

УДК 553.41 : 550.42 : 552.5(571.7)

*С. Г. Парада, Ю. Р. Ручкина, Г. С. Мирзаханов*

## УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ В УГЛЕРОДИСТЫХ ТОЛЩАХ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Рассматриваются особенности состава, строения и условия локализации золотого оруденения прожилково-вкрапленного золотосульфидного и жильно-прожилкового золотокварцевого типов. Объекты первого типа приурочены к относительно мелководным алевропелитовым породам с калиевым типом щелочности, содержащим осадочно-диагенетические сульфиды и карбонаты анкерит-сидеритового ряда. Объекты второго типа развиты среди относительно глубоководных обогащенных кремнеземом и натрием алевропсаммитовых пород. В пределах развития этих отложений рудные узлы приурочены к локальным прогибам, трансформированным в ряде случаев в куполовидные структуры.

В последнее время на Дальнем Востоке привлекает внимание золотое оруденение, развитое в углеродистых («черносланцевых») осадочных и вулканогенно-осадочных толщах. Проведенные исследования показали, что в минерально-морфологическом отношении оруденение подразделяется на два основных типа: вкрапленный и прожилково-вкрапленный золотосульфидный и кварцево-жильный или жильно-прожилковый мало- или убогосульфидный.

Первый тип оруденения часто именуется «прожилково-вкрапленным», «углеродистыми метасоматитами», «майским», «маломырским» и пр. Представлен он зонами повышенного рассланцевания и дислокационного метаморфизма среди углеродсодержащих алевросланцев и филлитов, несущих вкрапленность и прожилки золотоносных сульфидов, концентрация которых в рудоносных зонах 0,5—7%, редко выше. Состав рудных минералов простой, выдержан на больших расстояниях. Резко преобладает пирит или арсенипирит в виде вкрапленности средне-, мелко- и тонкозернистых кристаллов или агрегатных скоплений. Кроме прожилков и вкрапленников, встречаются различных размеров конкреции и линзовидные выделения пирита и марказит-пирита, в том числе глобулярные и колломорфно-зональные с реликтами метаколлоидных текстур. В отдельных случаях на верхних горизонтах минерализованных зон развиты сетчато-прожилковые выделения антимонита, обычно в ассоциации с кварцевыми жилами и прожилками. В резко подчиненном количестве отмечаются халькопирит, сфалерит, галенит, пирротин. Золото содержится в тонкодисперсной форме в сульфидных выделениях размером выделений 0,01—0,35 мкм. Редко отмечаются золотины в десятые — сотые доли миллиметра.

Характерный пример распределения прожилково-вкрапленного оруденения, развитого в одном из районов Среднего Приамурья среди отложений нижнего (?) палеозоя, приведен на рис. 1. Установлена избирательная приуроченность золотоносной минерализации пиритового состава к пачке переслаивания углеродистых филлитов, кремнисто-глинистых сланцев и метакремнистых кварцитов, а в ее пределах к зоне повышенного рассланцевания и дробления раннего, вероятно, конседиментационного этапа заложения, неоднократно активизированной прежде всего в период складчатости. В современном виде эта рудоконтролирующая зона располагается в пологом крыле асимметричной антиклинали. Такое положение рудоконтролирующих зон рассланцевания является типичным для прожилково-вкрапленного оруденения [4]. Повышенная золотосульфидная минерализация тяготеет к местам сочленения диагональных и продольных зон рассланцевания, фиксируемых напряженной разноплановой складчатостью — участками осложнения основных продольных сжатых складок диагональными соподчиненными. Для этих рудоносных участков характерны также флексуорообразные в плане и продольных разрезах изгибы пластов пород и осевых поверхностей складок, ундуляции их шарниров. Интервалы минерализованных зон со спокойным моноклинальным залеганием пород значительно менее золотоносны. Постскладчатые дайки магматических пород, отмечаемые на месторождениях, являются пострудными по отношению к основной золотосульфидной минерализации.

