

**ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ,
МЕТОДИКА ИХ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ**

УДК 553. 411

**О РУДОПОДВОДЯЩИХ КАНАЛАХ БЛИЗПОВЕРХНОСТНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТОСЕРЕБРЯНЫХ РУД**

Е.М. НЕКРАСОВ., Л.А. ДОРОЖКИНА

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского» (ВИМС)
119017, Россия, г. Москва, Старомонетный пер., д.3; e-mail: dorojkina@vims-geo.ru*

Показано, что на многочисленных близповерхностных месторождениях золотосеребряных руд (иногда с теллуридами), развитых на Востоке России, удастся выявить рудоподводящие каналы трещинного типа. От последних начинаются пучки и серии жильно-прожилковых рудных тел или золотосодержащих метасоматитов. В тех и других устанавливаются участки с бонанцевыми содержаниями благородных металлов. Доля их запасов в сумме иногда достигает 70 %. Разведочное бурение вдоль безрудных флангов рудоподводящих каналов может выявить новые скрытые руды в интервале глубин от 100—200 до 400 м и более и пополнить запасы месторождений.

Ключевые слова: месторождение; рудоподводящее нарушение; рудные зоны; рудные тела; золото; серебро; теллуриды благородных металлов.

**ABOUT THE ORE CONDUITS AT THE NEAR-SURFACE DEPOSITS
OF GOLD-SILVER ORES**

E.M. NECRASOV, L.A. DOROZHINA

*Federal State Institution «All-Russian Scientific-Research institute of mineral resources named after N.M. Fedorovsky
119017, Russia, Moscow, Staromonetny lane, 31; e-mail: dorojkina@vims-geo.ru*

It is shown that at the rather numerous near-surface gold-silver ore deposits (sometimes with tellurides), developed in the East of Russia, the fractured ore conduits can be revealed. From them, the bundles and a series of vein-veinlet ore bodies or metasomatic gold-bearing rocks start. In both cases the areas with bonanza contents of the noble metals are established. The portion of their stocks sometimes reaches 70% in a total. Exploration drilling along the barren flanks of the ore-conducting channels can identify new ore, hidden in the depth interval from 100-200 to 400 meters or more, and replenish stocks of the deposits.

Keywords: deposit; ore conduit; ore field; ore bodies; gold; silver; tellurides.

В связи с существенным смещением разведки и эксплуатации месторождений золота в крайние восточные районы нашей страны, в пределы развития передовых околоконтинентальных вулканоплутонических поясов и систем островных вулканоплутонических дуг, проблема выявления рудоподводящих каналов может оказаться актуальной для проведения геолого-разведочных работ (ГРП).

Действительно, в этих районах процессы близповерхностного интрузивного магматизма и вулканизма были чрезвычайно сближены во времени проявления и местами чередовались, а возможные пути движения рудоносных гидротермальных потоков и образование молодых раннечетвертичных месторождений могли существенно зависеть от особенностей развития и положения рудоподводя-

ших нарушений. Естественно, от понимания подобной геологической ситуации во-многом зависят результаты ГРР.

Авторы приводят лишь краткое обобщённое и отчасти упрощённое описание результатов своей работы на примере близповерхностных месторождений Камчатки и Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (ОЧВП), местами сопоставляя приведённые данные с особенностями широко проявленных в примыкающих районах зарубежных месторождений рассматриваемого типа.

В пределах Камчатки и ОЧВП давно установлено, что близповерхностные месторождения золотосеребряных, а иногда и теллуридных руд принадлежат к месторождениям трещинного типа, которые одним из первых выделил Ф.И. Вольфсон [1]. Рудные тела их представлены линейными прожилково-жильными сульфидно-кварцевыми и кварцевыми образованиями, развитыми преимущественно в аргиллизированных и пропилитизированных вулканитах или в изменённых субвулканических — гипабиссальных интрузивных породах. Изредка рудные тела образуют зоны различных метасоматитов от кварцевого и кварц-мусковит-серицитового до кварц-хлоритового, кварц-адуляр-алунит-гидрослюдистого и карбонатного или эпидот-тремолит-карбонатного составов. Напомним также, что все наиболее молодые близповерхностные месторождения локализованы в пределах палеовулканов. Здесь месторождения формируются в эффузивно-экструзивных, жерловых и пластовых телах, иногда в проникающих в них штоках и дайках гипабиссальных интрузивных пород. Все перечисленные образования используют частью приоткрытые тектонические нарушения и в целом слагают вулканотектонические постройки (ВТП). Последние принадлежат преимущественно к двум структурно-морфологическим типам — кальдерным и вулканокупольным образованиям.

Подавляющее большинство рудных тел — секущие слоистость вулканитов и осложняющих их вулканоплутонических форм. Среди месторождений по различию морфологических черт и «рисунка» рудовмещающих нарушений обычно выделяют три типа: 1) пучки сближенных и обычно соединяющихся жильно-прожилковых тел или пучки линейно-вытянутых золотосодержащих метасоматитов, 2) одиночные жильные тела и метасоматические залежи, 3) намного реже встречающиеся трубки и воронкообразные взрывные брекчии. Наиболее часто вмещают руды окварцованные, аргиллизированные и в меньшей степени окаймляющие их пропилитизированные андезиты, базальты, иногда риолиты и пирокласты названных пород — туфы и туфобрекчии.

Как правило, обнаруживаемые пучки жильно-прожилковых рудных тел максимально прослеживаются (с перерывами) на 3—3,5 км. Местами они

сменяются участками штокверковых руд. Чаше пучки рудоносных разрывов и золотосодержащих метасоматитов характеризуются протяжённостью от нескольких сотен до 500—800 м при мощности, изменяющейся от нескольких долей метра до нескольких метров. Лишь на перегибах и сочетающихся с ними разветвлениях золотосеребряных рудных тел мощность с боковыми золотосодержащими метасоматитами и прожилками возрастает до 10—15 м, а иногда в участках обильного разветвления достигает даже 30 м и более на сравнительно непротяжённых (несколько десятков метров) интервалах. В пучках, сложенных протяжёнными рудными телами, между расходящимися граничными разрывами, жилами или прожилками, нередко возникают довольно многочисленные оперяющие их сколы и отрывы, также залечивающиеся рудами. При достаточно обильной локализации таких образований, содержания золота, включая примыкающие метасоматиты, характеризуются бо-нанцевыми содержаниями. В подобных участках и рудных столбах содержания золота вырастают до нескольких сотен грамм на тонну, а изредка измеряются несколькими килограммами металла в тонне руды. К сожалению, по вертикали и склонению подобные рудные тела прослеживаются обычно только на несколько десятков метров. Дело в том, что их контролируют исчезающие (или выпрямляющиеся) перегибы и разветвления рудовмещающих разрывов, которые постепенно обедняются сопровождающими их многочисленными прожилками, содержащими благородные металлы. Подобные ситуации наблюдаются при проявлении диагонально протягивающихся соединительных разрывов и развитых в узлах смыкания золоторудных жил и прожилков.

Обычный вертикальный размах золотосеребряного (иногда и золототеллуридного) жильного оруденения, а также и золотосодержащих метасоматитов на месторождениях колеблется от 50 до 300—400 м. Однако в отдельных стержневых жилах с сопутствующими прожилками оруденение обнаруживается непрерывно на протяжении 500—700 м. На трёх месторождениях — Сильвертон-Теллурид и Крипл-Крик в США, а также Байя-Сприе в Румынии оруденение либо приближается к вертикальному размаху в 1 км, либо несколько превышает его [3].

Главным минералом руд выступает кварц. В жильных рудах содержание рудных минералов (сульфидов, сульфосолей, теллуридов и др.) колеблется от 0,5 до 2—3 %, но местами поднимается до 10—20 %. Золото наблюдается в самородных выделениях неправильной формы, размером обычно n 10 мкм и, кроме того, присутствует в виде микропросечек и редко самостоятельных вкрапленных микрозёрен в пирите, халькопирите, блёклых рудах, галените, а также в довольно часто распрост-

ранённых теллуридах и очень редких селенидах. Для руд наиболее характерны крустификационные и коломорфнополосчатые текстуры, нередко с проявлением как бы «обволакивания» тектонических обломков изменённой породы. Часто встречаются руды брекчиевой текстуры. Руды многостадийные и их образование всегда завершается выделением кальцита и некоторых других карбонатов. Описанный комплекс минералов характерен как для жильных руд, так и для руд представленных метасоматитами.

