

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ,
МЕТОДИКА ИХ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ

УДК 553.410

ГЛАВЕНСТВУЮЩАЯ РОЛЬ ПОПЕРЕЧНЫХ РАЗЛОМОВ
В РАЗМЕЩЕНИИ ПАЛЕОЗОЙСКОГО И МЕЗОКАЙНОЗОЙСКОГО
ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ

Е.М. НЕКРАСОВ, Л.А. ДОРОЖКИНА

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М.Федоровского»
119017, Россия, г. Москва, Старомонетный переулок, д.31; e-mail: dorojkina@vims-geo.ru, necrasov@ibdc.ru*

На примере ряда содержащих золоторудные объекты складчатых поясов Средней Азии, Востока России, Тихоокеанского пояса и других регионов показано, что с палеозоя главенствующую позицию в контроле размещения крупнейших золоторудных месторождений занимают системы поперечных и субпоперечных нарушений 2-го порядка, сопряжённых с продольными региональными разломами. При этом поперечные разломы закономерно возникают примерно на равном расстоянии один от другого, названном «шагом максимальных тектонических деформаций». Представляется целесообразным проводить поиски рудных месторождений преимущественно вдоль таких поперечных разрывов.

Ключевые слова: разломы; рудоконтролирующие нарушения; золоторудные месторождения; рудные тела.

PREDOMINATING ROLE OF THE TRANSVERSE FAULTS IN DISTRIBUTION
OF PALEOZOIC AND MESO-CENOZOIC GOLD MINERALIZATION

E.M. NECRASOV, L.A. DOROZHKINA

*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, necrasov@ibdc.ru*

On the example of a number of gold-ore fold belts of Central Asia, Russia's East, Pacific Rim and other regions it is shown that since the Paleozoic, the dominant position in the control of the placement of the largest gold deposits is taken by the systems of the second order transverse and sub-transverse faults, adjacent with the longitudinal regional faults. These transverse faults naturally arose at about equal distance from one another, which is called «the step of the maximum tectonic deformations.» It seems appropriate to begin the search for the mineral ore deposits along the specified transverse faults.

Keywords: fault; ore-controlling dislocation; gold deposit; ore bodies.

Древние рудокопы сравнительно рано поняли, что разыскиваемые ими руды чаще образуют скопления вдоль разломов или расположены рядом с

ними. Это заставляло проследивать такие разрывные нарушения. Но удачи были очень редкие, хотя сами разломы (иногда большой протяжённости,

названные затем главными продольными), вытягивались, не прерываясь вдоль крупнейших складок на сотни километров

Оказалось также, что в складчатых поясах от некоторых главенствующих продольных нарушений, как правило, в одну сторону от них отделяются полосы чередующихся поперечных нарушений. Они прослеживаются параллельно и непрерывно, «наподобие гребёнки или чёрных клавиш пианино». Это тоже протяжённые разломы, являющиеся разломами 2-го порядка. От продольных региональных разрывов они простираются на несколько десятков километров и более. На таком удалении многие из них, затухая на флангах, расщепляются на веер попутных оперяющих сколовых трещин, трещин-сателлитов и сопутствующих им ещё более мелких, в том числе поперечных, трещинных разрывов. Некоторые из них залечиваются рудными образованиями. В сочетании с вкрапленностью золотосодержащих минералов в ряде случаев формируются крупнейшие скопления руд и золота. Возникают крупные золоторудные месторождения, иногда месторождения-гиганты. Например, описанная ситуация характерна для Мурунтау, Наталкинского месторождения, Поркьюпайн, Янакоча, Паскуа-Лама, Майское и др.

Все крупнейшие золоторудные месторождения позднеархейского возраста размещаются вблизи главных продольных рудоконтролирующих разломов большой протяжённости. Однако с палеозойской эпохи главенствующее значение в контроле размещения крупнейших золоторудных месторождений принадлежит менее протяжённым поперечным и субпоперечным нарушениям.

Напомним, что В.М. Крейтер первым наметил [6], а Ф.И. Вольфсон [2] развил понятие главных региональных разломов и сопряжённых с ними нарушений. Названные исследователи полагали, что деформационные процессы, преодолев предел прочности пород, разряжаются с образованием разрывов. При «накоплении» напряжений ранее пластично изгибавшийся материал даже в узкой ядерной зоне крупнейших складок трансформируется в разрывы-трещины, сопровождающиеся смещением пород одного или обоих — лежащего и висящего боков разломов. При большом перемещении блоков пород они не находят надёжной опоры и расчленяются поперечными нарушениями на отдельные «блоки-бруски». Если масса каждого «блока-бруска» примерно одинакова, то сходны слагающие их породы, условия передвижения и прочее, расстояния между поперечными разломами-«разделителями» часто оказываются примерно равными. Именно так и возникают упомянутые обстановки «гребёнки», системы блоков в виде чередующихся «чёрных клавиш» и т. д.

При рудообразовании (вдоль какого-либо регионального продольного нарушения) схожие попе-

речные разломы и примыкающие к ним более мелкие трещины «раскрываются» примерно одновременно и залечиваются рудой, в том числе — золотом. Возникает полоса месторождений — золоторудный пояс.

Классическим примером считается золотоносный Кызыл-Кумский регион Западного Тянь-Шаня. Изгибаясь, он вытягивается от Аральского моря почти на 600 км в восток—юго-восточном направлении [7]. К системам поперечных разломов (сопряжённым с региональными продольными нарушениями) здесь приурочены месторождение-гигант Мурунтау. Восточнее, в средней полосе региона залегают крупное месторождение Чармитан и на восточном фланге — Джейляу, Тарор, Чоре и др. [7]. Главная особенность региона — проявление системы равномерно расположенных и равноудалённых один от другого, по сути поперечных рудоконтролирующих разломов северо-восточного направления. Отстоят они один от другого на расстоянии 50—60 км (иногда — 70 км). Полное сходство ориентировки и равноудалённости одного рудоконтролирующего поперечного разлома (2-го порядка) от другого позволили нам назвать подобную ситуацию развития разломов в регионе «шагом максимальных тектонических деформаций».

В нескольких или десятке километров от главных продольных тектонических зон размещаются десятки и сотни месторождений. В главном месторождении-гиганте Мурунтау по разным подсчётам заключено от 3500 до 4500 т рентабельно извлекаемых запасов и ресурсов золота.

