

УДК 549

Самородные металлы и интерметаллиды Мраморской зоны (их генезис и возможная прогнозная оценка)

*Азовскова О.Б. *, Малюгин А.А. **, Сустанов С.Г. ***

** Уральская геолого-съёмочная экспедиция (ОАО УГСЭ)*

*** Уральская государственная горно-геологическая академия (УГГА)*

Основой исследования являются детальные картировочные и геолого-поисковые работы на рудное золото, проводимые Мраморским отрядом Прогнозно-поисковой партии ОАО УГСЭ с 1999 г. на небольшом участке между с. Мраморское и с. Косой Брод Полевского района, расположенном в пределах так называемой Мраморской зоны смятия.

Мраморская зона смятия, находящаяся в западном обрамлении Сысертского гнейсово-мигматитового комплекса, сложена, главным образом, верхнеордовикско-силурийскими метаморфитами: продуктами приразломного метаморфизма первично-осадочных и вулканогенно-осадочных пород в условиях зеленосланцевой и альбит-эпидот-амфиболитовой фаций. Впрочем, в связи с появляющимися в последние годы новыми публикациями, посвященными петрогенезису глубинных разломов, характеру глубинных флюидных потоков и т.п., происхождение различных сланцев и мраморов этой зоны может быть предметом дискуссии.

В строении зоны преобладают углеродисто-биотит-кварцевые, актинолит-кварц-биотит-хлоритовые (\pm альбит, эпидот), амфиболовые сланцы, углеродисто-графитовые кварциты, полосчатые амфиболиты, иногда гранат-биотитовые сланцы. В восточной части зоны прослеживается полоса мраморов, в различной степени битуминозных и насыщенных углеродистым веществом. В Мраморской зоне смятия также широко развиты серпентиниты и апосерпентинитовые породы. Первые представлены преимущественно регенерированными разностями: оливин-антигоритовыми, перекристаллизованными антигоритовыми породами. Из апосерпентинитовых пород преобладают: тальк-карбонатные, хлорит-тальк-карбонатные, хлорит-тальковые и талькиты. Нередко на эти породы также наложена вторичная антигоритизация. Одна из особенностей зоны - многочисленные малые интрузии от диоритов и габбро-диоритов до гранитоидов и гранит-порфиров известково-щелочного ряда и умеренно щелочных граносиенит-порфиров, реже - монзонитоидов. Нередки также лампрофиры и лампрофироподобные породы. Широко проявлены различные метасоматические процессы [Рапопорт и др., 2001]. Наиболее характерными типами метасоматических пород являются: высокоглиноземистые корундосодержащие метасоматиты, турмалиновые, хлорит-амфиболовые, хлорит-флогопитовые метасоматиты и хлоритолиты, кварц-(карбонат)-

мусковитовые породы и метасоматиты березит-лиственитового ряда. Часто отмечаются проявления низкотемпературного метасоматоза. Все метасоматические процессы (от высоко- до низкотемпературных) имеют специфический характер связанный, вероятно, с "пульсирующим" воздействием "сухих" восстановленных флюидов и инверсиями восстановительного режима в течение длительного времени.

Углеродистое вещество, кроме "черных" сланцев и мраморов, встречается во всех типах пород и буквально пропитывает зоны тектонических нарушений.

Для района характерно сложное блоковое строение, когда многочисленные разнонаправленные тектонические нарушения создают структуру "битой тарелки". Часть блоков приподнята или, наоборот, опущена, некоторые развернуты под значительным углом, иногда опрокинуты.

Золотое оруденение представлено несколькими морфогенетическими типами: жильным золото-сульфидно-кварцевым, типом минерализованных зон и золотоносными корами выветривания. Золотосодержащими (до 2,4 г/т) являются также Мраморское рудопроявление сульфидного никеля (Cu-Co-Ni) и Коквинское месторождение наждака (зона сульфидных наждаков), расположенные в восточной части площади на контакте с Мраморским ультрабазитовым массивом.

Предварительная характеристика и анализ самородного золота из кор выветривания Мраморской площади даны в статьях [Малюгин и др., 2000; 2001].

Самородные металлы и интерметаллиды установлены в этой зоне впервые при изучении шлиховых проб из кор выветривания и протолок. Это: самородные железо (феррит), цинк, медь, свинец, олово, цинкистая медь (самородная латунь), ферхромид? (хромферид?) и, предположительно, минералы платиновой группы. Большая часть из них непосредственно приурочена к золотоносным оруденелым зонам среди метасоматически изменённых сланцев.