Метасоматиты, как правило, образуют полосы брекчий, заключённых между тектоническими разрывами или, примыкают к ним с одной или обеих сторон, распространяясь на несколько метров. Разрывы в метасоматитах часто сближены, сопровождаются оперяющими трещинами и залечивающими их нередко очень мелкими (до волосовидными) прожилками.

Состав метасоматитов разнообразен. Среди дорудных, незолотоносных развиты кварцевые и пирит-кварцевые, а местами пирит-серицит-кварцевые разновидности. Метасоматиты, содержащие золото, часто характеризуются кварцевым и кварц-серицит-адуляр-гидрослюдистым, кварц-хлоритовым с адуляром, кварц-каолинит-монтмориллонит-алунитовым составами. Как правило, в метасоматитах довольно широко распространены гидрослюдистые минералы, адуляр и алунит. Поздние метасоматические образования, помимо карбонатов (преобладающего кальцита) иногда заключают эпидот и тремолит.

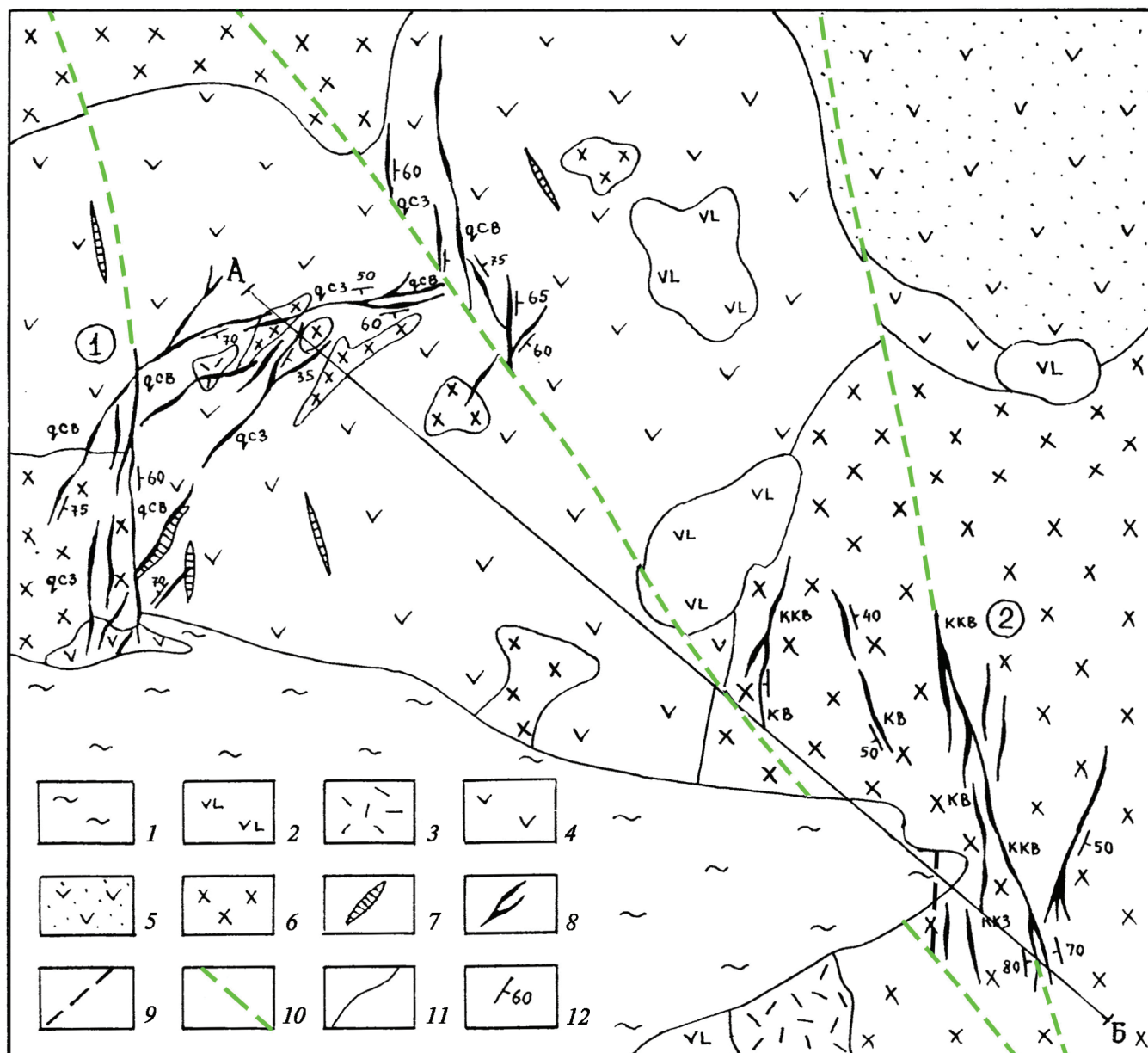
Концентрации золота характеризуются очень широким диапазоном. Рядовые жильные и метасоматические руды содержат золото от нескольких долей до нескольких десятков граммов на тонну и более. Особенностью близповерхностных руд является нередко наложение мелких и мельчайших прожилков существенно сульфидно-кварцевого состава с довольно обильными золотинками, чешуйками, плёнками и золотосодержащими рудными минералами, теллуридами золота и серебра в прожилках и боковых метасоматитах. Изредка встречаются участки с тонкой вкрапленностью сульфидов, теллуридов и золота, а также с волосовидными сульфидно-золотоносными прожилками в метасоматитах. Напомним, что такие участки жильных и метасоматических руд характеризуются бонанцевыми содержаниями золота, достигающими от нескольких сотен грамм до нескольких килограмм металла в тонне руды. Чаше объём таких руд сравнительно небольшой, ограниченный в плане и в вертикальном направлении преимущественно первыми десятками метров. Естественно, такие руды резко увеличивают запасы металла на месторождении. Нередко золото в столбах составляет до 70 % запасов. Подмечено, что расстояние между подобными богатыми участками в одной рудной зоне, включая золоторудные столбы, чаще составляет от 50—150 до 300—500 м [2].

На близповерхностных, как и на прочих месторождениях, в дорудные этапы подготовки трещинной структуры возникают и сохраняются «сухими» некоторые из разрывов, как об этом недавно напомнили авторы настоящей статьи [3, 4]. Упомянутые разрывы остаются таковыми, не развиваясь в течение может быть даже нескольких этапов трещинообразования, не сопровождавшихся появлением на их уровне минерализованных растворов. Однако в отличие от более глубоких месторождений формирование близповерхностных золотосеребряных месторождений, а также их участков с теллуридными рудами происходит сравнительно быстро и кратко, сразу же в период или вслед за трещинообразованием, с которым синхронно протекают рудоносные гидротермальные потоки.

Если «сухие» трещины успевают экранироваться дорудными (существенно кварцевыми) метасоматитами или «закрываются» иными способами и стенки смыкаются, а на глубине из-за краткого периода развития и вязкости сохраняются микрополости, подобные «корни» оказываются доступными для поступающих перегретых и находящихся под сильнейшим давлением флюидов, содержащих элементы гидротермального золотосодержащего раствора. В результате от корневой части таких нарушений поднимается к палеоповерхности поток гидротермального раствора. Именно он заполняет любую систему разрывов, связанных на верхних уровнях с ранее «сухими» трещинами, трансформирующимися в рудоподводящие каналы.

Действительно, такая ситуация могла сложиться на ряде близповерхностных месторождений, например Родниковом и Вилютинском, Оганчинском, Агинском и других на Камчатке, наконец, на Карамкене и Джульетте, а за рубежом — на месторождениях Марта-Хилл (Новая Зеландия), Хишикари, Накасэ и других на Японских о-вах.

