

**О РОЛИ ГЛУБИННЫХ РАЗЛОМОВ В РАЗМЕЩЕНИИ
ДОКЕМБРИЙСКОГО ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ
ЮГА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ**

В. А. БУРЯК

(Институт земной коры СО АН СССР)

В Саяно-Байкальской складчатой области, обрамляющей с юга Сибирскую платформу, золото распространено весьма широко и является характерным типоморфным металлом. Выделяются, по меньшей мере, две основные эпохи золотого рудообразования — докембрийская и каледонская. Интенсивность проявления этих разновозрастных золоторудных образований резко неравномерна и определяется совокупностью различных факторов.

Докембрийские золоторудные проявления на рассматриваемой территории представлены золотоносными кварцевыми жилами с незначительным количеством сульфидов, и зонами убогой сульфидной вкрапленности в интенсивно рассланцованных песчано-сланцевых толщах. Пространственное размещение этих типов оруденения в региональном плане определяется зоной глубинных разломов (краевым швом), отделяющей Сибирскую платформу от обрамляющих ее геосинклинальных образований Саяно-Байкальской складчатой области (рис. 1).

Эти глубинные разломы характеризуются значительной протяженностью (сотни — тысячи километров), линейной вытянутостью параллельно геометрическим формам основания платформы, большой глубиной заложения (контролируют размещение ультраосновных и основных интрузий), взбросо-сдвиговыми движениями различной амплитуды и кулисообразностью расположения более мелких разрывов. По геофизическим данным, глубинные разломы хорошо выражаются аномальными магнитными полями, оси которых обычно параллельны простиранию разломов. Внутренние («центральные») части зон разломов подчеркиваются переходами сил тяжести и наиболее интенсивно проявленными процессами ультраметаморфизма и палингенного магматизма. Тектонические движения вдоль разломов проявились неоднократно как в протерозое, так и в последующее время, вплоть до кайнозоя, определяя план и характер развития складчатых и более мелких разрывных структур, магматических и, главное, минеральных образований.

Степень регионально выраженных метаморфических преобразований пород также определяется пространственным положением их по отношению к этой зоне глубинных разломов. В общем виде, несколько схематично, нами выделяются следующие четыре различнофациальные метаморфические зоны (пояса), расположенные на различном удалении от зоны разломов: 1) центральная зона (пояс), пространственно совпадающая с наиболее мобильной и проницаемой для теплового потока

частью зоны разломов; характеризуется интенсивно выраженными процессами метаморфизма и палингенного магматизма, 2) зона (пояс) проявления регионально-метаморфических преобразований эпидот-амфиболовой фации; 3) зона (пояс) развития зеленосланцевой фации метаморфизма; 4) краевая периферическая зона, охватывающая диагенезированные и эпигенезированные, практически не метаморфизованные осадочные толщи.

