

УДК 553.41:550.42:552.5(571.6)

С. Г. Парада, Л. Ф. Парада

ЛИТОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ЧЕРНОСЛАНЦЕВЫХ ТОЛЩАХ ПРИАМУРЬЯ

Изучены литолого-стратиграфические разрезы и химические составы черносланцевых пород, вмещающих месторождения кварцевожильного и сульфидно-вкрапленного типов одного из золоторудных районов Приамурья. Установлено, что кварцевожильное оруденение приурочено к участкам черносланцевой толщи с вулканогенно-терригенным типом разреза. Суль-

фидновкрапленное оруденение приурочено к участкам черносланцевой толщи с вулканогенно-терригенно-хемогенным типом разреза. Рудные тела локализуются в различных по литологическому и химическому составу породах, для которых в случае кварцевожильного оруденения характерен натриевый тип щелочности, а в случае сульфидновкрапленного — калиевый.

Золотое оруденение, развитое в черносланцевых толщах Приамурья, представлено двумя основными минерально-морфологическими типами — кварцевожильным и сульфидновкрапленным. К первому относятся широко распространенные в районе малосульфидные кварцевые жилы и жильно-прожилковые зоны. Золото в них относительно крупное, высокопробное. Поэтому коренные месторождения сопровождаются широкими ареалами россыпной золотоносности, что существенно облегчает их поиски. Месторождения второго типа представлены относительно редкими мощными зонами жильно-вкрапленной сульфидной (пиритовой) минерализации. Золото в них обычно субмикроскопическое, заключено в сульфиды и поэтому плохо накапливается в россыпях. Это затрудняет поиски коренных месторождений традиционными методами.

Для более успешных поисков золотого оруденения в черносланцевых толщах (особенно сульфидновкрапленного типа) необходимо расширение знаний о геологических (прежде всего литолого-геохимических) условиях его локализации.

Как показали проведенные нами исследования, кварцевожильные и сульфидновкрапленные месторождения хотя и приурочены к однотипным геологическим структурам, но локализуются в существенно разных по литологическому и химическому составу черносланцевых породах. Разберем это на примере месторождений кварцевожильного и сульфидновкрапленного типа одного из золотоносных районов Приамурья.

ПОРОДЫ, ВМЕЩАЮЩИЕ КВАРЦЕВОЖИЛЬНОЕ ОРУДЕНЕНИЕ

Месторождение приурочено к северному склону Эльгоканского купола [7], сложенного протерозойско-палеозойскими (?) метаморфическими сланцами афанасьевской и тальминской свит и метадиабазами эльгинского горизонта. Простираение слоев близширотное, падение на север под углом 30—40°. Метаморфизм пород неоднородный, усиливающийся вниз по разрезу, в целом отвечает условиям фации зеленых сланцев. Изверженные породы представлены рассланцованными метагаббро палеозойского возраста и позднемеловыми дайками диоритовых порфиритов и кварцевых порфиритов. Последние являются пострудными образованиями, так как пересекают рудные жилы и содержат ксенолиты золотоносного кварца [5].

Золотоносные кварцевые жилы относятся к малосульфидной формации. Количество сульфидов не превышает 5%. Резко преобладающим среди них является арсенопирит.

Большая часть рудных жил имеет такое же, как и вмещающие породы, близширотное простираение, но, в отличие от последних, южное падение под углом 20—80°. Они отмечаются почти на всех стратиграфических уровнях разреза и в различных по литологии породах (рис. 1, А). Наиболее продуктивные жилы локализованы в углеродистых филлитовидных сланцах вблизи подошвы метадиабазов эльгинского горизонта, а также в самих метадиабазов.