Кварцево-жильный тип оруденения представлен жилами, зонами сближенных жил и (или) прожилков, жильно-прожилковыми штокверковыми зонами. Жилы и прожилки могут быть

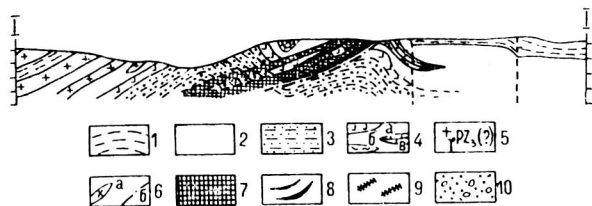
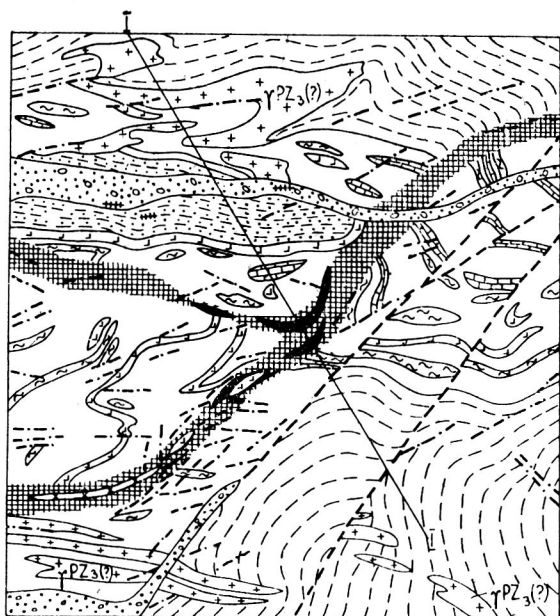


Рис. 1. Литолого-структурная схема месторождения золотосульфидного типа.

1—4 — осадочно-метаморфические породы златоустовской свиты: 1 — филлитовые глинистые сланцы и филлиты; 2 — пачка переслаивания углеродистых филлитов, кремнисто-глинистых сланцев, кварцитов, карбонатных пород и метавулканитов, 3 — метапесчаники, 4 — внесмаштабные знаки: а — метавулканиты основного состава, б — карбонатные породы, в — метаосадочные кварциты; 5 — рассланцованные граниты,  $PZ_3$  (?); 6 — позднемеловые (?) дайки диоритовых порфиров: а — в масштабе карты, б — вне масштаба; 7 — зона интенсивно рассланцованных и брекчированных пород с золотосульфидной минерализацией; 8 — рудные тела с повышенной золотосульфидной минерализацией; 9 — золотокварцевые жилы; 10 — золотосысы.

послойными, в том числе относительно короткими седловидными и выдержанными стратиформными с секущими апофизами, либо послойно секущими. Мощности отдельных жил и протяженность меняются в широких пределах. Обычные мощности 0,2—1,5, в раздувах до 2—4 м, протяженность по простиранию — от нескольких сотен метров до 1—2 км и более. Минеральный состав жил простой и в решающей мере определяется составом и степенью метаморфизма вмещающих толщ [1, 2].

Наибольшее внимание с практической точки зрения в настоящее время привлекают жильно-прожилковые послойные и особенно послойно секущие зоны сближенных жил и прожилков штокверкового типа, а также отдельные послойные жилы, прежде всего выдержанные стратиформные. В одном из районов Южного

Верхоянья устанавливается строгая избирательная приуроченность основных продуктивных кварцевых жил к нижним стратиграфическим уровням неоднородной ритмически построенной нижнепермской флишовой толщи, относимой к верхоянскому комплексу. Вдоль контакта согласно с простиранием толщ жилы с небольшими переживаниями и перерывами прослеживаются на несколько километров. Жилы вмещающие нижнепермские отложения в отличие от нижележащих «непродуктивных» характеризуются преобладанием терригенных осадков относительно больших глубин — песчаников, различных алевролитов и алевросланцев при преобладающей роли последних (рис. 2). Для нижележащих отложений характерно повышенное развитие органогенных известняков и кремнистых отложений. Прослои кремнистых пород в существенных количествах имеются и в перекрывающих толщах.

При общей монотонности сменяющих друг друга алевропесчаных пачек в пределах рудовмещающих нижнепермских отложений снизу вверх по разрезу наблюдается постепенное увеличение прослоев грубозернистых пород. Осадки огрубляются, в частных разрезах начинают преобладать среднезернистые песчаники и конгломераты. Эта смена глинисто-алевролитовых пород алевролитами и песчаниками с прослоями конгломератов в первом приближении соответствует регрессивной серии (цикл I порядка), внутри которой можно выделить несколько сложно построенных циклов (II порядка), характеризующих смену отложений различных фаций во времени. От центра к флангам рудного поля на одном стратиграфическом уровне также можно проследить смену фаций (см. рис. 2). Накопление толщ, вмещающих золотоносные жилы, происходило в локальных мульдообразных впадинах, контролируемых конседиментационными разрывами, с относительно глубоководными осадками в центре и мелководными в бортах. Глубоководным осадкам соответствует преобладание горизонтальной слоистости. К бортам рудолокализирующих впадин на фоне горизонтальной слоистости наблюдаются фрагменты косой, косоволнистой слоистости, текстуры мутьевых потоков и течений, конседиментационные брекчии, оползни и прочие конседиментационные деформации.