Так, на Родниковом и Вилютинском месторождениях (рис. 1) в пределах Верхнепаратунского рудного узла подобные рудоподводящие каналы оказались представленными сравнительно мощными разрывами северо-западного — меридионального направления. Это «живые» нарушения. Их южные фланги являлись открытыми и доступными для поднявшихся гидротермальных растворов и подверглись оруденению, как и отделившаяся от них система субмеридиональных оперяющих сколов. Примечательно, что жильное оруденение в последних по мере удаления от «питающего» рудоподводящего канала постепенно сокращается по мощности и обедняется благородными металлами [9]. Постепенно сходит на нет и оруденение в самом канале, и исчезают боковые рудные тела, связанные со сколовыми нарушениями. На Вилютинском месторождении оруденение в боковых оперяющих сколах также сопровождается только оруденелый южный фланг субмеридионального разлома



СЗ

Разрез по линии А—Б

ЮВ

Рис. 1. Геолого-структурная схема фрагмента ещё недостаточно разведанного Верхнепаратунского узла, Вилучинского (1) и Родниково-го месторождений (2) [9]; масштаб условный: 1 – среднечетвертичные игнимбриты дацитового состава; 2–3 – позднемiocен-плиоценовая базальт-андезит-дацит-риолитовая формация: 2 – андезитобазальты, андезиты, их туфы, агглютинаты; 3 – субвулканические тела дацитов, риодацитов, риолитов; 4–7 – миоценовая андезит-диоритовая формация: 4 – андезиты и их туфы, 5 – туфы андезитобазальтового, андезитового составов, андезитобазальты, андезиты, 6 – интрузивы диоритов, диоритовых порфиритов, габбро-диоритов, 7 – дайки диоритовых порфиритов, андезитов; 8 – жилы кварцевые (q), кварц-карбонатные (kk), карбонатные (k) с сульфидами менее 1 % и с повышенным (до 10–15 %) количеством сульфидов (с), жилы выполнения трещин (ккв) и замещения (з); 9 – разрывные нарушения; 10 – рудоподводящие разломы; 11 – предполагаемые рудоподводящие каналы – тектонические швы; 12 – элементы залегания жил

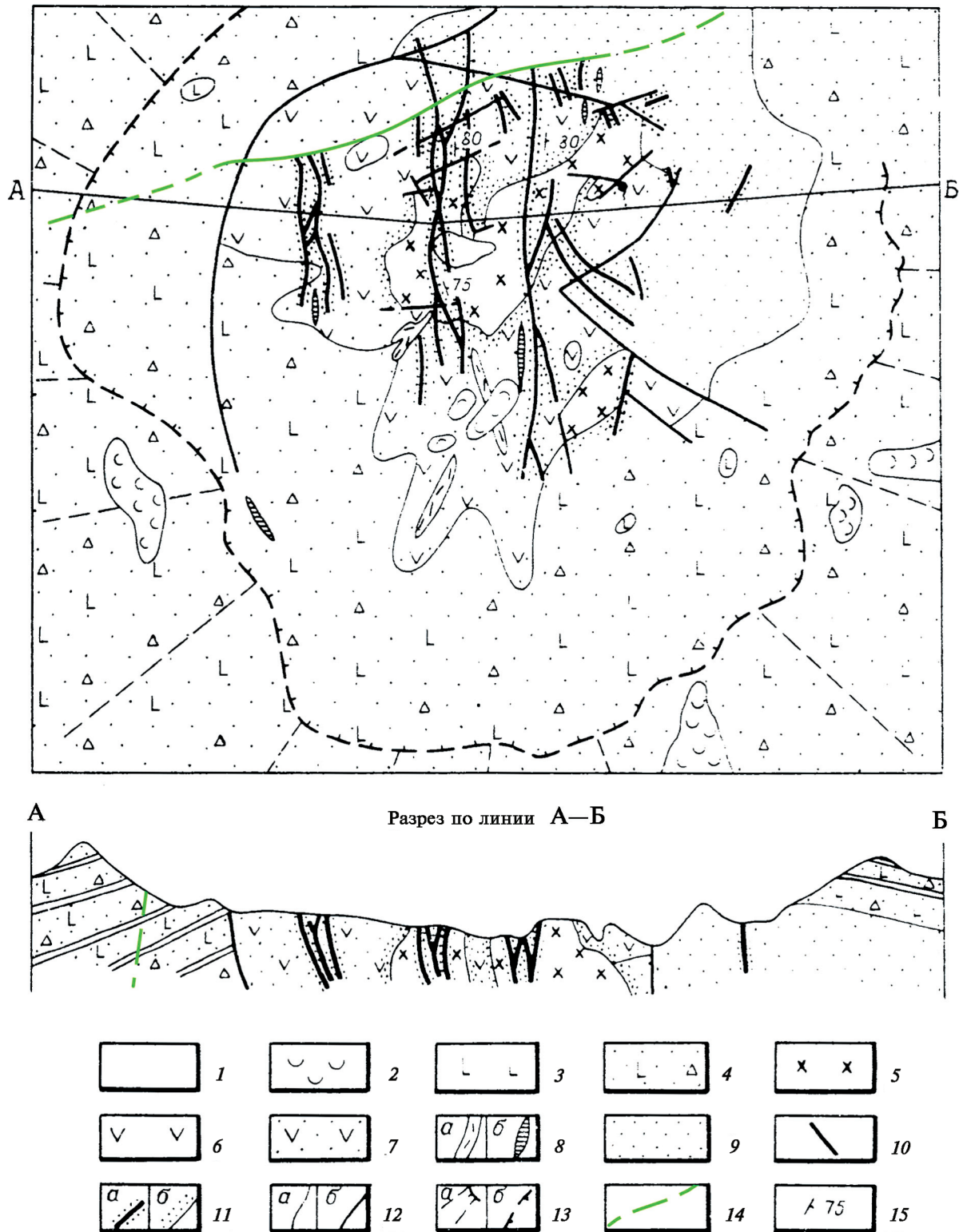


Рис. 2. Схема размещения рудных тел на недостаточно разведанном Мутновском месторождении; рудные тела отделяются и распространяются на юг от поверхности рудоподводящего тектонического канала (по материалам [2, 9] с дополнениями авторов); масштаб условный: 1–2 – четвертичные образования: 1 – рыхлые отложения, 2 – потоки раннечетвертичных базальтов; 3–4 – позднемиоцен-плиоценовая базальт-андезит-дацит-риолитовая формация: 3 – субвулканические тела и дайки базальтов, андезитобазальтов, 4 – нерасчленённые базальты, андезиты и их туфы, агломераты; 5–8 – интрузивы: 5 – диориты, 6 – субвулканические тела и дайки андезитов, 7 – андезиты и их туфы, 8 – дайки риолитов (а), базальтов, андезитов (б); 9 – нерасчленённые вулканогенно-осадочные образования; 10 – кварцевые жилы; 11 – кварц-серицитовые метасоматиты (а), роговики (б); 12 – границы геологические (а) и тектонические (б); 13 – склоны палеовулкана (а) и граница его кальдеры (б); 14 – рудоподводящий канал – тектоническое нарушение и его фланги; 15 – элементы залегания жил

(рис. 1), а боковые рудные жилы всяческого бока начинаются только от одного участка среднего рудоподводящего канала, оказавшегося доступным для растворов.

Ещё более поразительная картина открывается на северном фланге Мутновского месторождения. Оно также приурочено к кальдерной постройке почти правильной округлой формы. Поперечник её превышает 3 км (рис. 2). Кальдера заполнена миоцен-плиоценовыми базальтами и андезитами, а на южном фланге постройки — их туфами и агломератами. В северной части её они прорваны небольшим гипабиссальным штоком диоритов. Здесь в наименее эродированной части кальдеры развилась система мало- и убогосульфидно-адуляр-карбонатно-кварцевых, а также сульфидно-адуляр-кварцевых жил с пиритом, халькопиритом, блеклыми рудами, сфалеритом, галенитом и другими реже встречающимися рудными минералами. Самородное золото локализуется в кварце. Наряду с ним развиты теллуриды золота и серебра.