Средние химические составы рудовмещающих пород приведены в табл. 1 и на диаграмме А. Н. Неелова [6] (рис. 2). Там же показаны результаты частных химических анализов (относительно мелкие знаки). Графитсо-

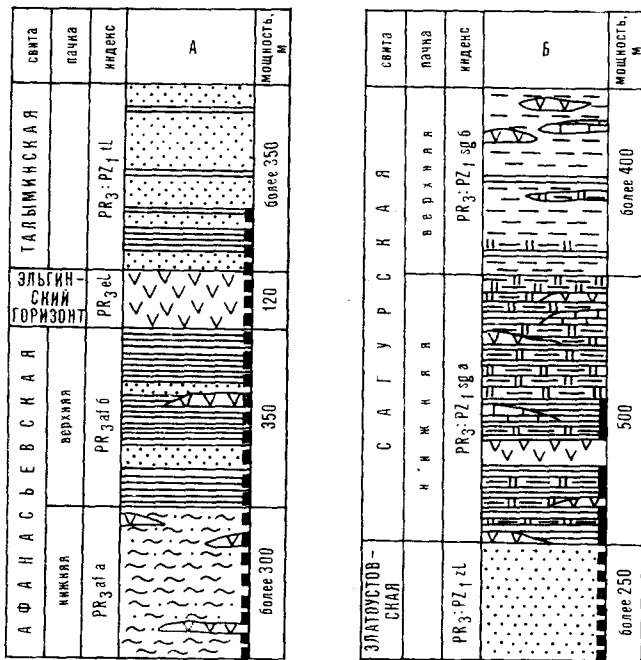


Рис. 1. Литолого-стратиграфические колонки вмещающих пород для золоторудных месторождений кварцевожильного (А) и сульфидовкрапленного (Б) типов.

1 — рассланцованные углеродсодержащие метапесчаники; 2 — черные углеродистые филлитовидные сланцы; 3 — зеленые сланцы и зеленокаменные породы (метадиабазы); 4 — зеленовато-серые филлиты; 5 — серицит-кварцевые сланцы, кварциты и пачки их тонкого переслаивания с углеродистыми филлитовидными сланцами; 6 — мраморизованные известняки и пачки их тонкого переслаивания с углеродистыми филлитовидными сланцами; 7 — графитистые кварц-сланцевые кристаллосланцы (метапелиты); 8 — графитосодержащие слюдяно-кварц-альбитовые сланцы (метапсаммиты); 9 — положение оруденения кварцевожильного (а) и сульфидовкрапленного (б) типов в стратиграфическом разрезе.

держателе слюдяно-кварц-альбитовые кристаллосланцы располагаются на диаграмме в диагностических полях IIIa и IIIб, что позволяет считать их продуктами метаморфизма псаммитов. Среди щелочей заметно преобладает Na_2O , что отражено левым наклоном векторов. Графитистые кварц-сланцевые сланцы отличаются несколько пониженными содержаниями SiO_2 , TiO_2 , FeO , CaO и Na_2O (см. табл. 1). На диаграмме они располагаются в поле IVa и IVб, что отвечает полимиктовым и граувакковым алевролитам. Характерны стабильность величины отношения $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ и довольно широкий разброс отношения $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$, что нашло отражение в широких вариациях угла наклона векторов на диаграмме (см. рис. 2). Углеродистые филлитовидные сланцы также характеризуются натриевым типом щелочности. Показательно высокое содержание $\text{C}_{\text{орг}}$

(1,13 %). Положение этих пород на диаграмме отвечает пелитам.

Филлитовидные сланцы и метапесчаники талыминской свиты отличаются от перечисленных выше пород повышенной кремнистостью. Судя по диаграмме, они соответствуют слабожелезистым силицитам и аркозам. Из щелочей заметно преобладает натрия, что отражено на диаграмме левым наклоном векторов.

Таким образом, золотоносные кварцевые жилы месторождения локализованы в различных по исходному субстрату и химическому составу метаморфических сланцах. Общим для всех них является преобладание натрия в сумме щелочей, т. е. натриевый тип щелочности.