Цинкистая медь Cu_2Zn (самородная латунь) - наиболее часто встречается на площади и дает выраженные площадные ореолы в пределах геохимических аномалий золота и на периферии золоторудных кварцевых зон, постепенно как бы сменяя самородное золото. Выделения цинкистой меди обычно мелкие, размером сотые и десятые доли мм., редко до 1,5 - 2,5 мм. Форма выделения - пластинчатая, обычны пакетообразные сростки, имеющие форму стружки или "надутого паруса", редко проволоковидные выделения. Ковкая, иногда слабо ковкая. Цвет свежей цинкистой меди латунно-желтый до темно-желтого с ярким блеском. В единичных зернах и в ковше нередко плохо отличима от золота. Пленочки окислов придают ей более темный красноватый или бронзовый оттенок. Количество самородной латуни - от первых знаков до 100 и более на ковшовую пробу.

Наблюдаемые вариации цвета (до темно-желтого) и удельного веса ("тащится" в ковше) могут быть связаны с некоторой примесью золота подобно цинкистой меди месторождений Закавказья и Кумакского рудного поля [Новгородова, 1983]. Рентгенограммы цинкистой меди приведены в табл. 1

Самородная медь встречается значительно реже, нередко в сростании с цинкистой медью. Форма выделения - проволоковидные кристаллы, дендриты, размером от $p \cdot 0,1$ мм до 1 мм., а также мелкие (сотые доли мм.) пластинчатые выделения. Сростания с золотом не установлены.

Самородный цинк. В золоторудных месторождениях самородный цинк входит в состав ассоциации самородных металлов; встречаются его сростания с цинкистой медью, самородным золотом и углеродистым веществом, на Мраморской площади самородный цинк нередок, но содержится, как правило, в виде единичных и редких знаков (очень редко до $p \cdot 10$ знаков) в ассоциации с рудным золотом и другими самородными металлами. Обычная форма выделения - пластинки или тонкие чешуйчатые сростки, в

Таблица 1

Рентгенограмма цинкистой меди (самородной латуни)

Мраморская площадь (Средний Урал)*		Южный Урал (Новгородова. 1983)		Закавказье (Новгородова. 1983)		hkl
I	d/n	I	d/n	I	d/n	
5	2.36	7	2.358	3	2.358	111
10	2.12	10	2.14	10	2.129	111
2	2.05	0.5	2.040	5	2.08	200
6	1.853	7	1.851	3	1.858	200
-	-	1	1.442	-	-	220
7	1.308	10	1.309	2	1.308	220
-	-	1	1.229	-	-	311
-	-	0.5	1.179	-	-	222
8	1.114	10	1.113	-	-	311
5	1.068	7	1.066	-	-	222

Примечания: *- здесь и далее условия съёмки - аппарат УРС - 2.0. изучение Fe_{Kα+β}.
PKD - 57.3 мм, U - 30 КВ, J - 10 ра.
Аналитик С. Г. Суставов

Таблица 2

Рентгенограмма самородного цинка

Кора выветривания золотоносной метасо- матической зоны (Мраморская площадь)		Кварцевая жила с золотом и сульфидами. Кумакское м-ние (Новгородова. 1983)		Искусственный (Михеев, 1957)		hkl
I	d/n	I	d/n	I	dn	
3	2,72	2	2,73	2	2,74	0002 β
2	2,54	-	-	1	2,552	1010 β
7	2,46	7	2,48	4	2,473	0002
6	2,30	7	2,32	5	2,311	1010,1011 β
10	2,09	10	2,09	10	2,092	1011
5	1,682	4	1,690	8	1,683	1012 β
2	1,476	2	1,477	5	1,476	1120 β
8	1,338	4	1,345	1	1,357	1013
7	1,328	4	1,334	9	1,339	1120
2	1,291	1	2,92*	3	1,292	2020 β
4	1,239	2	1,238	4	1,235	0004
10	1,174	6	1,174	9	1,173	2020
2	1,155	1	1,154	3	1,154	2022 β
9	1,125	6	1,123	6	1,128	2071
4	1,090	2	1,089	5	1,090	1014
5	1,046	2	1,044	5	1,046	2022

единичных случаях - округлые почковидные выделения. Размер - сотые, реже десятые доли мм. Ковкий, мягкий. Цвет серый, светло-серый с ярким металлическим блеском. Часты серые и зеленовато-серые пленочки вторичных продуктов. Результаты рентгеноструктурного анализа цинка приведены в табл.2.