Система жил различной протяжённости насчитывает почти 100 единиц. В центральной части среди полосы рядовых жил мощностью около 1 м локализовались 2—3 наиболее мощные стволовые жилы. Главной выступает жила Определяющая, мощность которой местами в раздувах на перегибах достигает 5—6 м. Такие плавные перегибы и в других рудовмещающих нарушениях довольно закономерно проявлены через 200—300 м. При этом они сочетаются с отделяющимися от разрывов многочисленными боковыми оперяющими сколами север—северо-западной и северо-западной ориентировок. Они также залечены и превращены в однотипные рудные жилы и прожилковые зоны. Развитие трещиноватости, гнёзд и прожилков между отделяющимися боковыми нарушениями, как правило, сопровождается увеличением содержания золота в 2—3 раза и более.

Однако главной особенностью месторождения является присутствие слабо проявленной на поверхности, частично залеченной редкими желваками и прожилками кварца субширотной зоны (рис. 2). Почти все рядовые рудные жилы и прожилки начинаются от этого нарушения, имея золотосульфидно-кварцевый состав. Правда, содержания золота невысокие, обычно нескольких граммов на тонну руды при сравнительно высоких значениях количества серебра (до 100—150 г/т и более). Содержание цветных металлов в сумме также высокое для месторождений рассматриваемого типа — 3—5 % [9]. По мере удаления от субширотной зоны количества как благородных металлов, так и цветных постепенно снижаются, а маломощные жилы местами сменяются прожилками или вовсе исчезают. Аналогичная ситуация наблюдается и с жильно-прожилковым оруденением в оперяющих сколах. Всё изложенное заставляет считать, что в

южном направлении, при удалении от питающей субпоперечной зоны, происходило обеднение рудоносных растворов. Предполагается, что они явно поступали из более глубоких уровней указанной поперечной зоны, которая выполняла роль рудоподводящего нарушения-канала. Изложенные факты подтверждаются на примере и стволовых жил, прослеженных от поперечной зоны-канала более чем на 2 км. В них также сокращается концентрация золота (за счёт убывания числа включений самородных золотинок и теллуридов в кварце, а также, видимо, за счет сокращения содержаний золотосодержащих пирита, блёклых руд и халькопирита). Южные фланги стволовых жил почти всюду кварц-кальцитовые и содержат совершенно небольшую долю рудных минералов. Мощности рудных образований убывают, и они выклиниваются в агломератах и туфах базальтов. При наличии одиночных мелких жил, обнаруженных в восточной части месторождения, описанная ситуация позволяет считать почти подтверждённым, что в период оруденения субширотная зона, протягивающаяся вдоль северной границы месторождения, служила рудоподводящим каналом.

В отличие от рассмотренных выше золоторудные тела другого северокамчатского месторождения — Озёрновского, представлены мощными метасоматитами. Оно приурочено, по-видимому, к вулканокуполу, ядерная часть которого сложена четвертичными андезитами (иногда базальтами), а также обрамляющими их туфами. Поперечник постройки, скорее всего, превышает 5—6 км. Кое-где названные покровные вулканы прорваны мелкими, видимо, жерловыми телами базальтов, андезитов и гипабиссальных диоритов.

На месторождении удалось проследить брекчированную зону небольшой мощности, непрерывно пересекающую центральную часть описываемой постройки с северо-востока на юго-запад. Она как бы делит месторождение на две части. Юго-восточная вмещает львиную долю золотосеребро-теллуридного оруденения. Оно развито в мощных (изредка до 120 м) субпараллельных зонах метасоматитов северо-западного простирания, компанующихся в три участка (рис. 3), названных (с юга на север) БАМ или Бамский (I), Промежуточный (II) и Хомут (III). Протяжённость первого превышает 8 км, но разведанное оруденение локализуется в существенно меньшем интервале (около 1200 м), примыкающему к поперечному северо-восточному нарушению. Аналогичная ситуация характеризует и два других участка, расположенных параллельно Бамскому, но сложенных менее протяженными зонами оруденелых метасоматитов (рис. 3).

По сведениям, приведённым Ю.М. Щепотьевым [9], И.Д. Петренко [6], а в последнее время обобщённым М.М. Константиновым [2], руды развильсь среди площадных аргиллизитов (сменяю-

щихся пропилитами), в которые были преобразованы четвертичные туфы андезитов палеовулкана. В аргиллизитах по тектоническим нарушениям сформировалась система зон вторичных кварцитов, в каждой из которых образовались жильобразные тела с прихотливо изменяющейся мощностью от 6—10 до нескольких десятков метров. Вторичные кварциты сложены комплексами метасоматитов. Среди них существенно преобладают дорудные кварцевые, которым подчинены золотосодержащие кварц-серицитовые, кварц-диккитовые и

кварц-адуляр-каолинитовые, а также кварц-адуляр-монтмориллонит-гидрослюдистые комплексы.

Вблизи северо-восточного нарушения, которое, по-видимому, выступало рудоподводящим каналом, в зонах метасоматитов резко преобладают теллуриды золота и серебра. В юго-восточном направлении, по мере удаления от канала, они постепенно сменяются самородным золотом (с золотишками до 50—60 мкм в поперечнике) и незолотоносным голдфилдитом. Последний на фланге зон начинает преобладать, и оруденение сильно обедняется.

