

МИНЕРАЛОГИЯ, ПЕТРОГРАФИЯ И ГЕОХИМИЯ

ISSN 553.411.061.2(470.54)

В.В.Мурзин, В.Н.Смирнов, В.Н.Сазонов, В.В.Ведерников

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ, СВЯЗАННОГО С МАГМАТИЗМОМ ГАББРО-ГРАНИТОИДНОГО И ТОНАЛИТ-ГРАНОДИОРИТОВОГО ТИПОВ

(на примере Петрокаменско-Верхотурской структурно-формационной зоны, Средний Урал)

Петрокаменско-Верхотурская структурно-формационная зона занимает промежуточное положение между двумя крупными общеуральскими структурами: Тагильской фемической мегазоной на западе и Восточно-Уральским поднятием на востоке [3,5]. Интерес к характеру продуктивной на золото минерализации этой зоны обусловлен тем, что в ее пределах находится важный в промышленном отношении Невьянский рудный район. Большинство золоторудных проявлений этой зоны локализовано непосредственно к северу от Верхисетского тоналит-гранодиоритового массива. А.Г.Баранниковым [1] выявлена латеральная геохимическая и минералогическая зональность золотого оруденения относительно ювели этого массива. По его данным непосредственно в контакте развиты жилы золото-шеелитового типа, которые с удалением от массива сменяются золото-пирит-кварцевым, золото-пирит-кварцевым, а еще далее - золото-галенит-кварцевым и золото-антимонит-кварцевым типами. Работами Р.О.Берзона и Г.М.Левитана показана также связь некоторых золоторудных проявлений Урала, в том числе и на изученной площади, с раннегеосинклинальными габбро-плагиогранитными интрузиями [2]. Для этих проявлений характерна пониженная пробность золота и присутствие теллуридов золота, серебра, висмута, свинца и других элементов [2,4].

На основе петролого-геохимических исследований проведено детальное расчленение магматических образований Петрокаменской СФЗ [3,5]. Как показали эти работы, основная особенность геологического развития рассматриваемой зоны заключается в том, что здесь последовательно проявились дифференцированный базальтоидный магматизм, свойственный смежной с запада Тагильской фемической зоне и сопоставляемый с современным островодужным, и орогенный андезитовидный (тоналит-гранодиоритовый) магматизм, наиболее характерный для Восточно-Уральского поднятия. Аналогом последнего в областях современной эндогенной активности считается магматизм активных континентальных окраин.

Золоторудная минерализация отчетливо коррелируется с разновозрастными проявлениями как габбро-гранитоидного магматизма, производного базальтовых магм островодужного типа, так и орогенного тоналит-гранодиоритового магматизма. Значительная часть проявлений золота обнаруживает пространственную связь с теми или иными магматическими комплексами, локализуясь в пределах тел магматитов или в их надинтрузивной зоне. Такие проявления явились опорными для установления взаимосвязи магматических, метасоматических и рудных формаций с особенностями минерального состава руд и отдельных минералов (см.таблицу). Все они принадлежат к одной из двух рудных формаций: золотосульфидной или золото-сульфидно-кварцевой, иногда совмещенных в пределах отдельных проявлений.

Часть золотопроявлений «амагматична» или обнаруживает пространственную связь с мелкими телами сильно измененных магматитов неустановленной формационной принадлежности. Эта минерализация представлена зонами сульфидизации, прожилкового, редко жильного окварцевания и несет обычно в составе продуктивных ассоциаций теллуриды или киноварь. Приуроченность такого оруденения к крупным разломам и зонам смятия, ограничивающим Петрокаменско-Верхотурскую СФЗ с востока и запада, позволяет предполагать его связь с процессами тектоно-магматической активизации или приразломного метаморфизма. В настоящей работе эти золотопроявления не рассматриваются.

