидетельствуют высокая степень насыщенности дайковыми образованиями сложной формы с ответвлениями; наличие штоков сложной морфологии, соответствующих по размерам вулканической жерловине (несколько сот метров в поперечнике; иногда дугообразная форма даек. Перечисленные вулканочетры могли быть «привязаны» к кольцевому разлому.

Магматические породы широко распространены в пределах Албазинского рудного поля и делятся на вулканические и интрузивные. Вулканические встречаются в покровной фации (спилиты юрского возраста); в субвулканической и дайковой фациях (гранодиоритовая, гранитная и диоритовая серии, палеогеновые дайки базальтов). На периферии структуры встречаются вулканические породы покровной фации — оливиновые базальты верхнего мела — палеогена и туфы андезитов.

Дайковые тела разнообразного состава распространены особенно значительно и образуют пояс, который в пределах рудного поля имеет ширину около 5 км. Пояс контролируется Албазинской

зоной разломов, прослежен на север на расстояние около 50 км при ширине 1–2,5 км.

Интрузивные тела обычно невелики (до 4–5 км²), принадлежат к субвулканической фации, характеризуются лакколито- или лополитообразной формой.

Гидротермальные изменения в пределах рудного поля проявились широко на площади около 10 км² с развивающимися по породам всех типов метасоматитами аргиллизитовой, пропилитовой и березитовой формаций.

Березиты относятся к основным околорудным изменениям и характеризуются типоморфным минеральным парагенезисом (серицит, кварц, хлорит, карбонат, пирит). Они образуют вытянутый в СЗ направлении ореол протяженностью более 3 км, приуроченный к Албазинской системе разломов.

В зонах разрывных нарушений породы разбиты многочисленными трещинами с кулисообразными и сетчатыми прожилками кварцевого, кварц-карбонатного состава с участием серицита и сульфидов. Сульфидная минерализация отмечается по массе и в прожилках. Количество сульфидов в рудах 2–6 %, они представлены пиритом, арсенопиритом, реже галенитом, сфалеритом, халькопиритом, блеклой рудой.

Самородное золото встречается в виде микроскопических (0,05–0,2 мм) ксеноморфных выделений в ассоциации с арсенопиритом, блеклой рудой, реже с кварцем и карбонатом. Часть золота содержится в арсенопирите в субмикроскопической форме. Содержание Ag в золотилах 19,4–31,3, Au 65,8–79,1 мас. %.

Для рудоносных зон характерно повышенное и высокое содержание, кроме Au — средние 5,1–11,3 г/т, ещё As до 0,51 вес. %, Ag — среднее 9 г/т, Sb до 44 г/т. Подобная ассоциация характерна для низкотемпературных убогосульфидных и малосульфидных месторождений подобного типа Дальнего Востока и Забайкалья [1]. Перечисленные элементы характеризуются высокими уровнями корреляционных связей (Au÷Ag 0,84, Au÷As 0,81, Au÷Sb 0,82, Ag÷As 0,84).

Обсуждение результатов. Модель образования оруденения на месторождении Албазино основывается на представлении о его вулканогенно-плутоногенном генезисе. Тип мог быть смешанным, переходным к вулканогенному, о том говорит большое количество даек разнообразной формы и низкотемпературный характер изменений, а также остатки вулканических покровов в непосредственной близости к рудному полю Албазино.

Оруденение сформировалось в поздне меловое время на последнем этапе магматической активности. Его генератором и источником служил магматический очаг (субвулканическое тело Брусничное), выведенный эрозией на поверхность в центральной части вулканоструктуры (рис. 4). Вся область субвулкана характеризуется повышенной нарушенностью, объёмным дроблением и высокой метасоматической переработкой (аргиллизацией, окварцеванием, рассеянной пиритовой минерализацией). Почти все дайки в центральной части рудного поля преобразованы по объёму (аргиллизированы, окварцованы), что говорит о том, что дайки служили каналами движения гидротермальных, в том числе рудогенных растворов.