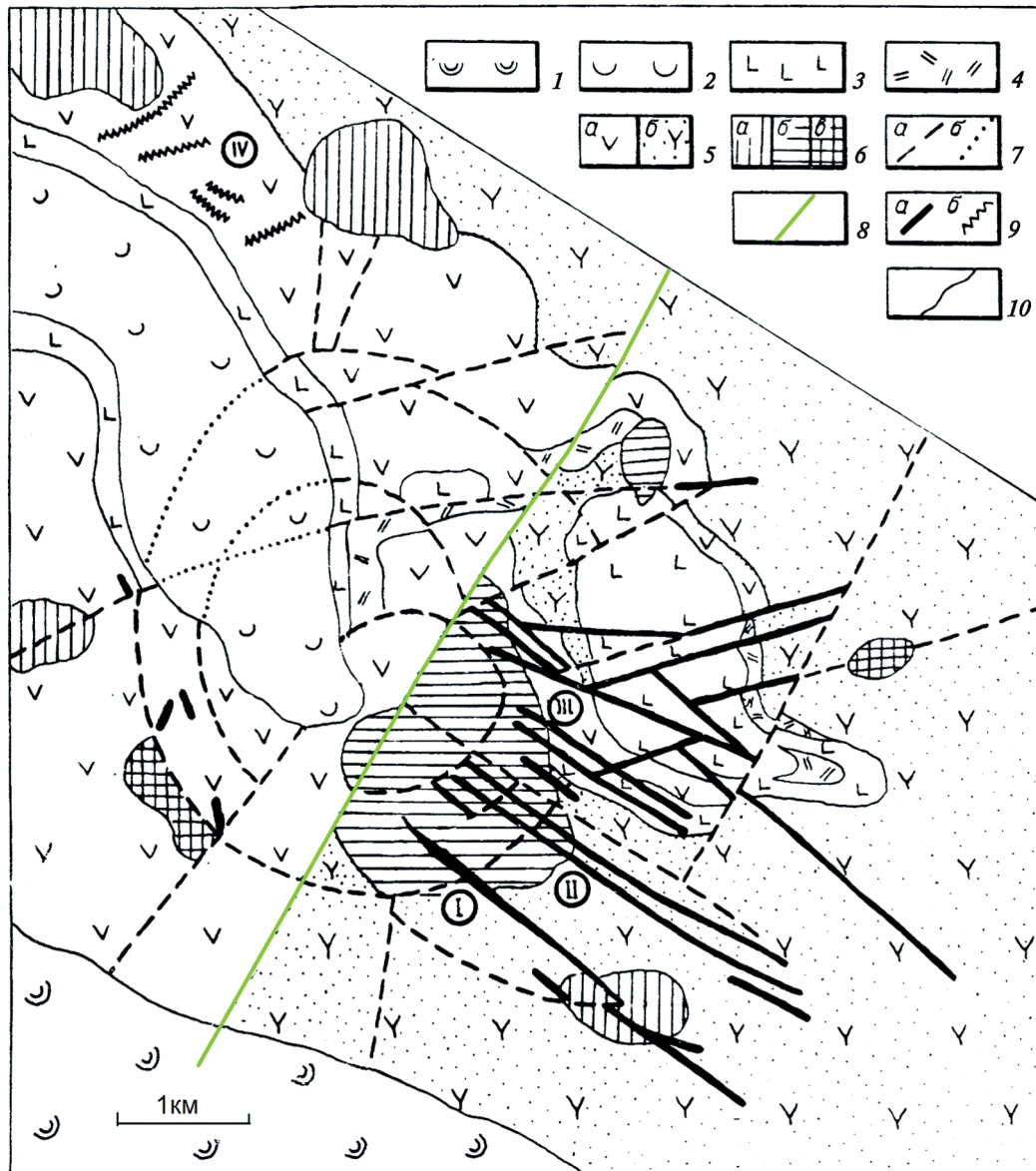


Рис. 3. Строение Озерновского месторождения (по материалам [2, 9], с дополнениями авторов); I—IV отдельные участки месторождения: I — Бамский, II — Промежуточный, III — Хомут, IV — Прометей; 1 — позднечетвертичные базальты; 2 — раннечетвертичные базальты; 3—6 — неогеновые образования: 3 — базальты, андезито-базальты, реже их туфы и туфобрекчии, 4 — андезиты, дациты с прослоями туфов средне-кислого состава, 5 — андезиты (a) и их туфы (b), 6 — субвулканические тела базальтов, андезито-базальтов, андезитов (a), диоритовых порфиритов и диоритов (b), дацитов (c); 7 — разрывы: прослеженные (a), перекрытые четвертичными отложениями (b); 8 — рудоподводящий канал — тектоническое нарушение и его фланги; 9 — метасоматиты вторичных кварцитов, рудоносные на значительных интервалах (a) и кварцевые жилы (b); 10 — геологические границы

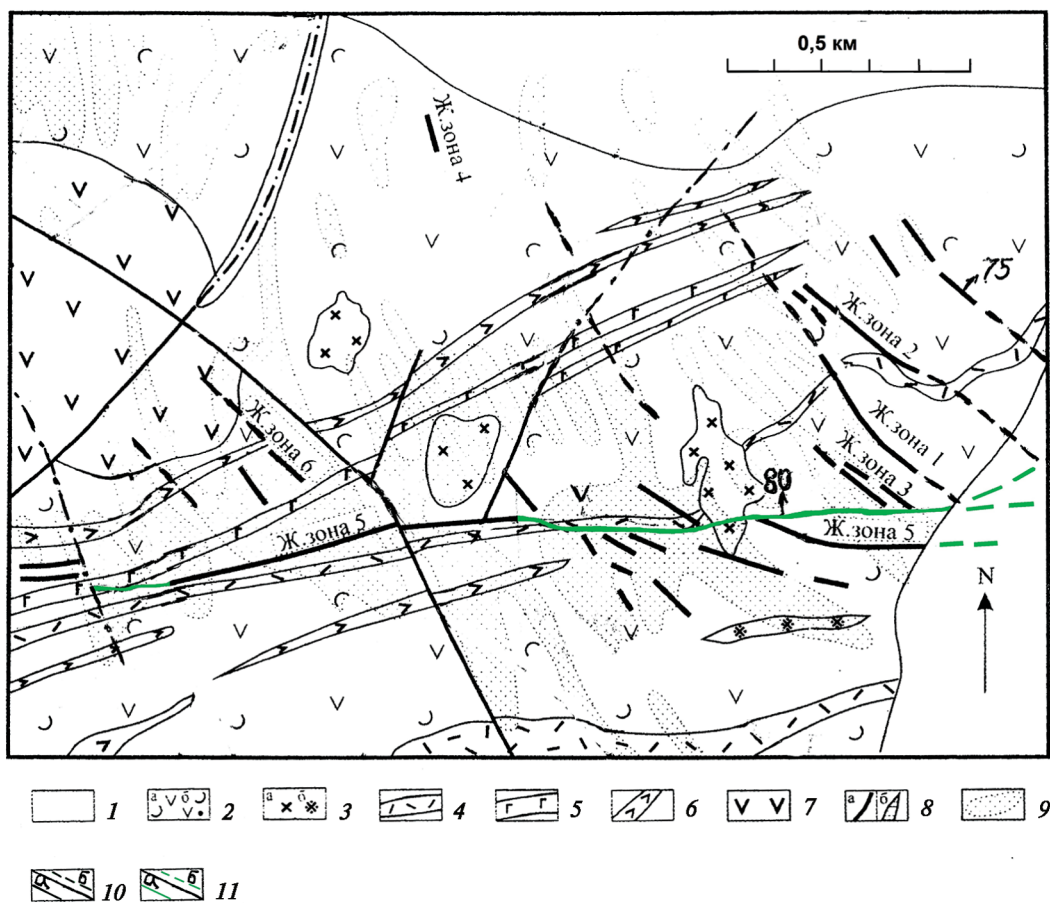


Рис. 4. Схема золотосеребряного (с теллуридами) месторождения Джульетта (на поверхности западная часть рудоподводящего канала залечена сравнительно богатой жилой № 5). 1, 2, 3, 4, 6 — зоны (по материалам [2, 7]); 1 — четвертичные аллювиальные и ледниковые отложения; 2 — раннемеловые андезиты (а) и их туфы (б); 3 — раннемеловые штоки кварцевых диоритов (а) и диоритовых порфиров (б); 4–6: раннемеловые дайки: 4 — риолитов; 5 — риодацитов; 6 — дацитов; 7 — субвулканические андезиты; 8 — рудные тела: жильные зоны (а) и зоны минерализации (б); 9 — вторичные ореолы рассеяния золота; 10 — разломы прослеженные (а), перекрытые четвертичными отложениями (б); 11 — рудоподводящий канал, прослеженный (а), восточное продолжение рудоподводящего тектонического нарушения (б)

Тектонические швы, развитые в центральных частях метасоматических зон и контролирующие их, существенно сближены, нередко соединяются и разветвляются, а также оперяются оруденелыми сколовыми и, возможно, отрывными трещинами. В результате в пределах описанных участков широко развиваются желваки, мелкие гнёзда, прожилки золотоносного кварца (вплоть до волосовидных), а также золотоносные комплексы метасоматических пород. Содержания золота поднимаются до бонанцевых. Максимально отмечены содержания благородного металла до 876 г/т, а в одном рудном столбе — 1530 г/т. К сожалению, подобная обстановка прослеживается от поперечного нарушения на протяжении 700–800 м, а далее на юго-восток оруденение, сохраняясь, существенно обедняется благородными металлами. Установлено, что на глубину оно максимально прослеживается на 450–500 м, но обычно — меньше.

Значительная протяжённость метасоматитов на Бамском участке, отчасти — на Промежуточном и

недоразведанность их юго-восточных флангов позволяет перспективно рассматривать описываемое месторождение. Как и на предыдущих объектах, существенную роль в локализации оруденения сыграло рудоподводящее нарушение. Его сравнительно глубокие корни выступали в качестве канала, питающего гидротермальными растворами отходящие от него тектонические швы. В связи с этим участки, расположенные северо-восточнее метасоматитов и в других местах, могут быть доразведаны, хотя бы до глубин около 400 м. Интересным примером могут служить также некоторые месторождения, локализованные в Охотско-Чукотском вулканогенном поясе (ОЧВП), — Джульетта, отработанный вблизи Магадана Карамкен (рис. 5), а также многие другие. Названные месторождения расположены ближе к юго-западному флангу протяжённого пояса, распространяющегося на северо-восток от Амура вплоть до Чукотки полосой в 100–300 км вдоль побережья Охотского и отчасти Чукотского и Берингового морей. В