Можно представить, что происходило постепенное накопление тектонических напряжений, волнообразно распространяющихся от одной заложённой поперечной зоны к другой «через минимум напряжений» между ними. В очередной этап деформации участки максимального накопления напряжений трансформировались в субпараллельные поперечные разломы.

Зоны протяжённых продольных разломов во многих золоторудных поясах на самом деле безрудные. На всём их протяжении обнаруживается всего 3—5 мелких месторождений или рудопроявлений. Основная часть промышленных месторождений тесно связана с поперечными разломами и главным образом с сетью оперяющих их сколовых нарушений. Все подобные месторождения размещены в 3—5 — 10 км и более от зон основных продольных региональных разломов.

Зоны поперечных разломов (2-го порядка) выполняют совершенно особую задачу. Главное значение их состоит в том, что от их швов отделяются не отдельные разрывы, а сеть оперяющих разломов-сколов следующего порядка (3—5-го). Преимущественно это нарушения, сопровождающиеся «своими» оперяющими сколами. Их функция иная — это рудовмещающие сколы и трещины от-

рыва с промышленными рудными телами различного морфологического облика: преимущественно крутопадающими рудными штоками и залежами, реже системами оруденелых рядовых жил.

Не менее интересная обстановка наблюдается в Центрально-Чукотском районе [1]. Западная и центральная части его представлены терригенно-карбонатными отложениями палеозойских, южная — породами более молодых андезитовой и игнимбритовой формаций, лишённых золоторудных месторождений.

С запад—северо-запада на юго-восток весь район рассечён мощным региональным Куветским разломом, играющим роль главного рудоконтролирующего нарушения, однако полностью безрудного в рассматриваемых его границах. Поперек разлома, смещая его правосторонне, развилась достаточно многочисленная и равномерно проявленная серия более поздних зон северо—восточного простирания. Они субпараллельны и расположены одна от другой на расстоянии 20—30 км (рис. 1). При этом к югу от разлома почти к любой из этих зон приурочивается несколько рядовых золоторудных месторождений. Каждое из них, тяготея к зоне конкретного поперечного разлома, в то же время непосредственно не сочленяется с нарушением. Связующим звеном служат слабо рудоносные трещинные зоны, отделяющиеся от разлома и переходящие

в разрывы с промышленным оруденением. В результате почти каждое месторождение локализуется в 1—2 км от такого разлома [3]. При этом преимущественно они тяготеют к юго-восточным швам поперечных нарушений (рис. 1).

Отмечено, что в районе только два мелких месторождения, пространственно связанные с поперечными Карпунгской и Матепнунай-Пырканаянскими зонами, размещены наиболее близко от регионального разлома, в 10—15 км на юг от него. Все остальные месторождения залегают намного южнее разлома — в 50—60 км от нарушения. Этим подчёркивается следующее.

Возможно, в период оруденения, позже развития структуры района, рудоносные растворы и флюиды, перемещаясь вдоль брекчированных и трещиноватых зон поперечных разломов, приближались к древней палеоповерхности. Здесь они рассеивались. Дальше и глубже от регионального разлома гидротермальные растворы встречали препятствия в виде новых поперечных трещинных зон, экранирующих их движение. Они способствовали торможению, изменению путей движения и разрушению растворов и образованию руд. Наиболее крупное Майское золоторудное месторождение (до 270 т металла) локализовано примерно в 30 км южнее продольного разлома, там, по мнению авторов, где в поперечных зонах возросла роль текто-