ПОРОДЫ, ВМЕЩАЮЩИЕ СУЛЬФИДОВКРАПЛЕННОЕ ОРУДЕНЕНИЕ

Месторождение приурочено к южному крылу Маломирской антиклинали, сложенной протерозойско-палеозойскими (?) метаморфическими сланцами златоустовской и сагурской свит. Простираение слоев близширотное, падение на юг под углом 10—30°. Метаморфизм относительно слабый, не превышающий фации

Таблица 1
Средний химический состав вмещающих пород золоторудного месторождения кварцевожильного типа

Компонент	1(3)	2(3)	3(2)	4(4)	5(2)
SiO_2	71,41	69,16	62,63	76,99	65,93
TiO_2	0,62	0,58	0,93	0,49	0,77
Al_2O_3	12,64	14,25	17,67	10,93	14,00
Fe_2O_3	1,65	1,76	1,60	0,76	0,79
FeO	3,24	2,73	5,23	2,80	4,75
MnO	0,05	0,05	0,07	0,04	0,10
MgO	0,88	1,18	1,33	1,16	2,34
CaO	0,99	0,79	0,50	0,99	2,09
Na_2O	2,93	2,62	3,24	2,12	2,84
K_2O	2,44	2,96	2,62	1,96	2,48
P_2O_5	0,04	0,15	0,21	0,07	0,14
S	Сл.	0,23	Не обн.	Не обн.	0,04
CO_2	1,62	1,73	0,43	0,32	1,00
H_2O^+	1,11	1,82	2,78	1,08	2,17
Сумма	99,80	100,36	99,44	100,03	99,77
H_2O^-	0,10	0,08	0,27	0,09	0,23
П. п. п.	2,85	3,77	3,90	1,59	3,66
$\text{C}_{\text{орг}}$	0,18	0,35	1,13	0,32	0,33
$\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$	1,20	0,88	1,24	1,08	1,15

Примечание. 1, 2 — нижняя, 3 — верхняя пачки афанасьевской свиты: 1 — графитосодержащие слюдяно-кварц-альбитовые сланцы (метапсаммиты), 2 — графитистые кварц-сланцевые сланцы (метапелиты), 3 — углеродистые филлитовидные сланцы; 4, 5 — талыминская свита: 4 — углеродистые метапесчаники, 5 — углеродистые филлитовидные сланцы. В скобках — количество проб.

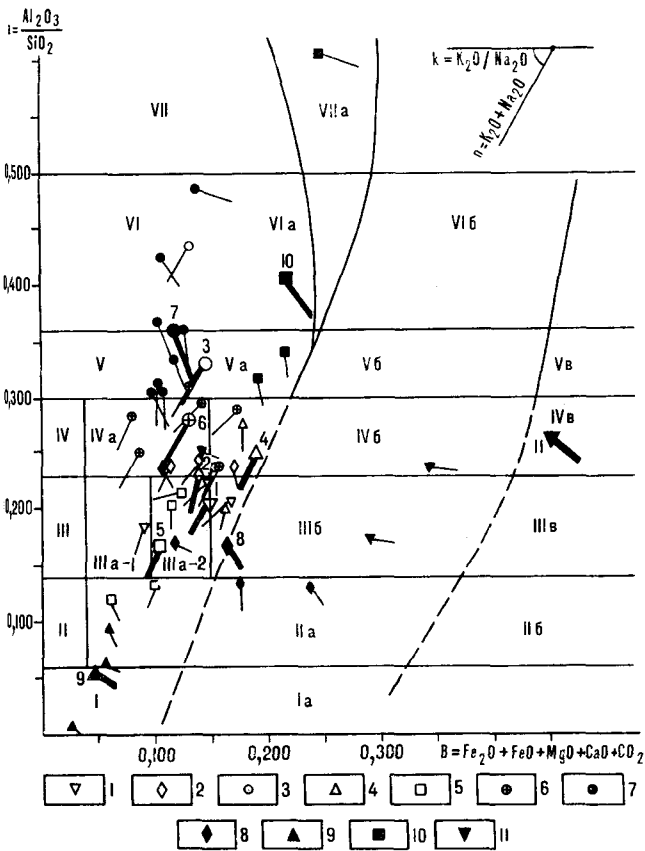


Рис. 2. Сравнение химических составов вмещающих пород на золоторудных месторождениях кварцево-жильного (1-5) и сульфидовкрапленного (6-11) типов на диаграмме А. Н. Неелова.