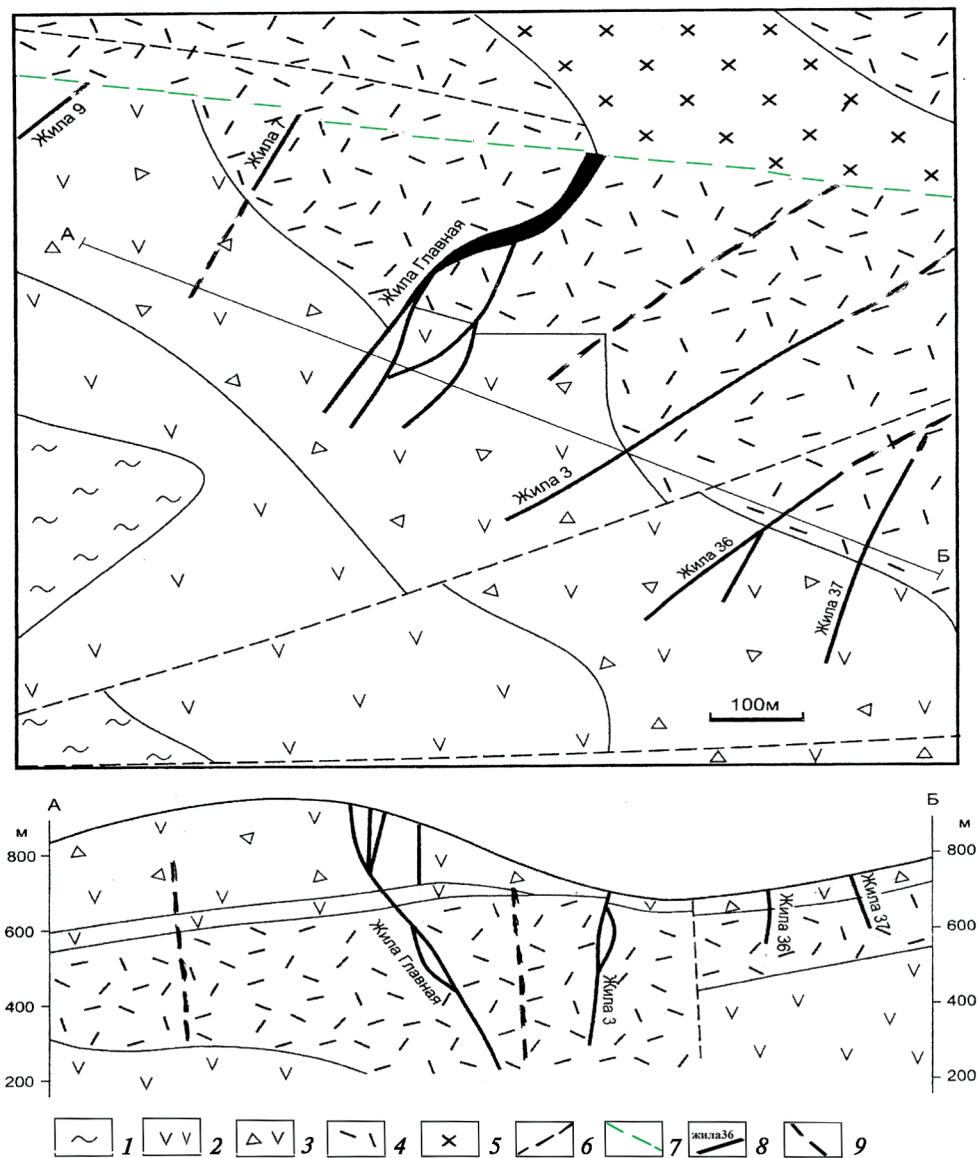


Рис. 5. Схема и разрез по линии А – Б золотосеребряного месторождения Карамкен. (по материалам [8]); 1 – верхнемеловые игнимбриты и туфы риолитов, андезито-базальтов; 2 – нижнемеловые туфы риодацитов, андезиты; 3 – раннемеловые лавобрекчии андезитов; 4 – позднемеловые субвулканические дациты, риолиты; 5 – позднемеловые диориты; 6 – разломы; 7 – рудоподводящий Карамкенский разлом; 8 – рудные тела и их обозначения; 9 – предполагаемые слепые рудные тела

пределах этой обширной территории, протягивающейся более чем на 2500 км, развиты разнообразные вулканиты и интрузивы мелового и палеогенового возрастов.

На месторождении Джульетта главное рудное тело (жила 5), развитое в нижнемеловых андезитах, прослеживается в западной части на протяжении 900 м в мощной (местами почти 100 м) широтной тектонической зоне-брекчии березитов вдоль контакта дайкообразного штока кварцевых диоритов (рис. 4). В центральной части оно проникает в диориты, трансформируется в маломощное слабо минерализованное нарушение с сомкнутыми бортами, которое протягивается на восток ещё на 1,5 км

[7]. На всём этом интервале в северном и южном бортах оно сопровождается сериями северо-западных жил золотосеребряных руд, иногда с теллуридами. Разведочное бурение показало, что на глубине недалеко от широтного тектонического шва проявлены также слепые рудные жилы с прихотливо изменяющимся содержанием золота. Основные его запасы сосредоточены в малообъёмных рудных столбах. Доля их на месторождении достигает 70–80 %. Авторы не сомневаются в рудоподводящей роли широтного нарушения, наиболее открытого и оруденелого на западном фланге.

Другое месторождение — Карамкен тяготеет к одному из широтных разломов — звеньев про-

тяжённого пояса региональных разломов. Он сопровождает подвижную юго-восточную границу азиатской континентальной плиты. Разлом, который можно назвать Аганским [8], определяет южную границу депрессионной вулканотектонической постройки. К крайнему восточному углу её приурочено месторождение Карамкен. Как и у прочих разломов, вдоль него севернее (около 1 км) проявился Карамкенский разлом-сателлит также субширотного направления. По-видимому, он обладает встречным южным падением. Очевидно, на сравнительно небольшой глубине он сочленяется с региональным Аганским нарушением.

Месторождение Карамкен вытягивается вдоль одноимённого разлома, размещаясь в его висячем (борту) боку (рис 5). Пространственно оно связано с жерловым телом позднемеловых дацитов, которое в верхней части, наподобие «гриба» трансформировалось в силлообразные пластовые образования, залегающие между перекрывающими лавобрекчиями андезитов раннемелового возраста и подстилающими туфами нижнего мела.

Оруденение локализовано в породах жерловой фации и силлов дацитов. Представлено оно жильными телами, приуроченными к системе северо-восточных трещинных нарушений, отделяющихся от поверхности Карамкенского разлома. Они постепенно затухают по мере удаления от разлома в юго-западном направлении.

Наиболее промышленно важной (70 % запасов металлов) является жила Главная (рис. 5). Она представлена несколькими сближенными оруденелыми разрывами, расщепляющимися на ветви и вновь сливающимися воедино и соединяющимися диагональными сколовыми трещинами. Жилы сопровождаются боковыми сколами-апофизами преимущественно субмеридионального направления. Вверх по восстанию большинство жил разветвляется на прожилки. Мощность рудной зоны, объединяющей указанное образование, вблизи разлома колеблется от 12 до 20 м. Примерно в 300 м южнее зона веерообразно расщепляется в плане и в виде самостоятельных рудоносных ветвей постепенно затухает через 200—250 м. Примечательно, что оруденение Главной жилы на сопряжении с разломом распространяется также и в его коротких полостях, обнаруживаемых на глубинах до 300—400 м от поверхности.

На расстоянии от 100 до 250 м одна от другой, вдоль Карамкенского разлома распространяются ещё 5—7 одиночных (считая слепые) рудных жил меньшей протяжённости (рис. 5). Мощность отдельных жил, включая жилы Главной зоны, не превышает 0,1—0,5 м. При этом «западные» жилы непосредственно отделяются от разлома, а «восточные» (относительно Главной) — постепенно затухают, не достигая его. Местами они проявляются вблизи разлома в виде прерывистых притёртых (с трудом картируе-

мых) тектонических поверхностей, хотя глубокие выработки подтверждают их сочленение.