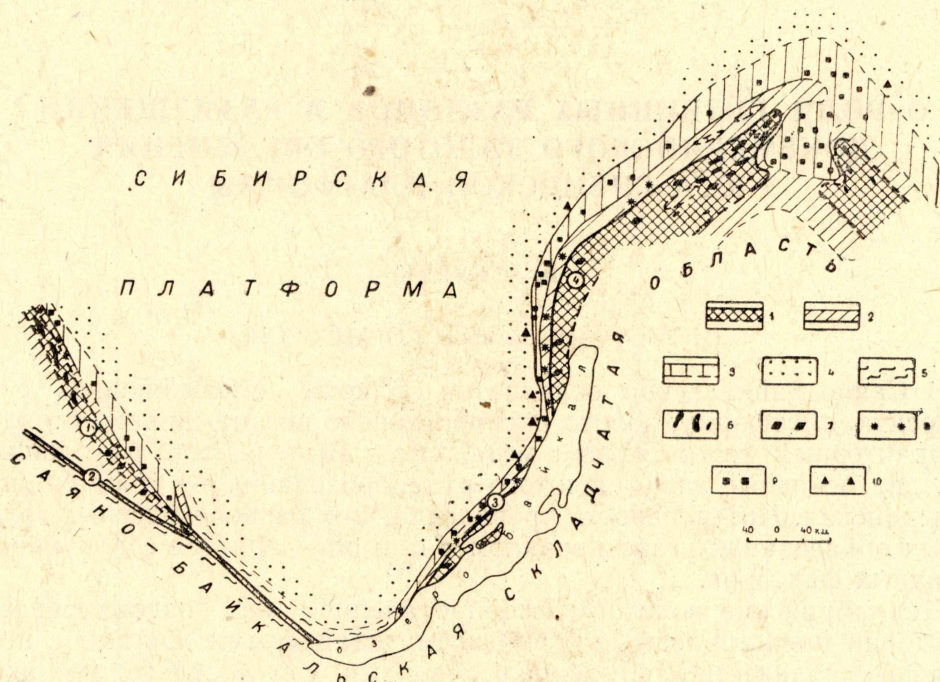


Рис. 1. Схема размещения фаций метаморфизма и эндогенного докембрийского оруденения; 4 — неметаморфизованные породы со свинцово-цинковым телетермальной частью зоны глубинных разломов, характеризующаяся интенсивно выраженными процессами метаморфизма (амфиболитовая и гранулитовая фации) и палингенного магматизма с редкометальными и слюдоносными пегматитами; 2 — зона развития эпидот-амфиболитовой фации метаморфизма с высокотемпературным пневматолито-гидротермальным редкометальным оруденением; 3 — зона развития зеленосланцевой фации метаморфизма с золотым и золото-колчеданным оруденением; 4 — неметаморфизованные породы со свинцово-цинковым телетермальным оруденением; 5 — сложно метаморфизованные не расчлененные по фациям метаморфические образования; 6 — слюдоносные пегматиты; 7 — редкометальные пегматиты; 8 — редкометальное высокотемпературное гидротермальное и пневматолито-гидротермальное оруденение; 9 — золотое и золото-колчеданное оруденение; 10 — свинцово-цинковое телетермальное оруденение. Глубинные разломы: 1 — Бирюсинский, 2 — Главный Саянский, 3 — Приморский, 4 — Даванская зона

Эти разнофациальные метаморфические зоны верхнепротерозойского (?) этапа метаморфизма имеют линейно вытянутый, параллельно глубинному разлому, региональный характер распространения, грубо конформны региональным складчатым структурам и не связаны с отдельными интрузивными массивами или локальными складчатыми и разрывными структурами. Переходы между соседними разнофациальными зонами постепенные, минеральные ассоциации для пород одного состава в пределах зон устойчивы. Всё это позволяет заключить, что данные зоны метаморфизма представляют собой единую группу или серию фаций единого, весьма длительно развивающегося прогрессивного этапа метаморфизма.

Разумеется, в результате внедрения более молодых (палеозойских и мезозойских) интрузий, приводящих к формированию контактовых роговиков и развитию наложенных зон динамотермального и регрессивного метаморфизма, происходит значительное усложнение и искажение отмеченной метаморфической зональности. В этом случае восстановление первичной (докембрийской) метаморфической зональности, контролирующей размещение докембрийского оруденения, может представить значительные трудности.

Докембрийское золотое оруденение образует повышенные концентрации только в пределах третьей зоны в породах зеленосланцевой фации метаморфизма, т. е. на вполне определенном расстоянии от глубинных разломов. В первой зоне (в центральном поясе) развиты слюдоносные и керамические пегматиты с редкоэлементной минерализацией. Во второй зоне проявлено высокотемпературное пневматолито-гидротермальное, в том числе редкометальное оруденение. И, наконец, в наибольшем удалении от зоны глубинных разломов — в породах, практически не подверженных процессам метаморфизма, отмечается в промышленных концентрациях только полиметаллическое оруденение телетермального типа; золото здесь если и содержится, то в крайне незначительных количествах.