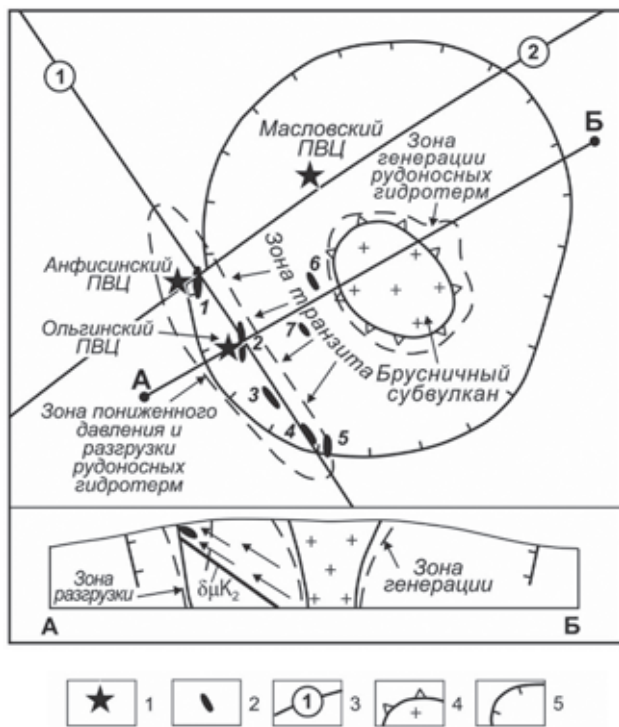


Рис. 4. Принципиальная схема образования Албазинского месторождения

1 – предполагаемые палеовулканоцентры (ПВЦ); 2 – основные рудные зоны; 3 – наиболее крупные разломы (1 – Албазинский, 2 – Ивановский); 4 – Брусничный субвулкан; 5 – границы Албазинской палеокальдеры. Для рудных зон: 1 – Анфисинская, 2 – Ольгинская, 3 – Екатерининская, 4 – Екатерининская-2, 5 – Фаридинская, 6 – Инилоханская, 7 – Водораздельная

Выносимые элементы, в том числе Au и Ag, мигрировали с гидротермальными растворами от продуцирующего магматического очага через зону транзита (рис. 4) в зоны пониженного давления и разгрузки (снизу вверх и к периферии с СВ на ЮЗ).

Основная область разгрузки и рудоотложения – интенсивно тектонически нарушенная зона Албазинского разлома, вероятно, выходящая на поверхность и поэтому характеризовавшаяся минимальным давлением. Вероятно, активная циркуляция гидротерм в этом месте была связана с существованием здесь Анфисинского и Ольгинского палеовулканоцентров (в областях современного вулканизма наиболее активная разгрузка гидротерм происходит в нижних частях склонов вулканов).

С поступлением гидротерм в зону албазинских разломов породы в значительном объеме были изменены с привнесом калия и радиоэлементов (по аэрогеофизическим данным). Сюда же мигрировали остальные элементы, в том числе золото. Наиболее благоприятными «структурными ловушками» служили субмеридиональные сколовые нарушения, сформировавшиеся как трещины отрыва в дорудное время. Эти нарушения играли, кроме того, ещё и роль физических барьеров, чему способствовала их наклонная ориентировка навстречу потоку флюидов; наличие экранирующей дайки диоритов с тем же простираем, часто размещающейся в лежачем боку разлома (рис. 4).

Масштабное промышленное оруденение в пределах Албазинского рудного поля возникло в результате исключительно благоприятного сочетания структурных, магматических, литологических и геохимических предпосылок. К ним относятся:

- структурные факторы: а) образование кальдеры, где существовали условия для длительной и интенсивной проявленности метасоматических процессов. Известно, что «кальдеры являются промышленно экономически важными местами расположения рудных месторождений и геотермальных систем, корни которых находятся в вулканоплутонической переходной зоне» [8]; б) наличие рудоконтролирующей Албазинской зоны и рудо локализирующих меридиональных нарушений;

- магматический фактор: наличие геохимически специализированных на золото интрузий гранодиоритов нижнеамурского комплекса;

- литологический фактор: наличие литологически и геохимически неоднородной толщи, благоприятной для рудоотложения (сочетание проницаемых и непроницаемых контрастных пород различного состава, углеродсодержащих пород);

- метасоматический фактор выразился в масштабном преобразовании пород на последнем этапе эволюции палеокальдеры. Благоприятные условия при метасоматозе вмещающих толщ и локализации оруденения: а) формирование крупной и длительно функционирующей гидротермальной системы, поддерживаемой магматическим очагом; б) повышенная углеродистость алевролитов, встречающихся в центральной части рудного поля. При воздействии на них изменяющихся растворов формировались углеродсодержащие флюиды, способствующие рудоотложению; в) повышенная нарушенность хрупких песчаников, что создало условия для миграции гидротерм и гидротермального рудоотложения.

Заключение. Оруденение Албазинского месторождения может быть отнесено к золото-сульфидно-кварцевой формации, золото-малосульфидному минеральному типу и, имея в виду повышенное содержание серебра и низкотемпературность оруденения, вероятно, к промежуточному типу между золото-кварцевой и вулканогенной золотосеребряной формациями. По ряду признаков (структурных, вещественных) Албазинское рудное поле аналогично рудному полю крупного месторождения Донлин Крик на Аляске и, возможно, в той же степени эродировано.

По литературным данным, для вулканических кальдер постгеосинклинальных орогенных областей характерны эпитеральные месторождения, контролируемые дуговыми, радиальными разломами и вулкано-купольными структурами [4]. Примером крупного золоторудного месторождения в кальдере является Лепанто на Филиппинах с золотым оруденением в фундаменте кальдеры. Другими примерами могут служить месторождения Аметистовое и Бараньевское [3] в кальдерах Камчатки, месторождение Купол на Чукотке в прибортовой части локальной вулканической депрессии [2].

Возможно, борт кальдеры как ограничивающая структура имел локализирующее и контролирующее значение. В качестве примеров аналогичного размещения золотого оруденения служат Кунгурцевское и Золотое месторождения (внутреннее прибортовое размещение рудных тел в Балхачской кальдере на

Камчатке), Сильвертон-Теллурид в США (в краевых кальдерных и закальдерных разломах). Пересечение зон линейных и кольцевых разломов — благоприятная структурная среда для рудоотложения [4].