В пределах палеовпадин устанавливается приуроченность основных золотоносных жил к пластам песчаников на различных стратиграфических уровнях. При этом жилы и сопровождающие их секущие апофизы располагаются непосредственно в пластах песчаников либо на контакте их с алевролитами и алевросланцами; нередко согласные жилы переходят в секущие, которые контролируются трещина-

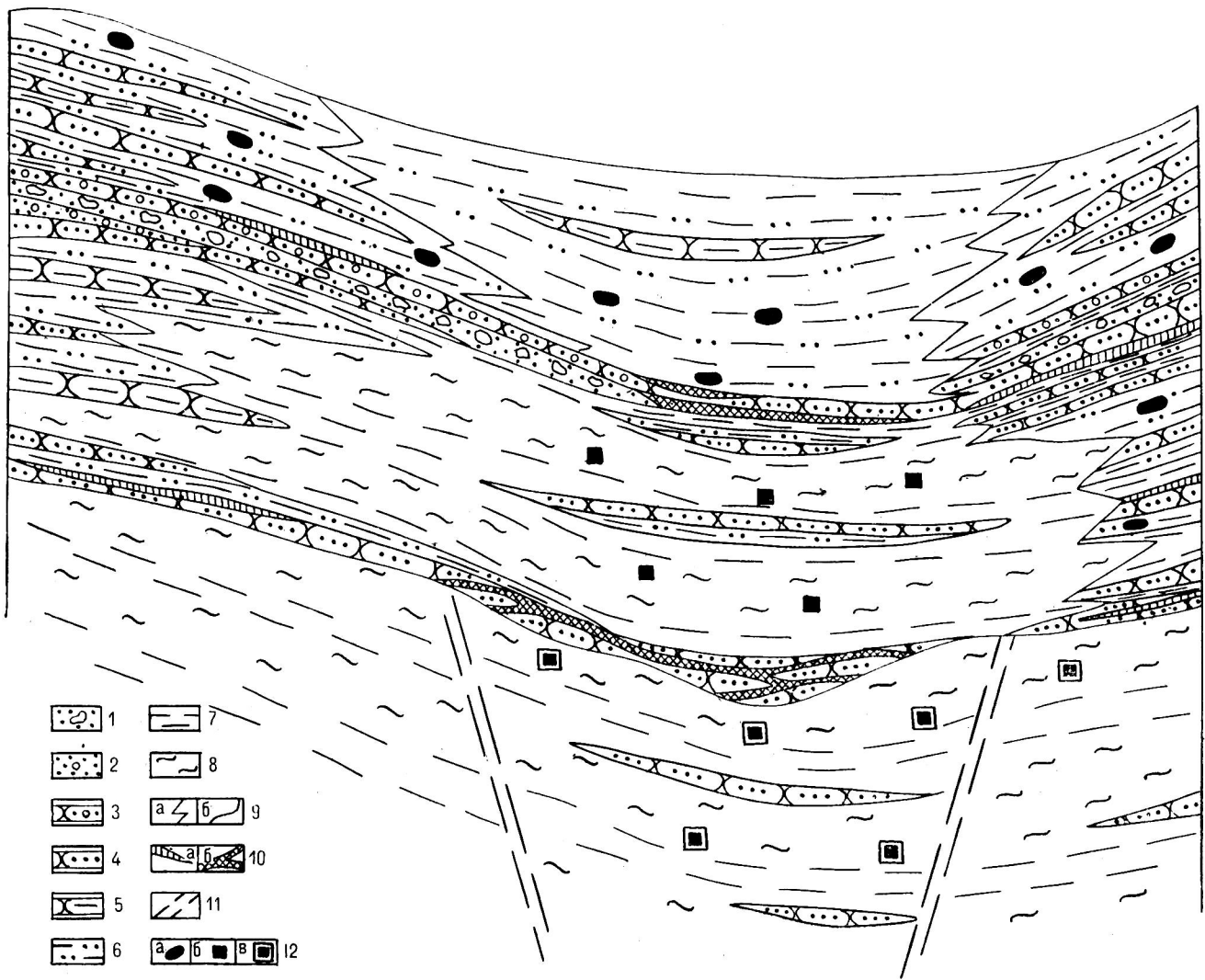


Рис. 2. Палеофациальный поперечный профиль рудного поля, со стратиформными кварцевыми жилами. Палеотектоническая схема. Соотношение вертикального и горизонтального масштаба 10:1.

1 — конгломераты; 2 — гравелиты; 3—5 — песчаники; 3 —

ми кливажа, позднескладчатыми разрывами и зонами рассланцевания.