Иными словами, пространственное размещение докембрийского оруденения, в том числе и золотого, по отношению к зоне глубинных разломов определяется подвижностью (ионными плотностями) элементов и значениями изобарных потенциалов (ΔZ) их соединений (табл. 1). Наиболее подвижные и наименее энергоемкие элементы (Hg, Zn, Pb, Cu, Au, As, Sb, и др.), образующие минеральные соединения (HgS, PbS, ZnS, FeS₂, CuFeS₂, самородное золото и пр.), характеризующиеся малыми значениями ΔZ , концентрируются в наибольшем удалении от зоны разломов. По мере приближения к зоне разломов и усиления степени метаморфизма вмещающих толщ локализуются менее подвижные элементы (Mo, Sn, Be, Nb, Ta, Yb и др.), образующие более энергоемкие соединения с повышенными значениями ΔZ (MoS₂, SnO₂, берилл, колумбит, танталит и др.). Вполне понятно, что золото как металл, характеризующийся высокой подвижностью (небольшой ионной плотностью), может давать повышенные концентрации только в сравнительно низкотемпературных зонах метаморфизма, т. е. при значительном падении температуры минерализующих растворов.

Следовательно, в общем ряду рудных докембрийских образований золото занимает вполне определенное пространственное и геохимическое положение, тяготея к внешним зонам древних металлогенических поясов.

Характерно, что в пределах зеленосланцевой фации метаморфизма распределение золота в свою очередь определяется целым рядом факторов, среди которых главную роль играет разрывная и пликвативная тектоника, а также литология и химический состав вмещающих пород. В региональном плане повышенные концентрации золота приурочены в местах региональных изгибов простирающихся зон глубинных разломов и окаймляющих их складчатых структур, выпуклостью обращенных в сторону платформы (Ленский золотоносный р-н, енисейский кряж, Северо-Байкальский золотоносный р-н — бассейны рек Тыи, Нерюнды, Верхнеленский р-н и др.). Причем чем более резко выражен изгиб (Лена, Енисейский кряж), тем более интенсивно проявлено золотое оруденение. При спокойном, выдержанном простираении зоны разломов и складчатых структур оруденение обычно не развито или же проявлено крайне слабо.

Благоприятными вмещающими породами для локализации повышенных концентраций золота является существенно кремнекислые пес-

Таблица 1

Сравнительная характеристика различных зон оруденения

Степень метаморфизма вмещающих толщ	Зоны			
	I	II	III	IV
	Амфиболитовая фация	Эпидот-амфиболитовая фация	Фация зеленых сланцев	Эпигенезированные не метаморфизованные породы
Характерные типоморфные элементы минеральных новообразований	Ca, Mg, Al, K, Ta, Nb, Be и др.	Sn, Mo, Be и др.	Fe, Zn, Au и др.	Zn, Pb, Cu, Sb и др.
— ΔZ т ккал на 1 г-атом кислорода или серы при 300°K	144 — 85	62 — 45	59 — + 6	44 — 12
Ионные плотности рудных элементов	150 — 78	95 — 73	26 — 18	27 — 3

Примечание: Значения ΔZ приняты по Ф. А. Летникову [3]: для первой зоны по ряду CaO—Nb₂O₅, для второй—по ряду SnO₂—MoS₂, для третьей—по ряду FeO—Au₂O₃ и для четвертой—по ряду ZnS—Sb₂O₃; значения ионных плотностей взяты по Ю. Г. Щербакову [4]: для первой зоны по ряду Ta—Nb, для второй—по ряду Sn—Mo, для третьей по ряду Fe—Au и для четвертой—по ряду Zn—Sb.

чано-сланцевые, особенно сланцевые толщи. Известковистые породы неблагоприятны для локализации в них оруденения.

Проведенные исследования показывают, что это влияние состава вмещающих пород на развитие оруденения обусловлено, по-видимому, двумя причинами: 1) повышенной первично-осадочной концентрацией в песчано-сланцевых толщах золота и сульфидов и 2) наиболее интенсивным развитием в этих породах, в силу их резко пониженной основности, кислотного выщелачивания (окварцевания), обеспечивающего интенсивное выщелачивание золота и других металлов из пород¹⁾ и их концентрированное сопряженное отложение. И, наоборот, почти полное отсутствие золота в известковистых породах обусловлено отсутствием или весьма слабым развитием в них исходной (осадочной или вулканогенно-осадочной) концентрацией золота и других рудных элементов, а также высокой основностью этих пород, затрудняющей развитие кислотного выщелачивания и последующее отложение металлов.