Предложенная модель образования месторождения предполагает магматический источник рудного вещества и учитывает связь гидротермального эпitherмального оруденения с вулканогенными формациями. Оруденение размещается в эродированной палеовулканоструктуре на уровне её корневых частей. На Дальнем Востоке России Албазинское месторождение — единственный крупный объект подобного типа.

1. Вольский А.С., Шатков Г.А., Красный Л.И. и др. Тектоника, глубинное строение и минерагения Приамурья и сопредельных территорий. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2004. — 190 с.

2. Горячев Н.А., Волков А.В., Сидоров А.А. и др. Золотосеребряное оруденение вулканогенных поясов Северо-Востока Азии // Литосфера. 2010. № 3. — С. 36–50.

3. Константинов М.М. Золоторудные месторождения России. — М.: «Акварель», 2010. — 365 с.

4. Лаверов Н.П., Толкунов А.Е. Рудовмещающие структуры месторождений палеовулканических областей // Геологические структуры эндогенных рудных месторождений. — М.: Наука, 1978. — С. 41–68.

5. Моисеенко В.Г., Эйриш Л.В. Золоторудные месторождения Востока России. — Владивосток: Дальнаука, 1996. — 352 с.

6. Потопов Ю.И., Вихлянец В.В. и др. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Нижнеамурская. Лист N-53-XXX. — М., 1974. Объяснит. записка. — М., 1981. — 96 с.

7. Ханчук А.И., Иванов В.В. Мезо-кайнозойские геодинамические обстановки и золотое оруденение Дальне-

го Востока России // Геология и геофизика. 1999. Т. 40. № 11. — С. 1635–1645.

8. Lipman P.W. The Roots of Ash Flow Calderas in Western North America: Windows in to the Tops of Granitic Batholiths // J. of Geophys. Res. Vol. 89. — P. 8801–8841.

1. Vol'skij A.S., Shatkov G.A., Krasnyj L.I. et al. Tektonika, glubinnoe stroenie i minerageniya Priamur'ya i sopredel'nyh territorij [Tectonics, deep structure and mineralogy of Priamurye and adjacent territories]. St. Petersburg: Izd-vo VSEGEI. 2004. 190 p.

2. Goryachev N.A., Volkov A.V., Sidorov A.A. et al. Gold-silver mineralization of volcanic belts of Northeast Asia. *Litosfera*. 2010. No 3, pp. 36–50. (In Russian).

3. Konstantinov M.M. Zolotorudnye mestorozhdeniya Rossii [Gold Mineral Deposits of Russia]. Moscow: Akvarel'. 2010. 365 p.

4. Laverov N.P., Tolkunov A.E. Ore-bearing structures of deposits of paleovolcanic regions. *Geological structures of endogenous ore deposits*. Moscow: Nauka. 1978. Pp. 41–68. (In Russian).

5. Moiseenko V.G., Ehjriish L.V. Zolotorudnye mestorozhdeniya Vostoka Rossii [Gold ore deposits of the East of Russia]. Vladivostok: Dal'nauka. 1996. 352 p.

6. Potapov Yu.I., Vihlyancev V.V. et al. Geologicheskaya karta SSSR masshtaba 1 : 200 000. Seriya Nizhneamurskaya. List N-53-XXX [A geological map of the USSR at a scale of 1:200,000. The Nizhneamurskaya series. Sheet N-53-XXX]. Moscow. 1974. Ob'yasn. zapiska. Moscow. 1981. 96 p.

7. Hanchuk A.I., Ivanov V.V. Mesozoic-Cenozoic geodynamic conditions and gold mineralization of the Russian Far East. *Geology and Geophysics*. 1999. Vol. 40. No 11, pp. 1635–1645. (In Russian).

8. Lipman, P.W. 1984: The roots of ash flow calderas in Western North America: Windows in to the tops of granitic batholiths. *J. of Geophys. Res. Vol. 89*. 8801–8841.

Трушин Сергей Иванович — зам. ген. директора, АО «Полиметалл УК». Проспект Народного Ополчения, 2, Санкт-Петербург, 198216, Россия. <Trushin@polymetal.ru>

Кириллов Вадим Евгеньевич — вед. геолог, ООО «Ресурсы Албазино» АО «Полиметалл УК». Шоссе Машиностроителей, 2, Амурск, Хабаровский край, 682640, Россия. <kirillovVE@hbr.polymetal.ru>

Trushin Sergej Ivanovich — Deputy General Director, JSC Polymetal, the Russian holding company of the Group. 2 Prospect Narodnogo Opolcheniya, St. Petersburg, 198216, Russia. <Trushin@polymetal.ru>

Kirillov Vadim Evgen'evich — Leading Geologist, Albazino Resources Ltd. JSC Polymetal, the Russian holding company of the Group. 2 Shosse Mashinostroitelej, Amursk, Habarovskij kraj, 682640, Russia. <kirillovVE@hbr.polymetal.ru>