Дайки основных пород, а также разрывы всех направлений постскладчатого этапа деформаций пересекают золотоносные жилы.

Все это, по мнению авторов, указывает на формирование рассматриваемых золотоносных жил не синхронно с осадконакоплением [4], а в условиях складчатых деформаций и сопутствующего метаморфизма осадочных толщ.

Характерной особенностью пород разреза, вмещающих золотоносные жилы, является наличие в них труднодиагностируемой вулканогенной примеси в виде раскристаллизованного туфогенного материала, а также вулканогенных, гидротермально-осадочных и осадочно-диагенетических сульфидов, обычно в количе-

губозернистые, 4 — мелкозернистые, 5 — глинистые; 6—8 — алевролиты: 6 — песчанистые, 7 — среднезернистые, 8 — тонкозернистые; 9 — границы: а — литологических фаций, б — литолого-стратиграфических подразделений; 10 — кварцевые жилы: а — незолотоносные, б — золотоносные; 11 — разрывные нарушения; 12 — морфологические типы пирита: а — конкреции, б — кристаллы, агрегаты кристаллов, в — кристаллы с кварцевой оторочкой.

стве десятых долей процента, редко 1—3%. Отмечаются кремнистые и сульфидно-кремнистые сингенетические стяжения и конкреционные выделения гидротермально-осадочного генезиса.

Выполненные исследования показали, что минеральный состав и морфологические особенности золотоносной минерализации, развитой в углеродистых толщах, определяются химическим составом последних и характером развитой в них сингенетической минерализации (осадочно-диагенетической или гидротермально-осадочной), что в свою очередь определяется палеофациальными и палеотектоническими условиями их накопления. Прожилково-вкрапленное золотосульфидное оруденение приурочено к разрезам хемогенно-терригенного

типа с относительно широким развитием карбонатных фаций. Золотоносная минерализация избирательно развивается в тонкозернистых углеродсодержащих метаморфизованных кластических осадках — филлитах, глинистых и алевроитовых сланцах, ассоциирующих с песчаниками и кварцитами и характеризующихся наличием повышенных количеств сульфидов и карбонатов кальцит-анкерит-сидеритового ряда.

Породы имеют высокие содержания калия, глинозема, магния, железа и титана и относительно пониженные — кремнезема. Щелочность нормальная, о чем свидетельствует величина отношения  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ , равная 0,22—0,32, с соотношением щелочей в пользу калия ( $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  изменяется от 1,5 до 2,5). По химическому составу породы соответствуют глинам и глинистым сланцам геосинклиналей [7]. Пересчет химических анализов по методике О. М. Розена [6] показывает, что породы соответствуют монтмориллонит-гидрослюдистым глинам с примесью карбонатного материала железомagneвиевого состава (10—15%), кварца и полевых шпатов (в сумме 5—15%), накопившихся в условиях сероводородного заражения. Повышенная карбонатность этих отложений и тесная ассоциация с карбонатными породами позволяют считать их относительно мелководными образованиями.

Месторождения жильного и жильно-прожилкового золотокварцевого типа располагаются в обогащенных кремнеземом существенно терригенных толщах, часто включающих стратифицированные вулканогенные и кремнистые породы. Сингенетичная сульфидная минерализация в них развита, но намного слабее.

Для пород характерно повышенное содержание, кроме кремнезема,  $\text{Na}_2\text{O}$ , пониженное —  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MgO}$  и железа. Общая щелочность ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ ) довольно высокая и составляет 0,34—0,59, а отношение  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  изменяется от 0,67 до 1,47. По результатам литохимических пересчетов первично-осадочными аналогами этих пород являются псаммитовые и алевролитовые осадки с существенной примесью кремнистого вещества и глин каолинит-гидрослюдистого состава. Наличие кремнистых пород в рудовмещающих разрезах и повышенная кремнистость самих рудовмещающих терригенных осадков указывают на относительно большие глубины седиментационного бассейна. Эти данные, а также наличие вышеотмеченных кослоистых текстур, градационной слоистости и седиментационных брекчий указывают на фациальную обстановку мутьевых потоков (турбидитов). Такие обстановки характеризуются высокой тектонической и гидродинамической активностью палеобассейна и относительно большими скоростями накопления осадков. Последнее обуславливает нормальный газовый

режим вод и весьма малое присутствие сероводорода в осадках, содержащих органическое вещество, что и приводит к слабому развитию в них сингенетических сульфидов и формированию малосульфидного золотокварцевого оруденения.