Оруденение, видимо, развивалось в течение двух фаз. Первоначально на участках будущих рудных жил развились протяжённые линейные тела метасоматитов хлоритового и карбонат-хлоритового, каолинит-алунит-кварцевого, а несколько глубже — адуляр-кварцевого состава. Они обладают небольшими мощностями. Именно на них были наложены кварцевые руды (рудных минералов 1 %). Сформировались адуляр-карбонат-кварцевые жилы (с боковыми апофизами), характеризующие преимущественно колломорфно-полосчатой, фестончатой, крустификационной и брекчиевой текстурами [5]. Руды золотосеребряные и представлены электроумом, кюстелитом, акантитом, самородным серебром, пираргиритом, пруститом, а также сульфидами и сульфосолями цветных металлов. Основная доля руд локализована в чередующихся столбах, вытягивающихся на глубину (рис. 5) и склоняющихся в юго-западном направлении. Столбы приурочены к разветвлениям жил на их перегибах. На примере Главной жилы протяжённость их достигает 120—250 м при мощности до 3—5 м. Максимальные содержания в них достигали: золота 240 г/т и серебра 2,5 кг/т. Столбы были прослежены до глубины 400 м от поверхности. В целом вертикальный размах оруденения составил около 600 м.

Отделение рудоносных разрывов и жил от разлома (который местами также вмещает руду), максимальная сосредоточенность руд у поверхности разлома и их постепенное затухание по удалению от него, по мнению авторов, свидетельствует, что в период оруденения Карамкенский разлом выполнял роль рудоподводящего канала. По ряду предположений вдоль висячего бока разлома возможно обнаружение новых слепых рудных тел. Это подтверждается единичными разведочными скважинами, местами пересекавшими жильные образования с содержанием золота до 40 г/т.

Описание отечественных месторождений, в пределах которых намечаются рудоподводящие нарушения, можно было бы продолжить. Так, в [4] авторы показали роль рудоподводящего канала (Широтного разлома) в локализации оруденения на Павликовском месторождении (юго-западная часть Колымо-Чукотской провинции). Руды развились здесь в рудных зонах, отделяющихся от канала.

Для подтверждения выдвинутой гипотезы авторы считают, что будет достаточным краткое упоминание только о двух-трёх зарубежных месторождениях золота. Так, новозеландские геологи в начале прошлого века установили, что эксплуатирующаяся мощная жила Марта-Хилл (вытягивающаяся на 1,5 км) на п-ове Карамандел (Новая Зеландия) начинается вместе со своими протяжёнными (на многие сотни метров) оперяющимися её сколовыми ветвями от скрытого субмеридионального

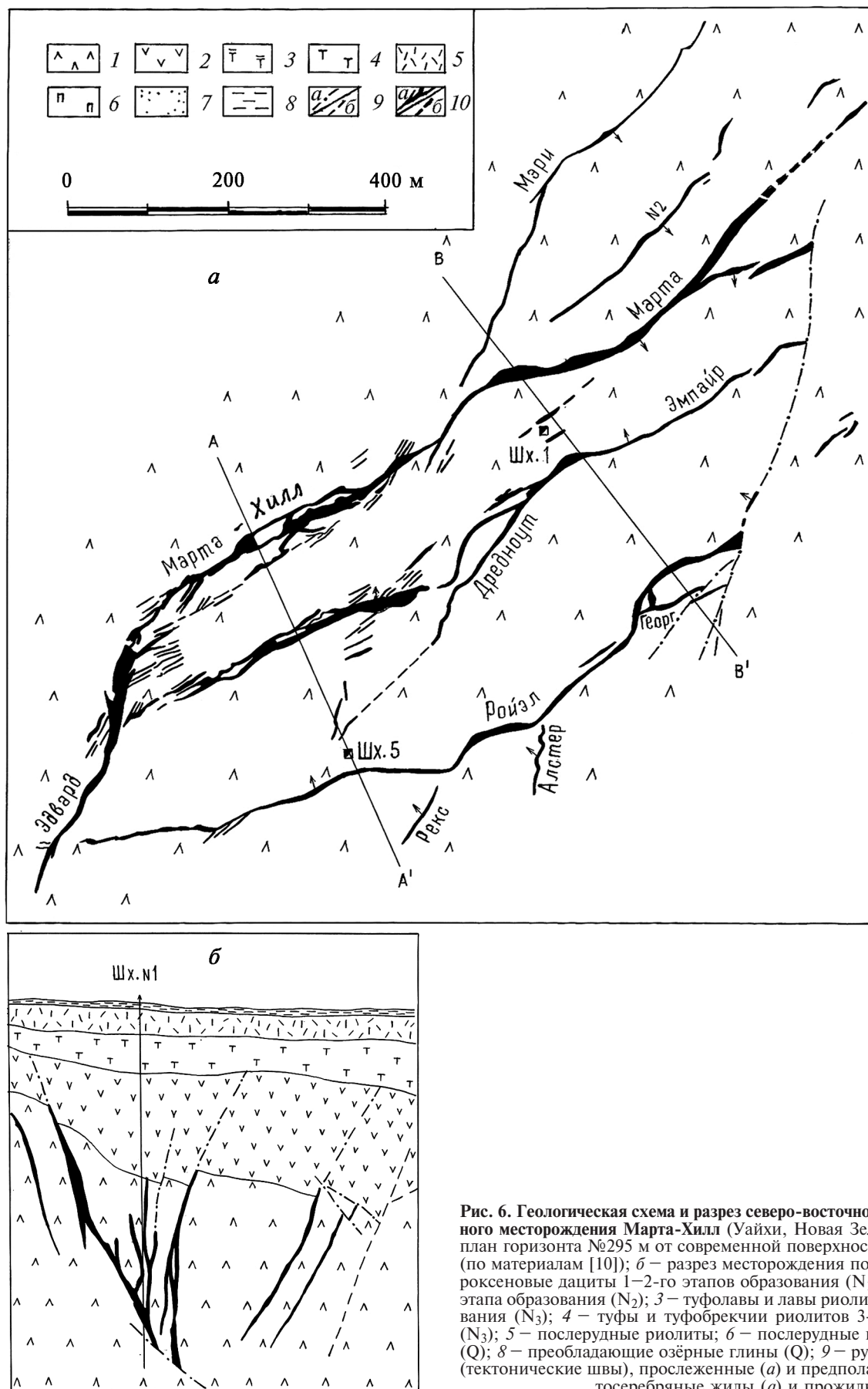
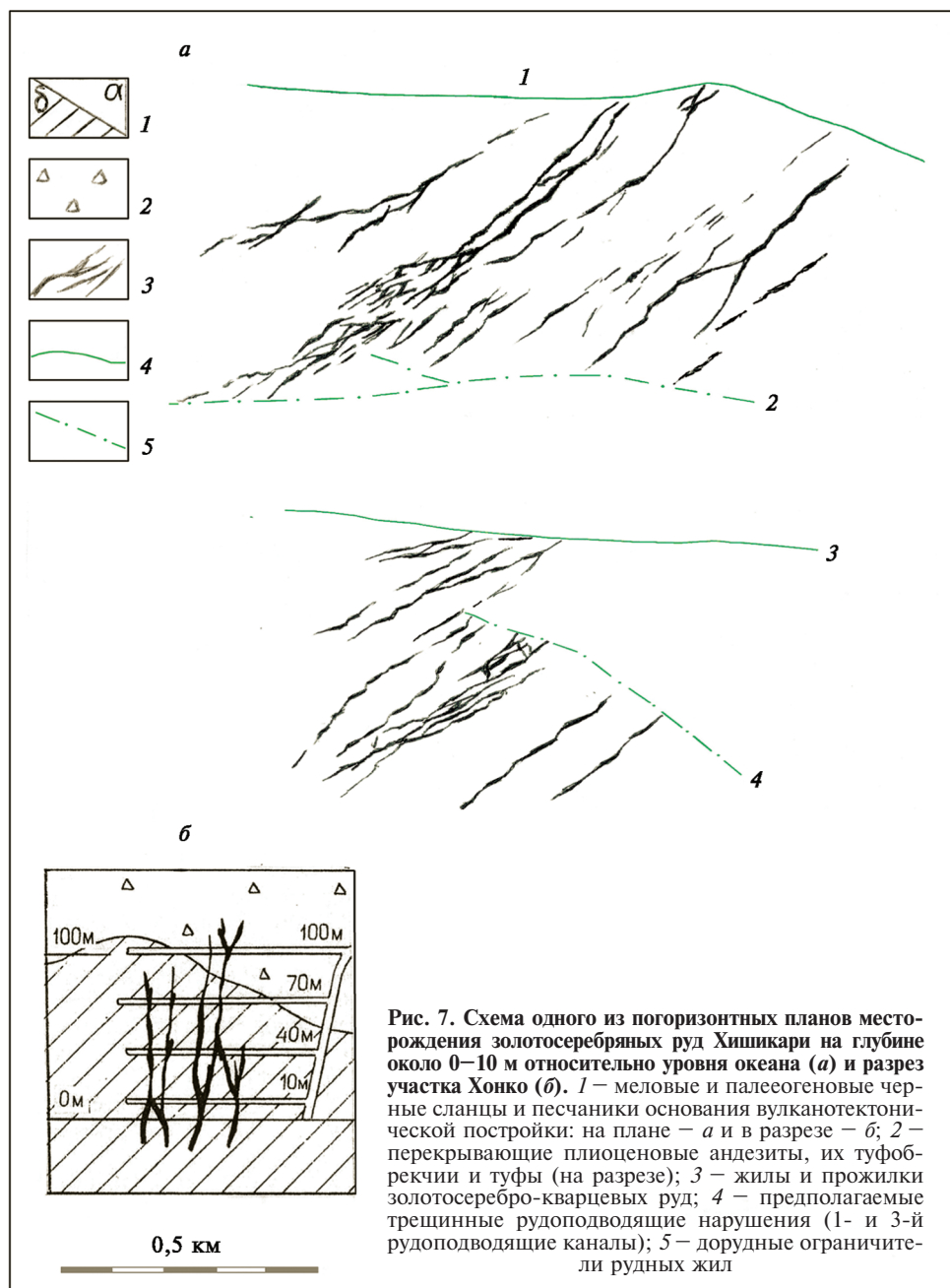