Самородное олово. По сравнению с другими самородными металлами встречается на площади нечасто в виде единичных знаков размером в сотые доли мм. Обычно шаровидные ("дробинки", каплевидные, реже гантелеподобные выделения. Цвет светло-серый, яркий металлический блеск. Единичные знаки самородного олова часто встречаются в россыпях Полевского района.

М.И.Новгородова по материалам изучения Кумакского рудного поля и других объектов отметила его тесную парагенетическую связь с самородным свинцом.

Самородный свинец. Так же, как и самородное олово, встречается в виде единичных знаков в шлиховых пробах из кор выветривания и протолочках, в виде мелких округлых зерен, реже - дендритовидных образований и пластинок. Размер выделений - сотые и десятые доли мм. Цвет серый и темно-серый, на свежем срезе - яркий металлический блеск. Ковкий, мягкий. Иногда частично замещен вторичными минералами. Нередкие мелкие округлые зерна и шарики свинца, отмечаемые в россыпях золота Полевского района, ранее всегда считалось "механической примесью".

Самородное олово и самородный свинец определены пока только с помощью микрохимических реакций.

Самородное железо (феррит). В свежем виде получено только в протолочках из кварцевых жил и околожильных метасоматитов. В корах выветривания замещается вторичными продуктами с образованием хлопьевидных агрегатов, включающих тонкие чешуйки светлой слюды, с которой самородное железо часто даёт срастания. Проявление феррита на Мраморской площади (так же, как и на Кумакском месторождении) тесно связаны с золоторудными кварцевыми прожилками и вмещающими метасоматитами. Так в протолочке из вскрытой горными работами маломощной рудной зоны в центральной части площади самородное железо составляет 30 - 35% тяжелой фракции. Форма выделения феррита - пластинчатая, иногда отмечаются лапчатые агрегаты, размером от десятых (реже сотых) долей мм. до 1,2 - 1,5 мм. Характерна тесная связь со светлой слюдой, хлоритом. (По Кумакскому месторождению описано даже замещение слоистых силикатов самородным железом) [Новгородова, 1983]. Цвет феррита стально-серый, на краях пластинок часто с зеленовато-синим оттенком. Мягкий, ковкий. Данные рентгеноструктурного анализа отвечают практически чистому беспримесному железу.

Соединение хрома, близкое к ферхромиду. Имеются единичные находки в щебнисто-дресвяно-глинистом элювии на контакте апосерпентинитовых пород и метасоматически измененных углеродистых сланцев. Среди обломочного материала присутствует щебень кварца. Представляет собой небольшие таблитчатые выделения, размером первые десятые доли мм. Цвет серый, иногда с желтоватым оттенком. Отчетливый металлический блеск. Немагнитен или слабо магнитен. Точное определение состава не сделано из-за недостатка материала.

Полученная дифракционная картина имеет следующие основные линии: 2,10(4) - 2,03(5) - 1,995(10) - 1,161(4). Помимо этого получено еще три слабых отражения в большеугловой области. Идентификация спектра не дает однозначного определения минерала. Можно только сказать, что фаза, по-видимому, кубическая с низким значением параметра a_0 . Исходя из наблюдаемых физических свойств и дифракционной картины, можно предположить, что данный образец является соединением Cr_2 , близким к ферхромиду. Возможно, что, как и на Кумакском месторождении, имеем здесь дело с неупорядоченным природным соединением железа с кремнием в составе полиминеральных сростков с ферхромидом или хром-ферридом.

Рентгенограмма самородного железа

Золоторудная кварцевая жила с вмещающими метасоматитами (Мраморская площадь)		Золото-кварцевые руды (Новгородова, 1983)		Стратиформные полиметаллические (Новгородова, 1983)		
I	d/n	I	d/n	I	d/n	hkl
3	3,35*	-	-	-	-	кварц
5	2,24	3	2,23	3	2,233	110 β
10	2,03	9	2,02	9	2,022	110
1	1,815	-	-	-	-	
2	1,581	3	1,58	3	1,578	200 β
6	1,435	7	1,43	7	1,430	200
3	1,290	4	1,29	4	1,289	211 β
10	1,170	10	1,17	10	1,168	211
1	1,116	-	-	2	1,117	220 β
6	1,014	-	-	7	1,012	220

* отражение вызвано примесью кварца

Кроме перечисленных выше самородных металлов и интерметаллов, в шлиховых пробах из кор выветривания и протолочках Мраморской площади (в пределах "золоторудной" зоны) встречены интересные металлические образования в виде небольших "пружинок" черно-серого и серого цвета с ярким металлическим блеском на свежем срезе. Они немагнитные, твердые, хрупкие, не растворяются в кислотах и смеси кислот. Размер свернутой "пружинки" 0,1 - 0,2 мм. в поперечнике. В этих же пробах обнаружены темно-серые магнитные шарики, с отчетливым металлическим блеском, иногда "сидящие" в более тусклой черно-серой матрице. Ведется подбор образцов для точных исследований. Подобные образования совместно с золотом и платиной встречаются в тяжелой фракции шлихов, из платиноносных россыпей Нижне-Тагильского района (Висимская площадь). По устному сообщению В.С.Балахонова, старатели относили их к платиноидам.