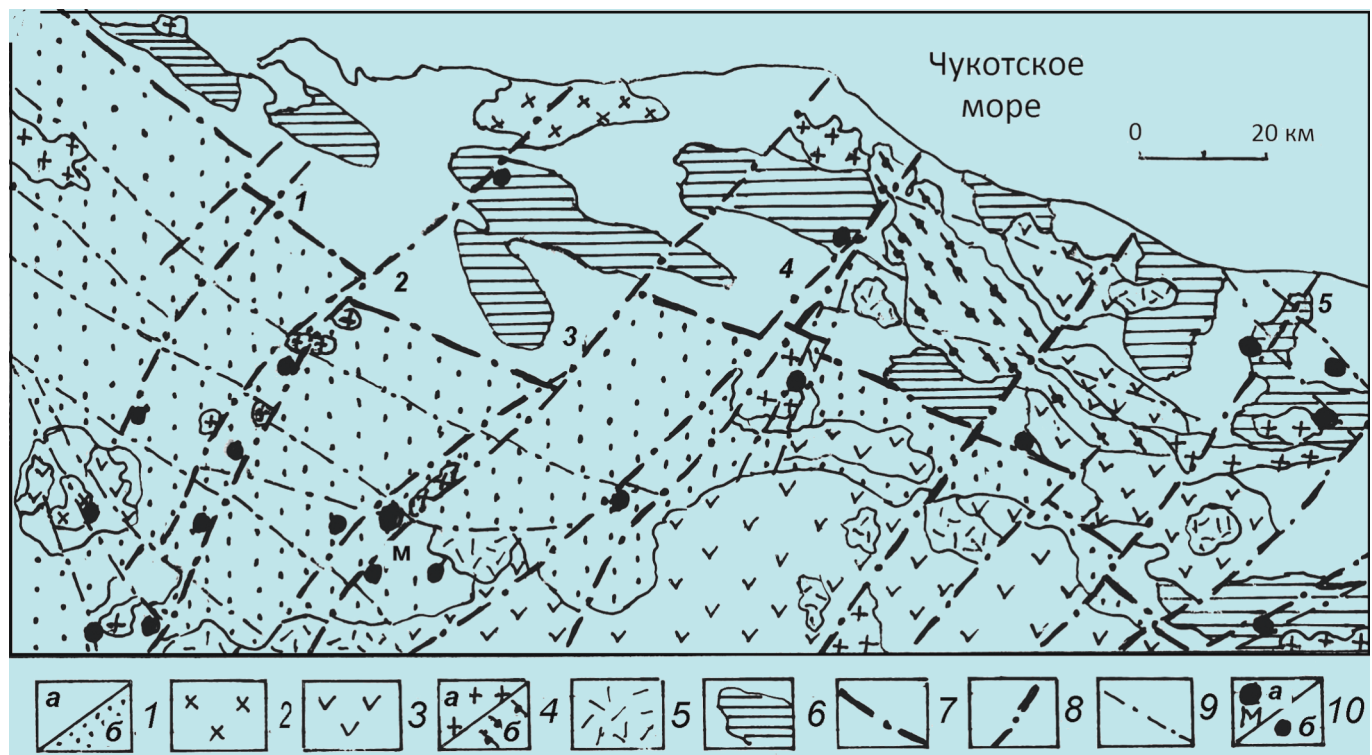


Рис. 1. Тектоническая схема Центральной Чукотки с элементами металлогении золота (по [1], несколько упрощённая): 1 — терригенные отложения мезозойских и терригенно-карбонатные отложения палеозойских; 2 — гранодиориты; 3 — породы андезитовой формации; 4 — граниты (а) и гранито-гнейсы (б); 5 — породы игнимбритовой формации; 6 — ядра палеозойских поднятий; 7 — региональный Куветский разлом глубинного заложения; 8 — поперечные рудоконтролирующие разломы второго порядка: 1 — Палянский, 2 — Карпунгский, 3 — Кукейский, 4 — Матепнунай-Пырканаянский, 5 — Рывеев-Пильхинкуульский; 9 — прочие разломы; 10 — золоторудные месторождения: а — крупнейшее Майское (М) и б — рядовые месторождения

нически нарушенной породы. Увеличилось значение тектонического раздробления пород. На территории Майского месторождения обособлению рудоносных зон жильно-прожилкового типа, кроме того, способствовало нехарактерное для района проявление нового, более молодого субширотного разрыва, местами экранирующего руды.

Таким образом, «новая» трещиноватость в районе усилила расчленённость палеозойских пород. Так, Кукунейским поперечным нарушением контролируется, в том числе и размещение, Майского месторождения. В 5 км южнее выявлено золотосеребряное месторождение Промежуточное. Кукунейская поперечная зона — наиболее мобильное нарушение в районе. Им левосторонне (в плане) смещён на 20 км Куветский региональный разлом (рис. 1). Последующее образование «новых» крупных разрывов нарушило сложившиеся пути перемещения рудоносных растворов. Вероятно, руды образовывались в «корнях» разломов умеренной протяжённости и были одномоментно осложнены образованием разрыва другой системы, вызвавшим необходимый «распад» золотосодержащих растворов. Таким образом, обнаружение древних или «новых» разрывов является предпосылкой для обнаружения руд.

Другой пример — золоторудный район Янакоча в Северном Перу. Он представляет собой как бы уменьшенную копию Центрально-Чукотского региона. В районе Янакочи роль главного продольного рудоконтролирующего нарушения играет межформационный разлом северо-западного простирания (рис. 2). Он развит в приподнятом (не менее чем на 1 км) северо-восточном секторе района с меловым известняковым комплексом. Южный и западный сектора района сложены вулканитами миоценового возраста, вмещающими основные руды золота [10].

Особенностью регионального продольного разлома является широкое проявление субпараллельных разломов-сателлитов [11]. Это самые поздние разрывы. От основной зоны разлома и его сателлитов в юго-западном направлении отделилась система поперечных разломов (2-го порядка). Они разделили район на «клавиши-блоки» (аналогично Центрально-Чукотскому региону). Система поперечных разломов плотная, они располагаются в 10—12 км один от другого (рис. 2). Вдоль каждого из них проявились мелкие (сотни метров) штоки кварцевых диоритов. С ними связаны медно-порфировые руды (от 15 до 47 млн. т руды).

Месторождение Янакоча локализовано в миоценовых пирокластах и приурочено к разлому Тападо, крайнему в системе поперечных нарушений. Разлом примыкает к сателлиту регионального продольного нарушения (рис. 2). Вдоль разлома Тападо, в 1 км северо-западнее, прослеживается параллельная зона Кинуа. Миоценовые вулканиты в зоне разломов Тападо и Кинуа прорваны многочисленными мелкими (несколько десятков метров) трубками и дайкообразными штоками кварц-дацит-диоритовых и монцонитовых пород [11]. Только разломы Тападо и Кинуа оказались пересечены дополнительной «густой» серией мелких и непротяжённых поперечных нарушений северо-западного простирания (3—5-го порядков). Они представлены узкими пучками трещин-сколов и маломощными зонами дробления, пересекающими разломы Тападо и Кинуа. В участках пересечений (часто в субвулканических штоках) развились вкрапленные энаргит-халькопирит-арсенопирит-золото-кварцевые руды — караваяобразные рудные тела с апофизами [7]. Протяжённость рудных тел — лидеров, расположенных вдоль разлома Тападо, составляет 1 км и более. Таким образом, после ограниченного проявления мелких поперечных разломов роль рудо-