Золотое оруденение, связанное с магматизмом базальтоидного профиля, представлено проявлениями, локализованными в интрузивных телах, сложенных породами пановского и петрокаменского габбро-

Магматические комплексы (возраст)	Тип магматизма	Рудные формации	Метасоматические формации
Редкинский (С)	Тоналит-гранодиоритовый известково-щелочной, К-Na	Золото-сульфидно-кварцевая	Березит-лиственитовая
		Золото-сульфидная	То же
Краснопольский (С)	Тоналит-гранодиоритовый повышенной известковистости, малокальцевый	Золото-сульфидно-кварцевая	То же
Петрокаменский (D ₂ ef ₂ -gv)	Габбро-гранитоидный повышенной щелочности, К-Na	Золото-сульфидная	Кварц-серицитовая
		Золото-сульфидно-кварцевая	То же
Пановский (не моложе D ₂ ef)	Габбро-гранитоидный известково-щелочной, К-Na	То же	Березит-лиственитовая
			Пропилитовая

гранитоидных комплексов и их экзоконтактах. Кварцево-жильное оруденение в телах магматитов пановского комплекса (месторождение Пановская Ляга) сформировано в два этапа (см. таблицу). Ранние жилы размещаются преимущественно в габбро, габбро-диоритах и сопровождаются метасоматитами пропиловитовой формации (кварц-эпидотовые и кварц-биотит-эпидотовые породы с вкрапленностью пирротина). Кварц серый, стекловатый, крупнозернистый. Содержит вкрапленность эпидота, карбоната, турмалина. Рудный парагенезис - пирит-пирротин-халькопиритовый - слабо продуктивен. Кварцевые жилы второго этапа локализуются преимущественно в кварцевых диоритах, реже в габбро. Околорудные метасоматиты представлены лиственитами и березитами существенно серицитового состава. Жилы сложены белым сахаровидным гранулированным кварцем, содержащим до 30% сульфидных вкрапленников и серицит-мусковита.

Продуктивная минерализация представлена двумя парагенезисами: пирротин-полиметаллически-сульфотеллуридным и теллуридным. Первый парагенезис, видимо, более ранний. В его состав входят пирротин, халькопирит, галенит, сфалерит, тетрадимит, самородное золото. Золото преимущественно мелкое (менее 0,1 мм), низкопробное (700-750) с очень низким содержанием меди - менее 0,03%. Форма золотинок разнообразна в зависимости от минерального окружения: в кварце и карбонате - изометричные кристаллы, в халькопирите - каплевидные вроски, в раннем пирите - прожилки. Минералы теллуридного парагенезиса образуют сростания, приуроченные к трещинкам в жильном кварце. По характерным сросткам в нем выделены два микропарагенезиса: первый - гессит-халькопиритовый с золотом средней пробности (840-890), в котором присутствует также теллурид ряда гессит - петцит (4-5% золота) и теллуру-висмутит (содержит до 1% свинца) и второй - калаверит (AuTe₂) - халькопиритовый с золотом высокой пробности (920-940), теллуридом ряда гессит-петцит (10-14% золота), теллуру-висмутитом (6% свинца), алтаитом (PbTe), фробергитом (FeTe₂) и колорадоитом (HgTe). Временные взаимоотношения этих микропарагенезисов не ясны. Пространственно они сопряжены без признаков коррозии одного с другим и, по-видимому, почти одновременны.

Кварцево-жильное оруденение, локализованное в надинтрузивной зоне Быньговского массива альбитизированных гранитов пановского комплекса, сходно в основных чертах с вышерассмотренными жилами второго этапа. Вмещающие породы - порфириды и туфы основного состава лиственитизированы, альбитизированы, границы березитизированы. Жилы Быньговского месторождения сложены молочно-белым кварцем с равномерной вкрапленностью кристаллов пирита. Продуктивность связана с комплексом последовательно сменяющихся сульфидно-теллуридных парагенезисов: пирит-сфалеритовый, поли-

формаций золотопроявлений Петрокаменско-Верхотурской СФЗ и их характеристика

Продуктивные парагенезисы и пробность золота в них Продуктивность, усл.ед.