Необходимо отметить, что отмеченная зависимость оруденения от степени метаморфизма вмещающих пород, обусловленная различной удаленностью от глубинных разломов, четко выражена и в комплексе с другими поисковыми признаками с успехом может быть использована в практике ведения геологических исследований. Налицо региональная металлогеническая зональность, выражающаяся в наличии единой, последовательно развивающейся «колонки» рудных зон (поясов), характеризующихся определенной минерализацией и степенью прогрессивного метаморфизма вмещающих пород. Очевидно, эти разнофациальные рудные пояса возникают закономерно и развиваются во времени и в пространстве в тесной связи с формированием длительно живущей зоны глубинных разломов и развитием процессов регионального метаморфизма.

Верхнепротерозойские магматические породы, синхронные во времени процессам метаморфизма и оруденения, развиты только в пределах первой зоны. Это типичные ультраметаморфические образования. Прямая генетическая связь золотого и других типов оруденения с ними не устанавливается. Может быть в данном случае можно говорить о парагенетической связи между магматизмом и оруденением: первопричиной формирования как магматических тел, так и оруденения являются процессы метаморфизма (ультраметаморфизма), обусловленные, в свою очередь, наличием зоны глубинных разломов.

Развитые в различных зонах интрузии палеозойских гранитоидов явно более поздние по отношению к процессам складкообразования, метаморфизма и рассматриваемого оруденения.

Создается впечатление, что метаморфические, в том числе и ультраметаморфические преобразования пород (палингенез), как формирование золотого и других типов эндогенного докембрийского оруденения, были обусловлены поступлением по зоне глубинных разломов метаморфизирующих («сквозьмагматических», по Д. С. Коржинскому) растворов. При этом золото и многие другие рудные компоненты возможно поставлялись главным образом не путем привноса по зоне глубинных разломов из глубоких горизонтов земных недр, а вследствие метаморфической мобилизации из всей толщи метаморфизируемых пород.

На это, в частности, указывает тесная взаимосвязь процессов метаморфизма и оруденения, довольно четкий литологостратиграфический контроль в развитии оруденения, зависимость его состава и интенсивности от первично-осадочной минерализации вмещающих пород,

¹⁾ Естественно в данном случае имеется в виду, выщелачивание золота не только из боковых пород, но и из всей метаморфизируемой толщи. Не отрицается также и дополнительный привнос золота по зоне глубинных разломов из более глубоких горизонтов Земли, возможно из ее подкорковых частей.

а также закономерное изменение состава элементов-примесей в вулканогенно-осадочных толщах по мере усиления степени их метаморфизма и пр. [1, 2].

В заключение следует отметить, что приведенные данные по зональности размещения оруденения относительно зоны глубинных разломов и связи с процессами метаморфизма дают возможность, по нашему мнению, более правильно подойти к решению целого ряда вопросов не только золотого, но и других видов оруденения и, в частности, к выяснению генезиса так называемых телетермальных полиметаллических месторождений, широко развитых в Прибайкалье и, возможно, в Приангарье. Очевидно, они не могут рассматриваться как осадочно-метаморфические или типичные гидротермальные постмагматические образования, генетически связанные с определенными магматическими массивами. Формирование их, как и докембрийских золоторудных образований, возможно, происходило в тесной связи с развитием зоны глубинных разломов и процессов метаморфизма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буряк В. А. О влиянии процессов регионального метаморфизма на развитие золотосульфидной минерализации в центр. части Ленского золотоносного р-на. Сб. «Физ.-хим. условия магматизма и метасоматоза», Тр. 3-го Всесоюзного петрограф. совещ. Изд. «Наука», 1964.
2. Буряк В. А. Зависимость оруденения древних докембрийских формаций от региональной метаморфической зональности. ДАН СССР, т. 163, № 5, 1965.
3. Летников Ф. А. Изобарные потенциалы образования минералов (химическое средство) и применение их в геохимии. Изд. «Недра», 1965.
4. Щербakov Ю. Г. Закономерности концентрации рудных элементов в гранитоидах и месторождениях. Сб. «Проблемы генезиса руд», доклады советских геологов, XXII сессия международного геол. конгресса. Изд. «Недра», 1964.