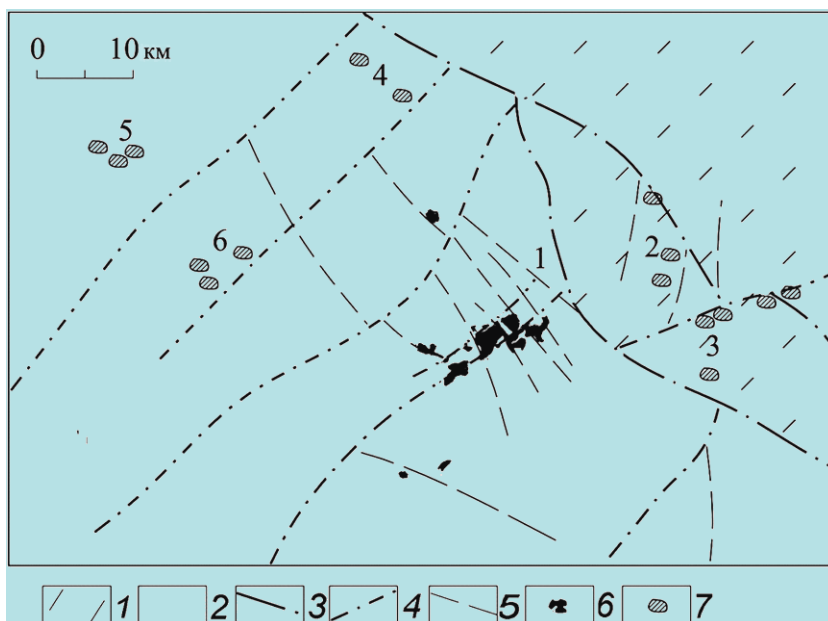


Рис. 2. Схема размещения золоторудных и золото-содержащих месторождений в районе Янакоча, Северное Перу: 1 — меловые известняки; 2 — миоценовые вулканиты; 3 — региональные рудоконтролирующие разломы; 4 — поперечные рудоконтролирующие разломы; 5 — осложняющая система молодых разрывов; 6 — рудные тела золотоэнаргитовых руд; 7 — золото-содержащие медно-порфировые рудные тела в кварц-диоритовых, андезит-диоритовых и гранит-порфировых образованиях; 8 — месторождения: 1 — Янакоча (Yanacocha), 2 — Перол (Perol), 3 — Галено (Galeno), 4 — Серро-Корона (Cerro Corona), 5 — Ла-Санха (La Sanja), 6 — Сипан (Sipan)

контролирующего элемента в регионе перешла к ним.

Ещё более интересные сведения получены после анализа золоторудных поясов Марикунга и Паскуа-Лама—Эль-Индио в Северных и Центральных Чилийских Андах, в 200—800 км на север от г. Сантьяго.

Наиболее значим непротяжённый субмеридиональный золоторудный «субпояс» Паскуа-Лама—Эль-Индио. Он является средней частью рассматриваемого объединённого золоторудного пояса [7].

Структурно-трещинная позиция золоторудных месторождений в «субпоясе» Паскуа-Лама—Эль-Индио определяется несколькими золоторудными узлами (рис. 3), расположенными на сравнительно равномерном расстоянии один от другого — около 40 км [10]. Узлы локализованы в крупном, мощном комплексе вулканитов олигоцена — среднего миоцена. В целом весь объединяемый пояс (Марикунга, Паскуа-Лама—Эль-Индио и южный узел Лос-Пеламбрес) контролируется структурной «связкой» двух близко расположенных и местами

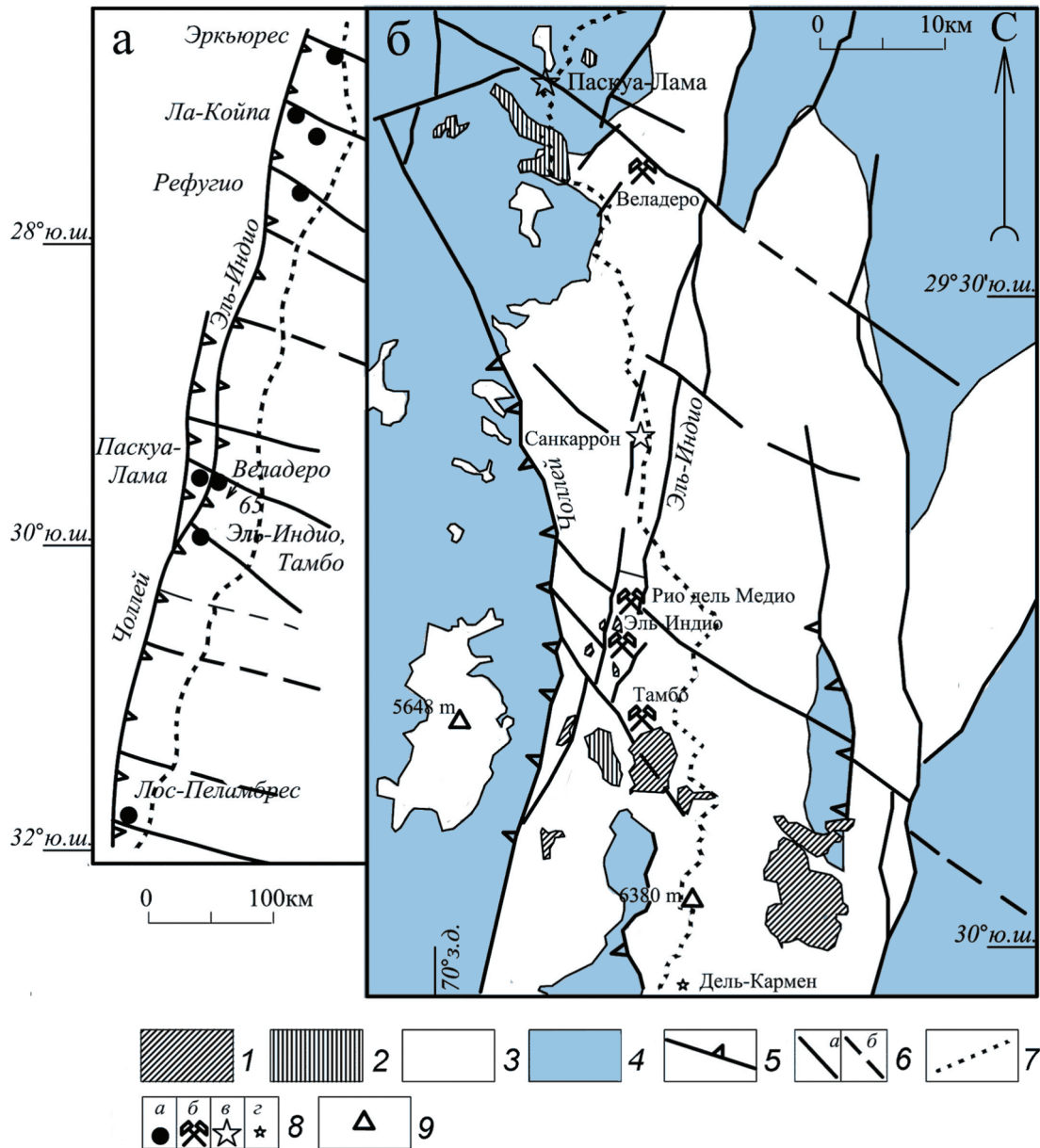


Рис. 3. Тектоническая схема размещения золоторудных поясов: а — объединенного пояса Рефугио — Паскуа-Лама — Эль-Индио — Лос-Пеламбрес; б — золоторудного пояса Паскуа-Лама — Эль-Индио: 1 — риолитовые пирокластические породы формации Валлекито, средний миоцен; 2 — дацитовые пирокластические породы формации Вагас-Хеладес, средний—верхний миоцен; 3 — преобладающие андезиты с подчиненными дацитами и штоками гранодиоритов, олигоцен—средний миоцен; 4 — преобладающие интрузивные фельзиты и вулканические породы, палеозой—юра; 5 — главные продольные разломы; 6 — поперечные разломы 2-го порядка: а — установленные, б — предполагаемые; 7 — восточная граница золоторудного пояса; 8 — месторождения: а, в том числе: б — разрабатываемые; в — крупные разведываемые; з — мелкие; 9 — высотные отметки