1, 2 — нижняя, 3 — верхняя пачки афанасьевской свиты: 1 — графитсодержащие слюдяно-кварц-альбитовые сланцы (метасаммиты), 2 — графитистые кварц-слюдяные сланцы (метапелиты), 3 — углеродистые филлитовидные сланцы; 4, 5 — талыминская свита: 4 — углеродистые метапесчаники, 5 — углеродистые филлитовидные сланцы; 6 — златоустовская свита, углеродсодержащие метапесчаники; 7-10 — нижняя, 11 — верхняя пачки сагурской свиты: 7 — углеродистые филлитовидные сланцы, 8 — тонкое переслаивание серицит-кварцевых и углеродистых филлитовидных сланцев, 9 — серицит-кварцевые сланцы и кварциты, 10 — тонкое переслаивание мраморизованных известняков и углеродистых филлитовидных сланцев, 11 — зеленовато-серые филлиты. Крупные знаки соответствуют средним значениям, приведенным в табл. 1 и 2; цифры у знаков отвечают их порядковым номерам. Мелкие знаки соответствуют частным химическим анализам.

зеленых сланцев. Изверженные породы представлены небольшими массивами рассланцованных метагранитов палеозойского возраста и позднемеловыми дайками диоритовых порфиритов.

Осадочно-метаморфические породы рудного поля характеризуются резкой вертикальной и латеральной фациальной изменчивостью (см. рис. 1, Б). Специфическим является наличие кремнистых и особенно карбонатных литофаций, а также пачек их тонкого переслаивания с метатерригенными породами.

Рудные тела представлены зонами золотоносной сульфидной вкрапленности. Основным рудным минералом является пирит, значи-

тельно реже отмечается арсенопирит. Характерно наличие карбонатов анкерит-сидеритового ряда. Самородное золото диспергировано в пирите.

Продуктивная сульфидновкрапленная минерализация имеет четкий литолого-стратиграфический контроль (см. рис. 1, Б). Она развита в различных метаосадочных породах нижней пачки сагурской свиты и не распространяется в метадиабазы. Преимущественное ее развитие отмечается в филлитовидных углеродистых сланцах и в пачках их тонкого переслаивания с серицит-кварцевыми сланцами. Контакты этих пачек с метадиабазами служат естественными границами рудных тел.

Кварцевожильная минерализация на месторождении практически неизвестна. Единичные кварцевые жилы установлены за пределами сульфидновкрапленных зон среди метапесчаников златоустовской свиты.

Средние химические составы рудовмещающих пород приведены на диаграмме (см. рис. 2). Углеродсодержащие метапесчаники златоустовской свиты, в которых локализованы кварцевые жилы, концентрируются на диаграмме в диагностических полях IVa и IVб, что указывает на их полимиктовый и грауваковский первично-осадочный состав. В сумме щелочей резко преобладает натрий. По этому признаку они сопоставимы с рудовмещающими породами месторождения Верхней Селемджи.

Углеродистые филлитовидные сланцы нижней пачки сагурской свиты, в которых локализуется основная сульфидновкрапленная минерализация, обнаруживают на диаграмме довольно большой разброс фигуративных точек по вертикали, что отвечает широкому вариациям их первичного состава от алевритов до пеллитов. Важной особенностью химизма этих пород является значительное преобладание K_2O над Na_2O , т. е. калиевый тип щелочности, что принципиально отличает их от пород с кварцевожильным оруденением, имеющих натриевый тип щелочности. Эта особенность калиевых пород отражена на диаграмме правым наклоном векторов.