Состав рудных минералов зависит и от степени метаморфизма вмещающих руд. С увеличением метаморфизма возрастают пробыность самородного золота и размеры его выделений [5], содержание пирротина, температура кристаллизации кварца и сульфидов, происходит укрупнение, перекристаллизация и частичное переотложение последних вдоль послойно-кливажных и секущих трещин. Мелкозернистый игольчатый арсенипирит сменяется крупнозернистым. Меняются текстурно-структурные особенности жильного кварца. Он становится более крупнозернистым, происходит смена брекчиевых текстур реликто-полосчатыми. Наибольшую продуктивность имеют золотокварцевые жилы, локализованные в породах низкой степени метаморфизма, — фации глинистых сланцев и филлитов.

Вопрос о генезисе рассматриваемого оруденения весьма дискусионен. Активно обсуждаются магматогенно-гидротермальная [9], вулканогенная [3, 8], метаморфогенная [1] и гидротермально-осадочная концепции [4]. Приведенные данные подтверждают факт метаморфогенного рудообразования: в период осадконакопления и литогенеза (главным образом за счет поступления глубинных золотосодержащих мышьяково-сернистых эксгалтий и гидротерм) произошло отложение золотоносных сульфидов. Затем, в периоды катагенеза, складчатости и метаморфизма, происходили мобилизация и перераспределение сульфидов и золота. Завершился этот процесс образованием метаморфогенно-гидротермальных кварцево-сульфидных золотоносных прожилков и кварцевых жил, формирующихся в условиях позднеинверсионного орогенеза и в последующие этапы тектономагматической активизации, в том числе и в так называемых «перивулканических» зонах [3, 8] под влиянием вулканогенных процессов.

**Заключение.** Золотое оруденение, развитое в углеродистых толщах Дальнего Востока, характеризуется, как и в других регионах [2], тесной зависимостью от литофациальных особенностей пород, степени их метаморфизма и первоначальной геохимической специализации. Среди относительно мелководных алевропелитовых отложений калиевого типа, первично обогащенных золотосодержащими сульфидами, органикой и Ca-Mg-Fe-карбонатами, развит прожилково-вкрапленный золотосульфидный тип оруденения, среди более глубоководных высококремнистых терригенных отложений, обогащенных натрием и обедненных сингенетич-

ными сульфидами,— жильный и жильно-прожилковый золотокварцевый. В пределах распространения этих отложений рудные узлы приурочены к локальным прогибам (Южное Верхоянье), трансформированным в ряде случаев в куполовидные поднятия (Среднее Приамурье), размещение которых контролируется конседиментационными глубинными разломами, а точнее, узлами их пересечений и сопряжений. Картирование и детальное изучение таких структур, прежде всего палеопрогибов,— первоочередные задачи прогнозно-металлогенических и поисковых работ.

Локализаторами рудных тел в тех и других структурах выступают согласные и секущие

зоны повышенного рассланцевания, которые избирательно развиваются в участках максимальной латеральной фациальной изменчивости литолого-стратиграфического разреза либо в основании ритмопачек вдоль стратиграфических контактов различных по компетентности пород. Это обуславливает развитие выдержанных на значительные расстояния «стратиформных» рудных тел как прожилково-вкрапленного золотосульфидного, так и жильного золотокварцевого типа.

Авторы выражают благодарность В. А. Буряку за предоставленные материалы и помощь при подготовке статьи к печати.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Буряк В. А. Кварцево-жильная и сопутствующая золотосульфидная минерализация, развитая в углеродистых толщах Приамурья.— В кн.: *Металлогения Приамурья*. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981.
2. Буряк В. А. *Метаморфизм и рудообразование*.— М.: Недра, 1984.
3. Волков В. А. Минеральные ассоциации золотосеребряного месторождения в терригенных углеродистых толщах.— *Колыма*, 1982, № 3, 4.
4. Константинов М. М., Слезко В. А. и др. Стратиформное золотокварцевое оруденение.— Докл. АН СССР, 1984, т. 275, № 2.
5. Моисеенко В. Г. *Геохимия и минералогия золота рудных районов Дальнего Востока*.— М.: Наука, 1977.
6. Розен О. М. Пересчет химических анализов осадочной породы.— *Сов. геол.*, 1970, № 7.
7. Ронов А. Б., Ярошевский А. А. *Химическое строение земной коры*.— *Геохимия*, 1967, № 11.
8. Сидоров А. А. Группы золотоносных рудных формаций.— *Сов. геол.*, 1984, № 7.
9. Шер С. Д. *Металлогения золота*.— М.: Наука, 1977.

ДВИМС  
Хабаровск

Поступила в редакцию  
11 сентября 1985 г.