соединяющихся продольных региональных разломов северного и север—северо-западного простираний — Чоллей и Эль-Индио (рис. 3, б). Рудные узлы приурочены к местам отделения или пересечения названных нарушений сопряжёнными с ними субпоперечными разломами 2-го порядка. Они закономерно и равномерно проявлены в среднем в 40—45 км один от другого, на расстоянии шага максимальных тектонических деформаций. Поперечные разломы 2-го порядка принадлежат к системе тектонических нарушений, вызывающих сдвиговыми перемещениями вдоль главных продольных разломов, с которыми они сопряжены [10]. Протяжённость их в восточном направлении обычно несколько десятков километров. Но максимально один из них, видимо, контролирует размещение золотосеребряного месторождения Фаральон-Негро и медно-порфирового месторождения Байа-де-Алумбреро уже на территории Аргентины. Сопряжённые субпоперечные разломы 2-го порядка установлены во всех выявленных золоторудных узлах объединенного пояса (с севера на юг): Ла-Койпа—Эркьюрес, Рефугио, Паскуа-Лама—Эль-Индио—Эль-Тамбо, Лос-Пеламбрес [10]. Расстояние между узлами обычно составляет около 40—45 км (рис. 3). Таким образом, рассмотренная «полоса» золоторудных месторождений может быть представлена в качестве золоторудного пояса, вытягивающегося в Северо-Чилийских Андах не менее чем на 600—650 км.

В сравнительно молодых складчатых поясах месторождения золотосеребряных руд локализованы, как правило, на расстоянии нескольких километров от узлов сочленения разломов (реже на большем удалении от них). Объясняют это очень быстрым и коротким подъёмом магмы и следующим сразу за ней золотосодержащим раствором-флюидом.

Пояс ОЧВП протягивается с юго-запада на северо-восток сначала вдоль побережья Охотского моря, а затем распространяется до Чукотского моря, всего на 2500 км [8]. Основная часть месторождений распространена вдоль северо-западной, местами западной границы пояса. Авторами проанализирован только небольшой участок территории ОЧВП, расположенный между меридианами 150—162° и широтами 60—65° (рис. 4). Северная часть указанной территории сложена главным образом мезозойскими и палеозойскими (местами рифейскими) породами континентальной коры. Южная часть принадлежит позднемезозойско-палеогеновым вулканитам [8].

Главными продольными разломами выступают несколько субпараллельных нарушений субширотного, а местами восток—северо-восточного направления. Среди них выделяется разлом в северной части Дукатского рудного поля, в 11—12 км севернее месторождения. К нему тяготеют рудо-

проявления Мечта, Товарищ, Малый Кэн, Жарок и др. Зона разлома прослеживается в мощных позднемеловых риолитах и их игнимбритах. Западный фланг его, скорее всего, затухает, преобразуясь в полосу ветвей (изредка сульфидсодержащих) субширотного и восток—северо-восточного простирания.

В пределах Эвенского района затухает также и восточный фланг разлома и его сателлиты. Они сменяются отдельными изолированными субширотными разрывами с месторождениями Ирбычан, Сопка Кварцевая, Дальний и мелким — Невенрекан [8].