Серицит-кварцевые сланцы и кварциты отличаются высокой кремнистостью и относительно низкой общей щелочностью (табл. 2). Однако тип щелочности, как и в филлитовидных сланцах, существенно калиевый. Аналогичной особенностью характеризуются и пачки тонкого переслаивания этих пород с углеродистыми филлитовидными сланцами.

Карбонатные породы (пачки тонкого переслаивания известняков и филлитовидных сланцев) обнаруживают на диаграмме широкий разброс фигуративных точек как по вертикали, так и по горизонтали. Это отвечает значительным вариациям химизма первично-осадоч-

Таблица 2

Средний химический состав вмещающих пород золоторудного месторождения сульфидовкрапленного типа

Компонент	6(6)	7(8)	8(4)	9(3)	10(5)	11(3)
SiO ₂	66,51	61,33	71,56	89,96	56,32	56,62
TiO ₂	0,69	0,69	0,62	0,17	0,69	1,01
Al ₂ O ₃	15,82	18,67	10,30	3,99	12,82	19,49
Fe ₂ O ₃	1,42	4,93	5,17	1,13	0,26	2,49
FeO	3,14	1,13	2,39	1,23	5,04	5,25
MnO	0,10	0,07	0,26	0,12	0,13	0,05
MgO	1,63	1,08	2,10	0,23	4,44	3,82
CaO	0,81	0,42	0,61	0,41	4,89	0,85
Na ₂ O	3,95	2,09	0,67	0,26	0,69	1,41
K ₂ O	2,85	5,11	2,41	1,12	3,49	4,98
P ₂ O ₅	0,20	0,23	0,49	0,19	0,16	0,24
CO ₂	0,70	0,31	0,29	0,25	8,20	0,36
H ₂ O ⁺	1,80	2,39	2,98	0,74	2,32	3,40
H ₂ O ⁻	0,28	0,47	0,65	0,22	0,15	0,36
C _{орг}	0,31	0,51	Не анал.	0,02	0,15	Не анал.
S	0,02	Не обн.	Не обн.	Не обн.	0,20	Не обн.
С у м м а	100,21	99,43	100,50	100,04	99,80	100,33
П. п. и.	3,27	3,82	4,05	1,20	11,16	4,80
Na ₂ O/K ₂ O	1,39	0,41	0,28	0,23	0,20	0,28

Примечание. 6 — златоустовская свита, углеродсодержащие метапесчаники, 7—10 — нижняя, 11 — верхняя пачки сагурской свиты: 7 — углеродистые филлитовидные сланцы, 8 — тонкое переслаивание серицит-кварцевых и углеродистых филлитовидных сланцев, 9 — серицит-кварцевые сланцы и кварциты, 10 — тонкое переслаивание мраморизованных известняков и углеродистых филлитовидных сланцев, 11 — зеленовато-серые филлиты. В скобках — количество проб.

ных пород — карбонатных и карбонатистых алевролитов и аргиллитов. В породах расчетным путем устанавливаются помимо карбоната кальция железомagneвые карбонаты. Эти породы, как и вышеуказанные кремнистые и терригенные, характеризуются значительной долей калия в сумме щелочей.

Зеленовато-серые филлиты верхней пачки сагурской свиты по своим литолого-геохимическим особенностям подобны рудовмещающим углеродистым филлитовидным сланцам. Отличаются они несколько повышенными содержаниями MgO, TiO₂ и отсутствием заметных количеств углеродистого вещества. Вероятно, по этой причине золотоносная минерализация в них не установлена.

Таким образом, породы, вмещающие сульфидовкрапленное оруденение, довольно разнообразны по химическому составу и исходному субстрату. Это метаморфизованные пелитовые, алевролитовые, кремнистые и карбонатистые отложения. Вместе с тем все они характеризуются единой общей особенностью — существенным преобладанием K₂O над Na₂O, т. е. калиевым типом щелочности. Этим они принципиально отличаются от пород, вмещающих оруденение кварцевожильного типа.