халькопиритовый	пирит-халькопиритовый	пирротин-халькопиритовый	пирит-полиметаллически-сульфосольный	пирротин-полиметаллически-сульфотеллуридный	теллуридный	Продуктивность, усл.ед.
	920-940		820-910			3
			900-930			2
			+			1
		800-860			940-950	2
	810-830					1
				700-750	840-890 920-950	3
					+	1

металлически-сульфидный (пирит - халькопирит + галенит + теннантит), халькопирит-теллуридный (халькопирит + тетрадимит + алтаит + колорадоит + петцит + самородное золото пробностью 930-950 + блеклая руда), галенит-теллуридный (галенит + гессит + сиванит + золото пробностью 860-880).

Золотая минерализация, связанная предположительно с магматитами петрокаменского комплекса, представлена зонами сульфидизации Долгомысовского месторождения и прожилкового окварцевания в кровле и во вмещающих вулканогенно-осадочных породах гипабиссального тела измененных (серицитизированных) плагиоклазовых порфиров Восточно-Долгомысовского проявления. Кроме того, в непосредственном контакте с одноименным массивом известны кварцевые жилы (Колос, Фотиевская) с редкой вкрапленностью сульфидов. Метасоматические изменения пород во всех случаях относятся к кварц-серицитовой формации. В продуктивный парагенезис зон сульфидизации Восточно-Долгомысовского проявления входят халькопирит, пирротин, самородное золото и теллуриды. Среди последних пока надежно диагностирован свинецсодержащий теллур-висмутит (0,9-2,4% свинца). Самородное золото в виде частиц размером от 0,005 до 1 мм часто образует кустовые скопления в рудах и заключено вместе с теллуридами в основном в пирротине, иногда - в кварце. Оно представлено высокопробной разновидностью - 940-950 и иногда содержит до 0,1-0,2% ртути (см.таблицу). Руды зон сульфидизации месторождения Долгий Мыс, отработанные карьером, представлены хлорит-серицит-кварцевыми сланцами, а также окварцованными углистыми сланцами. Для них характерно чрезвычайно невысокое содержание сульфидов, приуроченных, как правило, к тонким кварцевым прожилкам (до 1-2 мм) в сланцах. В продуктивной ассоциации присутствуют пирит, халькопирит, пирротин и золото. Последнее часто видимое (примазки в сланцах) и имеет пониженную пробу (800-860). В кварцевых жилах, кроме редких вкрапленников пирита, в которых заключена основная масса изометричных и каплевидных золотин размером не более 0,1 мм, обнаружены выделения халькопирита. Самородное золото низкопробно - 810-830 и, кроме серебра, содержит в качестве примесей 0,2-0,4% меди.

Проявления золотой минерализации, связанные с андезитоидным магматизмом, известны в породах краснопольского и редкинского комплексов. В западном экзоконтакте Краснопольского массива еще в прошлом веке обрабатывались кварцевые жилы месторождения Долгий Мыс, несущие убогую вкрапленность галенита, халькопирита, пирита и блеклых руд. Мы не располагаем образцами руд этих образований, однако известно, что они сопровождались метасоматитами березит-лиственитовой формации и не отличались высокой продуктивностью.

С редкинским комплексом магматитов связано кварцевожильное оруденение в краевых частях массивов гранодиоритов, а также кварцевые жилы, сопровождающиеся зонами сульфидизации в