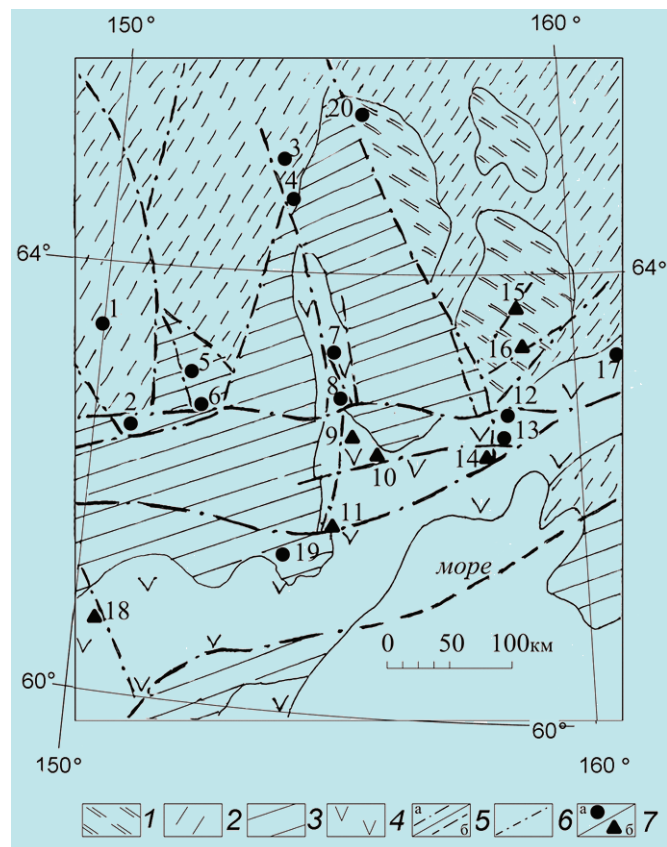


Рис. 4. Размещение золотосеребряных месторождений в центральной части Охотско-Чукотского вулканического пояса (ОЧВП): 1 — останцы омоложенного срединного массива: дорифейские кристаллические сланцы, доломиты и известняки, а также нижнепалеозойские терригенные отложения и верхнепалеозойские-нижнеюрские породы андезит-дацит-риолитовой формации; 2 — средневерхнепалеозойские-нижнемезозойские карбонатные и терригенные отложения; нижнемезозойские алевриты, аргиллиты, песчаники и вулканиты андезит-дацитового состава; 3 — мезозойские вулканиты андезит-дацитового формации с прорывающими штоками гранит-гранодиоритов, подчиненные алевриты; 4 — нижнемеловые-палеогеновые вулканиты: от андезито-базальтов до риолитов; подчиненные аргиллиты и сланцы, туффиты; штоки кварцевых диоритов и диоритовых порфиров, субвулканические интрузии (тела) от андезито-базальтов до риолитов; 5 — продольные рудоконтролирующие разломы: а — установленные, б — предполагаемые; 6 — поперечные рудоконтролирующие разломы; 7 — золотосеребряные месторождения и проявления (а), в том числе отработанные (б): 1 — Кунаревское, 2 — Широкое, 3 — Роговик, 4 — Громада, 5 — Печальное, 6 — Ветвистое, 7 — Лунное, 8 — Арылах, 9 — Дукат, 10 — Гольцовое, 11 — Джульетта, 12 — Орох, 13 — Ирбычан, 14 — Сопка Кварцевая, 15 — Биркачан, 16 — Кубака, 17 — Кегали, 18 — Карамкен, 19 — Нявленга, 20 — Ольча