Установленная зависимость минерально-морфологических типов золотого оруденения Приамурья от характера щелочности углеродистых парасланцев хорошо согласуется с полученными нами ранее данными по другим регионам СССР [3]. На наличие двух типов щелочности парасланцев указывал А. А. Беус [2]. Первый из них — калиевый — является обычным аналогом неметаморфизованных осадочных образований, второй — натриевый — по высокому содержанию этого элемента не находит среди них аналогий и характерен только для метаморфических пород. Объяснение этому он находит у Т. Ф. Барта [1], который показал, что обогащение пород натрием происходит в субмаринных условиях за счет метаморфогенной активизации хлоридно-натриевых поровых вод. Сохранение в этих условиях пород с первично-осадочной калиевой специализацией требует специального объяснения. Учитывая тесную ассоциацию калиевых парасланцев с карбонатными отложениями и отсутствие последних в разрезах натриевых пород, можно предположить вслед за Н. Л. Добрецовым и др. [4] существенное влияние потенциала Са на процессы разделения щелочей.

В настоящее время причины избирательной локализации золотого оруденения сульфидовкрапленного типа в калиевых, а кварцевожильного в натриевых углеродистых сланцах не изучены. Здесь необходимы специальные исследования. Тем не менее нам представляется, что полученные данные могут позволить более обоснованно и целенаправленно проводить поисковые работы.

ВЫВОДЫ

1. Минерально-морфологический тип золотого оруденения в черносланцевых толщах Приамурья определяется литологическими особенностями и характером щелочности рудовмещающих пород.

2. Оруденение кварцевожильного типа располагается в участках черносланцевых толщ с вулканогенно-терригенным разрезом. Оно локализуется в различных по исходному субстрату породах, общей особенностью которых является натриевый тип щелочности. Четкого литологического контроля в размещении рудных жил не наблюдается. Наиболее богатые из них чаще всего развиваются в алевролитовых

и пелитовых разностях, обогащенных углеродистым веществом.

3. Оруденение сульфидновкрапленного типа приурочено к черносланцевым толщам с вулканогенно-терригенно-хемогенным разрезом, отличающимся широким развитием кремнистых и особенно карбонатных литофаций и резкой вертикальной и фациальной изменчивостью. Оно локализовано в различных по исходному субстрату породах, общей особенностью которых является калиевый тип щелочности.

В вулканогенные породы основного состава сульфидновкрапленная минерализация не распространяется.

4. Полученные данные позволяют прогнозировать конкретный минерально-морфологический тип золотого оруденения в зависимости от литолого-геохимических особенностей черносланцевых толщ, что дает возможность более обоснованно выбирать методику поисковых и геолого-разведочных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барт Т. Ф. Соотношение натрия в изверженных и осадочных породах // Проблемы геохимии, посвящ. А. П. Виноградову.— М.: Наука, 1965.
2. Беус А. А. Геохимия литосферы.— М.: Недра, 1972.
3. Буряк В. А., Парада С. Г. Литолого-геохимическая основа классификации метаморфогенно-гидротермального золотого оруденения // Проблемы петрологии Дальнего Востока: Тез. докл. Дальневост. регион. петрограф. совещ. Т. 1.— Хабаровск: ПГО Дальгеология, 1981.
4. Добрецов Н. Л. и др. Фации регионального метаморфизма умеренных давлений.— М.: Недра, 1972.
5. Моисеенко В. Г. Геохимия и минералогия золота рудных районов Дальнего Востока.— М.: Наука, 1977.
6. Неелов А. Н. Химическая классификация осадочных пород для изучения метаморфических комплексов докембрия // Литология и геохимия раннего докембрия.— Апатиты, 1977.
7. Эйриш Л. В. Куполовидные структуры Селемджинско-Кербинского поднятия и связь с ними золотого оруденения (Дальний Восток): Автореф. канд. дис. ...— Владивосток, 1972.

ДВИМС
Хабаровск

Поступила в редакцию
1 сентября 1986 г.