экзоконтактовых частях этих массивов (Середовинское, месторождения Увельской зоны, Кунаро-Шайдурихинское). Околорудные изменения принадлежат березит-лиственитовой формации. Основная масса сульфидной составляющей кварцевых жил в интрузивных породах представлена ранним крупнокристаллическим пиритом, в котором заключены мелкие (менее 0,1 мм) изометричные золотишки высокой пробности (960-970, см. таблицу). Ранний пирит раздроблен, трещины выполнены халькопиритом, галенитом, блеклыми рудами, айкинитом, входящими в состав позднего полиметаллически-сульфосольного и пирит-халькопиритового парагенезисов. В наиболее широко представленном парагенезисе - мелкозернистый пирит - халькопирит частицы самородного золота имеют прожилковые и комковидные формы и повышенную крупность (0,2-0,5 мм). Пробность их достаточно высока (920-940), однако отчетливо меньшая, чем в парагенезисе с крупнокристаллическим пиритом. Парагенезис золота с полиметаллами и сульфосолями развит менее широко, но иногда образует кустовые скопления. Золото в нем обычно комковидное или кристаллическое, реже прожилковое (в трещинах пирита), пробность пониженная (890-910 в ассоциации с галенитом и айкинитом, 820-850 - с блеклыми рудами).

В экзоконтактовых зонах интрузий минерализация кварцевых жил в целом подчиняется метаморфической и геохимической зональности, описанной детально А.Г.Баранниковым [1], т.е. по мере удаления от контакта массивов пиритовый и халькопиритовый парагенезисы с относительно высокопробным золотом дополняются парагенезисами с блеклыми рудами и золотом пониженной пробности. Эти жилы сопровождаются зонами сульфидной вкрапленности в березитизированных и лиственитизированных породах вулканогенно-осадочной толщи. Общее количество сульфидов не превышает 10-15% (в среднем 2-3%). Продуктивность их связана с полиметаллическим парагенезисом (халькопирит, сфалерит, блеклая руда), минералы которого корродируют ранние метакристаллы пирита. Пробность золота - 900-930.

Проведенное исследование минерального состава метасоматитов и руд выявило их существенные различия в образованиях, связанных с магматизмом разного типа. Если оруденение тоналит-гранодиоритовых комплексов (редкинский, краснопольский) сопряжено исключительно с метасоматитами березит-лиственитовой формации, то оруденение с габбро-гранитоидными комплексами базальтоидного происхождения (пановский и петрокаменский) сопровождается также пропилитами и кварц-серицитовыми метасоматитами. Ранние продуктивные парагенезисы в первом случае (пиритовый, пирит-халькопиритовый) несут золото повышенной пробности (920-970), во втором более значительна роль пирротина и золота пониженной пробности (700-830), обычно содержащего примеси ртути. Поздние продуктивные ассоциации в оруденении базальтоидного профиля характеризуются широким набором теллуридных микропарагенезисов с золотом двух дискретных уровней пробности - 840-890 (с гесситом) и 920-950 (с калаверитом). В оруденении андезитовидных серий теллуриды обычно не обнаруживаются даже в качестве минералогических находок.

Наконец, обращает на себя внимание связь наиболее продуктивного оруденения с магматическими сериями, средними по величине известковистости-щелочности, т.е. нормальными известково-щелочными. Серии повышенной известковистости и щелочности менее продуктивны в отношении собственно золотого оруденения. Эта закономерность отчетливо прослеживается в эволюционных рядах магматических серий как габбро-гранитного, так и тоналит-гранодиоритового типов (см. таблицу).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баранников А.Г. Геохимическая зональность минерализации золото-антимонит-кварцевого типа // Геохимия и минералогия первичных и вторичных ореолов. - Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986. - С. 94-99.
2. Берзон Р.О., Левитан Г.М. Зависимость минерального состава золоторудных месторождений от формационной принадлежности вмещающих и интрузивных пород // Вопросы петрологии и металлогении Урала. - Свердловск, 1981. - С. 113-114.
3. Корреляция магматических комплексов Среднего Урала. - Свердловск: УрО АН СССР, 1991. - 74 с.
4. Левитан Г.М., Берзон Р.О. О возможном генетическом значении пробы самородного золота применительно к золоторудным месторождениям Урала // Геохимия. - 1977. - №4. - С. 559-566.
5. Смирнов В.Н., Ведерников В.В. Магматизм Петрокаменской структурно-фациальной зоны (Средний Урал). - Свердловск: УрО АН СССР, 1987. - 71 с.