Примечательно, что два анализа, выполненные Ю.А.Волченко по углеродистым сланцам центральной части Мраморской площади в пределах выявленных золотоносных зон показали содержание платины 0,4 г/т и 2,6 г/т.

Установленная ассоциация самородных металлов и интерметаллидов, генетически связанная с золоторудным процессом, аналогична для ряда гидротермальных месторождений золота; наиболее детально описана и изучена на Кумакском золоторудном месторождении [Мин. Урала, 1990; Новгородова, 1983]. Проявление этой ассоциации требует резко восстановительной безводной среды кристаллизации, которая могла быть продуцирована, как это показано рядом исследователей (Новгородова М.И., 1983; Иванкин П.Ф., 1988, 1991; Банникова Л.А., 1990, 1993, 1998; Миронов А.Г. и др., 2001), исключительно потоками восстановительных флюидов, связанных с зонами долгоживущих глубинных разломов. Предполагается [Миронов и др., 2001; Новгородова, 1983] металлоносный метановый (или более сложный) состав газов с примесями серы,

галогенов, азота. Характерная особенность как Кумакского (и подобных ему месторождений), так и Мраморской площади - обуглероживание различных пород, причем углеродистое вещество присутствует не только в виде свободного углерода (графит, шунгит ...), но и в виде различных углеводородных и сульфорганических соединений. Это углеродистое вещество, не связанное с осадочными породами, имеет ряд особенностей [Банникова, 1990; Новгородова, 1983], в частности, высокую стойкость в процессах химического и термического разложения, причиной которой являются необычайно сильные связи CELC, характеризующие предалмазное состояние углеродистого вещества.

При опробовании на золото следует учитывать, что подобные качества могут существенно мешать проведению пробирного или атомно-абсорбционного анализов по традиционным методикам.

Все вышеупомянутое позволяет пересмотреть прогнозную оценку значительных территорий, где есть признаки проявления восстановительных метасоматических процессов. Это касается не только собственно золоторудных объектов, связанных с шовными зонами, но и выделяемых в последнее время специфических золото-порфириковых и золото-медно-порфириковых месторождений так называемого восстановительного типа.

Литература

1. Банникова Л.А. Органическое вещество в гидротермальном рудообразовании. М, "Наука", 1990г.
2. Малюгин А.А., Михайлов А.П., Азовскова О.Б. Происхождение золота полигенных и разновозрастных россыпей Мраморско-Кособродской эрозивно-структурной депрессии. Геология и минерально-сырьевые ресурсы Европейской территории России и Урала (Матер, регион, конф.), кн. П. -Екатеринбург, 2000., стр.117-118.
3. Малюгин А.А., Азовскова О.Б., Кузнецов В.Н., Малюгин В.А. Использование морфометрических особенностей золота при поисках коренных месторождений. Известия УГТГА, сер.: Геология и геофизика, вып. 13, 2001 г.
4. Минералогия Урала. Элементы, карбиды, сульфиды. Под ред. Н.П. Юшкина. Свердловск, УрО АН СССР, 1990г.
5. Миронов АТ., Жмодик СМ., Очиров Ю. Ч. и др. Таинское золоторудное месторождение (Восточный Саян, Россия) - редкий тип золото-порфириковой формации. Геология рудных месторождений, 2001г., т. 43, №5, стр. 395- 413.
6. Новгородова М.И. Самородные металлы в гидротермальных рудах. М., Наука, 1983 г.
7. Рапопорт М.С., Азовскова О.Б., Кузнецов В.Н. Геологическое строение, метаморфизм и золотое оруденение Мраморской зоны смятия (Средний Урал). Ежегодн. сб. "Геология и металлогения Урала", Екатеринбург, ДПР по УР, УГСЭ, 2001 г.
8. Сазонов В.Н., Огородников В.Н., Коротеев В.А., Поленов Ю.А. Месторождения золота Урала - Екатеринбург: Изд-во УГТГА, 2001 г.