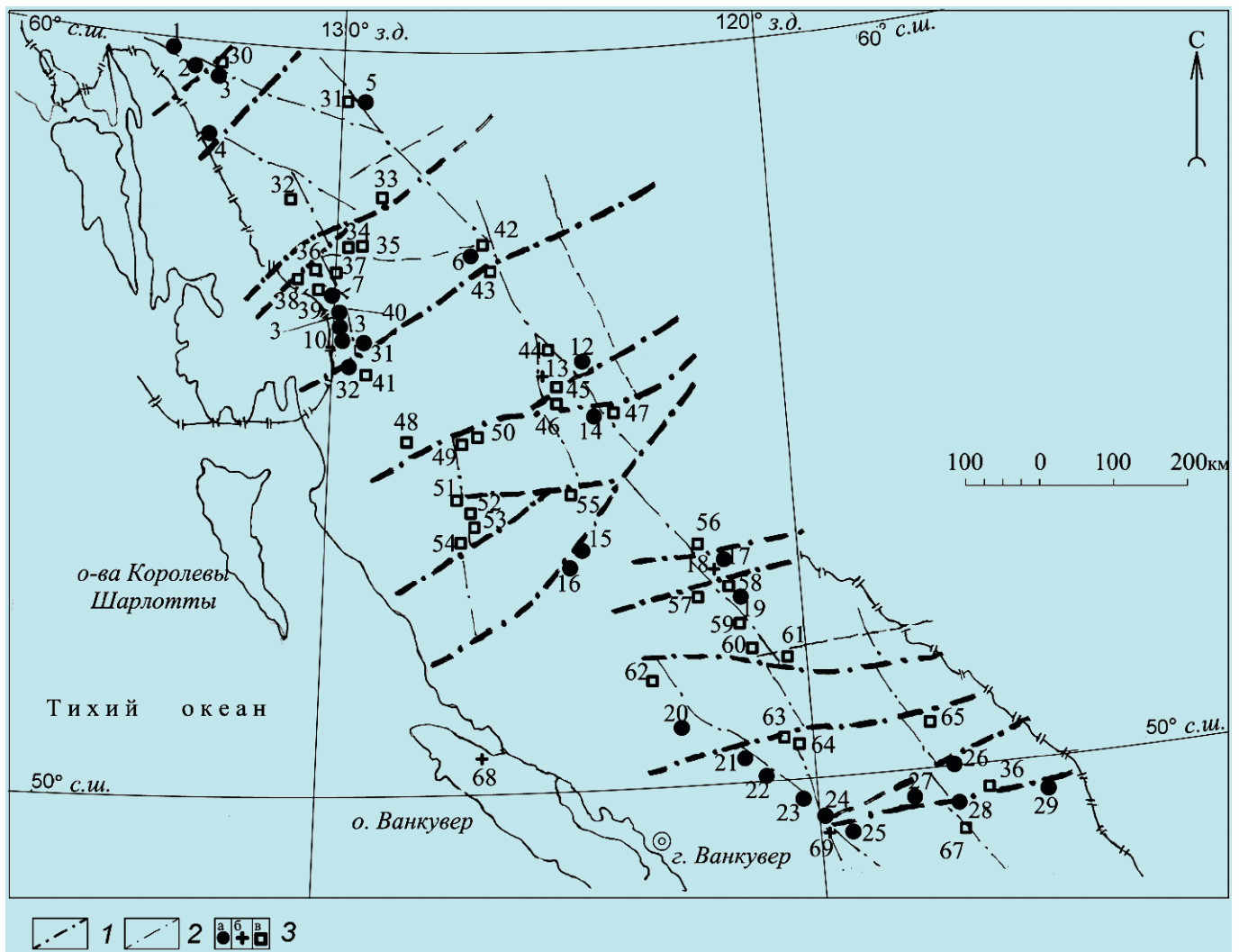


Рис. 5. Структурно-тектоническая схема размещений месторождений золота и золотомедно-порфировых руд в провинции Британская Колумбия, Канада: 1 – поперечные рудоконтролирующие разломы раннего заложения (зоны максимальной проницаемости); 2 – главные продольные рудоконтролирующие разломы; 3 – месторождения: а – кварцево-золоторудные и золотосеребряные, б – золотоскарпные, в – золотомедно-порфировые: 1 – Голден-Игл (Golden Eagle), 2 – Таг (Tag), 3 – Йеллоуджакет (Yellojacket), 4 – Нью-Поларис (New Polaris), 5 – Таурис (Taurus), 6 – Шаства (Shasta), 7 – Электрум (Electrum), 8 – Саммит-Лейк (Summit Lake), 9 – Силвер-Коин (Silver Coin), 10 – Ред-Маунтин (Red Mountain), 11 – Хомстейк-Ридж (Homestake Ridge), 12 – объект QCM, 13 – Ластдаст (Lustdust), 14 – Фран (Fran), 15 – Блэкуотер-Давидсон (Blackwater-Davidson), 16 – объект 3TS, 17 – Карибу-Голд-Куорц (Cariboo Gold Quartz), 18 – объект QR, 19 – Спаниш-Маунтин (Spanish Mnt), 20 – Бралорн (Bralorne), 21 – Скунка-Крик (Skoonska Creek), 22 – Проспект-Валли (Prospect Valley), 23 – Элк (Elk), 24 – Панорама-Ридж (Panorama Ridge), 25 – Бренда (Brenda), 26 – Сандон-Силвер (Sandon Silver), 27 – Джимпинг-Жозефина (Jimpping Josephina), 28 – Россленд (Rossland), 29 – Санта-Юджин (St Eugene), 30 – Руби-Крик (Ruby Creek), 31 – Стори (Storie), 32 – Коппер-Крик (Copper Creek), 33 – Иглхед (Eaglehead), 34 – Кинаскан (Kinaskan), 35 – Ред-Крис (Red Chris), 36 – Шафт-Крик (Schafft-Creek), 37 – Болл-Крик (Ball Creek), 38 – Галор-Крик (Galar Creek), 39 – Волтборг (Volgtborg), 40 – Салфьюретс (Sulphurets), 41 – Джекс (Ajex), 42 – Пил (Pil), 43 – Кемесс-Норт (Kemess North), 44 – Лоррейн-Джаджей (Lorrain Jajay), 45 – Редтан (Redtan), 46 – Куоника (Kwanika), 47 – Маунт-Миллиган (Mount Milligan), 48 – Шан (Shan), 49 – Давидсон (Davidson), 50 – Биг-Онион (Big Onion), 51 – Лакки-Шип (Lucky Ship), 52 – Хаклберри (Huckleberry), 53 – Сил (Seel), 54 – Колес-Крик (Coles Creek), 55 – Нити-Маунтин (Nith Mountain), 56 – Маус-Маунтин (Mouse-Mountain), 57 – Джибралтар (Gibraltar), 58 – Маунт-Полли (Mount Polley), 59 – Вудджем (Woodjam), 60 – Лак-Ла-Хач (Lac La Hache), 61 – Крез-Фокс (Crazy Fox), 62 – Просперити (Prosperity), 63 – Нью-Афтон (New Afton), 64 – Афтон (Afton), 65 – Макс (Max), 66 – Сфинкс (Sphinx), 67 – Джерси-Эмералд (Jersey-Emerald), 68 – Мерри-Уидон (Merry Widon)

От рассмотренных продольного разлома и сопровождающих его разломов-сателлитов в северном направлении отделяются четыре основных субпоперечных рудоконтролирующих разлома 2-го порядка [5]. С крайним западным разломом связаны месторождения Широкое, Кунаревское и др. (рис. 4). Со вторым, более восточным, — месторождения Печальное и Ветвистое. С третьим, «Центральным», — знаменитое Дукатское рудное поле. Юго-восточнее размещается месторождение

Гольцовый, севернее — месторождения Арылах, Лунное, а почти в 100 км ещё севернее этой группы — Роговик, Громада и др.

Наконец, восточнее, с поперечным четвертым разломом север—северо-западного направления и его оперяющими северо-восточными сколами связаны знаменитые месторождения Кубака и Биркачан, а также расположенная южнее Эвенская группа золотосеребряных месторождений [8].

Отметим главную особенность, связывающую продольные, поперечные субмеридиональные разломы и увязывающиеся с ними месторождения золотосеребряных руд. Большая часть их пространственно тяготеет к узлам сочленения поперечных разломов с главным продольным [5]. Таким образом, рудоносные растворы и флюиды направлялись в наиболее тектонически нарушенные участки, унаследованные от разломов.

Буквально несколько слов следует сказать о рудоносных блоках Центрально-Камчатского рудного района, изученных в 2001 г. С.Ф. Стружковым и М.Е. Вакиным [4]. Он расположен в интервале 60—250 км на северо-запад и север от г. Петропавловск-Камчатский. Здесь продольный (северо-восточный) Главный Камчатский разлом равномерно на протяжении 200 км пересечён системой поперечных разломов. Они отстоят на расстоянии около 40 км один от другого. Вблизи зоны Главного разлома локализованы лишь три рудопоявления золотосеребряных руд (Крерукское, Апапель и Кунгурцевское) из 100, ныне установленных в районе. Вдоль поперечных разломов на расстоянии 10—50 км от продольного нарушения размещены такие хорошо известные месторождения, как Озерновское, Бараньевское, Агинское, Золотое, Сукариновские Гребни и др. Примечательно, что самый южный тектонический блок осложнён более молодым широтным нарушением. Вдоль него размещаются такие известные месторождения, как Южно-Агинское, Кетачанское, Лазурное и др. [4]. Здесь как бы повторилась структурно-тектоническая обстановка, очень похожая на позицию Майского месторождения в Чукотском золоторудном районе.

Во всех предыдущих примерах узлы сочленения разломов оказывались наиболее проницаемыми элементами. Рудоносные растворы легко поступали в эти трещинные узлы, но здесь их ждало неожиданное осложнение. Полости в указанных узлах оказались использованными грибо- и воронкообразными субвулканическими постройками и дайками, которые экранировали растворы. Поскольку «стволы» построек небольшие и имеют малый вертикальный размах, и обычно переходят в перекрывающие «шляпы», «шлейфы», растворы под ними резко тормозились. Находясь вблизи древней поверхности, они быстро охлаждались и раскристаллизовывались. Возникали короткие золотосеребряные рудные тела. Думается, что в ОЧВП крупнейшие запасы руд и золота могут быть обнаружены преимущественно только в протяженных разрывах (например, Купол).

Подтверждением одновременных перемещений по взаимопересекающимся разломам выступают рудные пояса золотоносной провинции Британская Колумбия (Канада) [9]. Главные золотоносные районы её связаны со складчатым поясом хребта Скалистых гор, сформировавшимся в пред-

елах континентальной коры континента. Это рифейские и вендские метаморфические образования и гранитоиды, а также довольно мощные формации палеозойских карбонатных и сланцевых пород и мезозойская глинисто-сланцевая моласса.

Прибрежные золотосеребряные месторождения пространственно связаны с молодыми сланцами, вулканитами и гранитоидами (Mz-Kz) Берегового хребта. Золоторудные пояса сосредоточены в узлах пересечения зон проницаемости (разломов) двух направлений: продольных и поперечных к Береговому хребту [9]. Поперечные разломы нередко представлены пучками сближенных нарушений (рис. 5). Расстояния между ними (в том числе и пучками) составляют от 170—200 до 250 км [9], что объясняется наиболее ранним образованием их. Так, в северной и центральной частях Британской Колумбии они даже ограничивают продольные разломы складчатого пояса Берегового хребта (например, районы Террас и Смитерс).