Рис. 6. Геологическая схема и разрез северо-восточной части золотосеребряного месторождения Марта-Хилл (Уайхи, Новая Зеландия): а – шахтный план горизонта №295 м от современной поверхности; Шх – стволы шахт (по материалам [10]); б – разрез месторождения по линии В–В', 1 – пироксеновые дациты 1–2-го этапов образования (N_{1-2}); 2 – андезиты 2-го этапа образования (N_2); 3 – туфолавы и лавы риолитов 3-го этапа образования (N_3); 4 – туфы и туфобрекчии риолитов 3-го этапа образования (N_3); 5 – послерудные риолиты; 6 – послерудные порфириды; 7 – пески (Q); 8 – преобладающие озёрные глины (Q); 9 – рудоподводящие каналы (тектонические швы), прослеженные (а) и предполагаемые (б); 10 – золотосеребряные жилы (а) и прожилки (б)



нарушения, которое определяет восточную границу месторождения (рис. 6). При этом выяснилось, что верхний уровень рудоподводящего канала оказался тектонически закрытым, и рудоносный раствор в рудовмещающие полости поступал из нижних уровней рудоподводящего канала.

Не менее интересным является и структура хорошо известного по литературе крупного японского месторождения золотосеребряных руд Хишикари, расположенного в северной части о. Кюсю. Месторождение (рис. 7, а) представлено двумя рудоносными участками — северным — Хонко-Санджин (Sanjin) и южным — Ямато. Оруденение почти целиком локализовано в меловых черных сланцах и песчаниках (рис. 7, б), которые местами, в

погруженных участках, локально перекрыты эоценовыми и ещё более молодыми вулканитами.

Рудоносные жилы в обеих частях месторождения начинаются своими флангами от почти прямолинейных субширотных линий, в частности, на участке Хонко-Санджин — от намечаемого нарушения 1 (рис. 7, а). При этом на северном участке в пучке разрывов северо-восточного простирания развились богатейшие прожилково-жильные руды со средним содержанием золота около 70 г/т. Постепенно в южном направлении, по мере удаления, видимо, от питающего рудоподводящего канала, содержание золота снизилось до 40 г/т. Существенно сократилось и число участков с бонанцевыми содержаниями благород-

ных металлов. Снизилась их концентрация в обогащённых частях жил.

В южной части месторождения — Ямато, предполагаемый рудоподводящий канал (нарушение 3, рис. 7, а) наиболее четко проявился в своей северо-западной части. Здесь в пучке разрывов северо-восточного и субширотного простираний наблюдались только отдельные «всплески» богатого оруденения. В целом же на участке Ямато оказались развиты рядовые руды золотосеребряного типа.

Заключение

Обзор структуры золоторудных месторождений показал, что наиболее тесной пространственной связью с рудоподводящими каналами — трещинными разрывами, обладают близповерхностные месторождения руд золота, серебра, а иногда и теллуридов. Сами рудоподводящие каналы на верхних уровнях палеоповерхности являются скрытыми нарушениями, часто с сомкнутыми стенками и перекристаллизованными боковыми породами. Только кое-где следы каналов проявляются одиночными кварцевыми включениями, гнёздами и прожилками. В связи с этим каналы плохо поддаются диагностированию. В результате отсутствие или слабое проявление подновления обуславливает и их закрытость. Вместе с тем проявление экранирующего эффекта ведёт к тому, что

гидротермальные растворы, достигавшие корней, перемещались на сравнительно глубоких или средних уровнях. Они свободно поступали в трещины, которые остались достаточно открытыми на этих глубинах. Вблизи них растворы поступали в разрывы наиболее интенсивно. Будучи экранированными растворы быстро раскристаллизовывались и залечивали раскрытые трещины с образованием богатых руд.

На планах трещинных структур месторождений скрытые рудоподводящие каналы выглядят условно прямыми линиями, выявляемыми по присутствию отдельных включений кварца, его гнёздами, жилками, от которых начинаются системы и пучки сразу нескольких рудоносных нарушений и зон, обычно заключающих сравнительно богатые руды. Иногда они не достигают десятков и сотен метров до намеченных линий рудоподводящих каналов, будучи представлены неминерализованными тектоническими нарушениями с глиной трения. В любом случае разведочное бурение, проведённое вдоль намеченных линий рудоподводящих структур (вдоль поверхностей питающих нарушений) до глубин около 400 м, может обнаружить в стороне от разведанных рудных жил скрытые на глубине новые рудные тела, которые могут пополнить запасы месторождений благородными металлами. Такие перспективные участки пока не разведаны на многих месторождениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вольфсон Ф.И. Проблемы изучения гидротермальных месторождений. М.: Госгеолтехиздат, 1953, переизд.: М.: АН СССР. 1962. 305 с.
2. Золоторудные месторождения России / Отв. ред. М.М. Константинов М.: ООО «Акварель», 2010. 349 с.
3. Некрасов Е.М., Дорожкина Л.А., Дудкин Н.В. Особенности геологии и структуры крупнейших золоторудных месторождений эндогенного класса. М.: ИПК «Астрей-центр», 2015. 191 с.
4. Некрасов Е.М., Дорожкина Л.А., Дудкин Н.В., Косовец Т.Н. Ускоренный поиск смешённых, ограниченных и магматически нарушенных золоторудных тел. М.: ООО «Золото и технологии», 2017. 65 с.
5. Некрасова А.Н., Дёмин Г.П. О соотношении золото-серебряной и олово-серебряной минерализации на вулканогенном месторождении // Геология рудных месторождений. 1977. Т. 19. № 2. С. 105–108.
6. Петренко И.Д. Золото-серебряная формация Камчатки. Петропавловск-Камчатский: Изд. СПб карт. ф-ки ВСЕГЕИ, 1999. 116 с.
7. Рыжов О.В., Стружков С.Ф., Аристов В.В., Григорьев Н.В. Геологическое строение и состав руд золото-серебряного месторождения Джульетта (Северо-Восток России). М.: Руды и металлы. 1995. № 2. С. 66–78.
8. Стружков С.Ф., Константинов М.М. Металлогения золота и серебра Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. М.: Научный мир, 2005. 318 с. Приложения.
9. Щепотьев Ю.М., Вартамян С.С., Орешин В.Ю., Гузман Б.В. Золоторудные месторождения островных дуг Тихого океана. М.: ЦНИГРИ, 1989. 244 с.
10. Шер С.Д. Металлогения золота (Северная Америка, Австралия и Океания). М.: Недра, 1972. Т. 1. 295 с.