Продольные разломы представлены кулисообразными звеньями-разрывами и не образуют единой структуры (рис. 5). Этим и объясняется прерывистость золоторудных поясов [9]. Характерным примером служит юго-восточный фланг складчатого пояса Скалистых гор, проникающий на территорию США. Почти все пояса с золотыми рудами сопровождаются золотосодержащими медно-порфировыми месторождениями (Галор-Крик, Кинаскан, Маунт-Полли, Джибралтор и др.). Они явно преобладают, тяготея к продольным рудоконтролирующим звеньям региональных разломов [9].

Выводы

1. Во многих складчатых поясах с оруденением палеозойского и более молодого возраста продольные разломы перестают выступать рудоконтролирующими нарушениями. Рудоконтролирующее значение переходит к системе равномерно чередующихся поперечных нарушений. Образуются они, как правило, только в одном боковом блоке продольного разрыва.

2. По отношению к главным продольным нарушениям, сопряжённые с ними более короткие разломы характеризуются субпоперечной ориентировкой. Основная их особенность — размещение примерно на равных расстояниях один от другого, наподобие чередующихся «чёрных клавиш пианино». Это расстояние изменяется от 10—12 до 50—60 км, иногда более. Авторы назвали его «шагом максимальных тектонических деформаций».

3. Начиная с палеозойской эпохи золотое оруденение пространственно тяготеет к субпоперечным разломам. Месторождения вдоль них распространяются от затухающих флангов в направлении к продольному нарушению, не достигая 5-10—30 км.

4. От рудоносных интервалов поперечных разломов в боковые породы отходят серии оперяющих сколовых нарушений 3—5-х порядков и более высоких. Именно они выступают главными рудовмещающими разрывами и вмещают основную долю запасов золота на участках, содержащих крупнейшие месторождения.

5. На локализацию оруденения влияет иногда проявление новых, молодых (изредка — сохране-

ние древних) разрывов, осложняющих структуру месторождений. С ними связано обособление наиболее масштабных месторождений золота.

6. Рекомендуются в пределах характеризуемых складчатых поясов поиски месторождений золота сосредотачивать в первую очередь вдоль субпоперечных разломов. Это выгодно как с точки зрения сокращения времени обнаружения новых месторождений, так и финансовых затрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков А.В., Сидоров А.А. Уникальный золоторудный район Чукотки. Москва — Магадан, 2002. 180 с.
2. Вольфсон Ф.И. Проблемы изучения гидротермальных месторождений. М.: Госгеолтехиздат, 1953; переизд. М.: Изд-во АН СССР. 1962. 305 с.
3. Горячев Н.А., Волков А.В., Сидоров А.А. и др. Au-Ag оруденение вулканогенных поясов Северо-Востока Азии // Литосфера. 2010. № 3. С. 36—50.
4. Золоторудные месторождения России / Ответ. ред. М.М. Константинов М.: «ООО Акварель», 2010. 349 с. Приложения.
5. Константинов М.М., Стружков С.Ф. Значение рудного шага в размещении золото-серебряных месторождений Северо-Востока России // Колыма. 1997. № 4. С. 27—36.
6. Крейтер В.М. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. М.: Госгеолтехиздат, 1960. 332 с.
7. Некрасов Е.М., Дорожкина Л.А., Дудкин Н.В. Особенности геологии и структуры крупнейших золоторудных месторождений эндогенного класса. М.: «Астрей-центр», 2015. 191 с.
8. Стружков С.Ф., Константинов М.М. Металлогения золота и серебра Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. М.: Научный мир, 2005. 318с. Приложения.
9. Ministry of Energy and Mines of British Columbia. Operating mines and selected exploration projects in British Columbia. 2014.. Geological survey. <http://www.empr.gov.bc.ca/mining/geoscience/pages/default.aspx> — дата обращения 10.02.2016.
10. Sillitoe R.H., Tolman J. and Kerkvoort-Van G. Geology of the Caspiche porphyry gold-copper deposit, Maricunga Belt, Northern Chile // Econ. Geol. 2013. V. 108. N 4. P. 585—604.
11. Teal I. and Benavides A. History and geologic overview of the Yanacocha mining district, Cajamarca. Peru // Econ. Geol. 2010. V. 105. № 7. P. 1173—1190.

УДК 553.048 (26)

МИКРОСТРОЕНИЕ ЖЕЛЕЗОМАРГАНЦЕВЫХ СТРОМАТОЛИТОВ И ОНКОЛИТОВ ОКЕАНСКОГО ДНА

В.В. АВДОНИН¹, Е.А. ЖЕГАЛЛО², Н.Е. СЕРГЕЕВА¹

¹Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
119991, Россия, г. Москва, Ленинские горы, ГСП-1; e-mail: avdonin@geol.msu.ru

²Палеонтологический институт им.А.А. Борисяка РАН;
117647, Россия, г. Москва, ул. Профсоюзная, 123; e-mail: ezheg@paleo.ru, nat@geol.msu.ru

Детальными исследованиями установлено, что столбчатые структуры железомарганцевых строматолитов — бактериальные маты, образованные чередованием фоссилизированных бактериальных плёнок, скопленных трихомов нитевидных бактерий, слоёв гликокаликса. Онколиты возникли в результате активного взаимодействия бактериальных плёнок с осадком и усвоения ими петрогенных компонентов.

Ключевые слова: железомарганцевые строматолиты, онколиты, бактериальные маты, бактериальные пленки.

MICROSTRUCTURE OF FERROMANGANESE STROMATOLITES AND ONCOLITES OF THE OCEAN BOTTOM

V.V. AVDONIN¹, E.A. ZHEGALLO², N.E. SERGEEVA¹

¹Lomonosov Moscow State University
119991, Russian Federation, Moscow, Leninskie Gory, GSP-1; e-mail: avdonin@geol.msu.ru, nat@geol.msu.ru

²Borissiak Paleontological Institute of the Russian Academy of Sciences
117647, Russia, Moscow, Profsoyuznaya street, 123; e-mail: ezheg@paleo.ru