

ЧАСТЬ 4. МЕСТОРОЖДЕНИЯ БЛАГОРОДНЫХ И РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ

В. В. Мурзин

*Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург
murzin@igg.uran.ru*

Типы золотого оруденения в альпинотипных гипербазитах Урала и проблемы их генезиса

На Урале сосредоточено большое количество проявлений золота, в основном мелких по масштабам и локализованных, как правило, в измененных ультраосновных породах. Их распространенность весьма неравномерна – большинство связано с массивами рифейских и раннепалеозойских альпинотипных гипербазитов и лишь в небольшой степени они находятся в зональных и стратиформных базит-гипербазитовых комплексах [Мурзин и др., 1987]. Проявления золота в массивах альпинотипных гипербазитов наиболее распространены на Южном Урале. На Среднем и Северном Урале коренная золотая минерализация известна в единичных случаях, однако здесь широко распространены промышленные золотоносные россыпи водотоков, дренирующих ультраосновные породы.

Установлено, что частицы самородного золота в данных россыпях обладают целым рядом признаков (срастания с магнетитом, серпентином, наличие продуктов распада трехкомпонентных твердых растворов Au-Ag-Cu на бинарные Au-Cu и Au-Ag, присутствие в серебристом золоте примесей ртути), указывающих на их «гипербазитовый профиль» [Мурзин и др., 1999]. Это дает основание поставить вопрос о несоответствии масштабов коренной и россыпной рудоносности на площадях развития ультраосновных пород в качестве проблемного.

Анализ литературы, посвященной происхождению золотой минерализации в гипербазитах Урала (ранние работы А. П. Карпинского, В. Н. Лодочникова, Б. П. Кротова, Е. А. Кузнецова, Н. И. Бородаевского А. П. Переляева и др., а также более поздние Р. О. Берзона, В. Н. Сазонова, В. Н. Огородникова, Ю. А. Волченко) указывает на доминирующую точку зрения – концентрация золота в ультрабазитах имела место в позднюю историю становления массивов альпинотипных гипербазитов при их метаморфической и метасоматической трансформации. Неоднократность проявления такой трансформации, связанной с тектонической и магматической деятельностью обусловили формирование разнообразных типов золотого оруденения.

Наиболее ранняя типизация золотого оруденения в ультраосновных породах Южного Урала проведена Н. И. Бородаевским [1948]. Им выделен особый тип оруденения в хлорит-гранат-пироксеновых породах Карабашского месторождения неясного происхождения и 6 типов месторождений, генетически связанных с «вторжениями гранитной магмы»: 1) залежи золотосодержащих тальцитов и нефрита; 2) залежи лиственитов; 3) жильные зоны с кварцевыми жилами, сопровождающимися лиственитизацией; 4) кварцевые мощные безсульфидные жилы (толстухи); 5) кварцево-

карбонатные золотоносные жилы с сульфидами и б) жилы золотосодержащего асбеста и залежи золотосодержащих серпентинитов.

Нами предлагается более полная группировка проявлений золотой минерализации в альпинотипных гипербазах, учитывающая исследования последнего периода, а также минералого-геохимические особенности руд и измененных пород (табл.).

Т а б л и ц а

**Минералого-геохимические типы золотого оруденения
в альпинотипных гипербазах Урала**

Тип	Геохимический спектр рудных минералов	Фазовый состав золота	Типовые месторождения и проявления
Вкрапленность медистого золота в родингитах (хлограпитах)	P, Ti, As, Cd, Hg, Co, REE, Fe, Cu, Ni, Au, Ag	Au-Cu, Au-Ag-Cu, Au-Ag-Hg	Золотая Гора, Мелентьевское
Вкрапленность золота в рассланцованных антигоритовых серпентинитах	Fe, Cu, Ni, Au, Ag	Au-Cu, Au-Ag (Hg)	Проявления Верхне-Нейвинского массива
Вкрапленность золота в прожилках антигорита среди карбонатизированных и оталькованных серпентинитов	Fe, Cu, Ni, Au, Ag	Au-Ag	Кировское
Убого-сульфидные золото-магнетитовые руды в антигоритовых серпентинитах	Co, Pd, Fe, Cu, Ni, Au, Ag	Au-Ag-Cu, Au-Ag (Hg)	Проявления Каганского массива
Вкрапленность золота в магнетит-хлорит-карбонатных породах в антигоритовых серпентинитах	P, Ti, Sr, Zr, REE, Th, U, Fe, Cu, Ni, Au, Ag	Au-Ag (Cu)	Проявления Карабашского массива
Вкрапленность золота в хризотил-асбесте и карбонат-хризотилловых жилах	Pb, Zn, Fe, Cu, Ni, Au, Ag	Au-Ag (Hg)	Месторождения горы Крестовой и Богородской
Вкрапленность золота в нефритах (актинолитовых породах)	Fe, Cu, Ni, Au, Ag (изучен слабо)	Не изучен	Первопавловское
Золото-сульфидные руды в амфиболовых метасоматитах (антофиллитовых породах)	Co, Bi, Mo, Se, Te, Fe, Cu, Ni, Au, Ag	Au-Ag	Карасьевогорское
Золото-сульфидные кобальт-медные руды в тальк-карбонатных породах	Co, As, Fe, Cu, Ni, Au, Ag	Au-Ag, Au-Ag (Hg)	Ишкининское
Золотосодержащие сульфидно-магнетитовые руды в скарнах	Fe, Cu, Ni, Co, Zn, Au, Ag	Au-Ag (Hg)	Круглогорское
Вкрапленность золота в совмещенных залежах талька и лиственитов	Fe, Cu, Ni, Au, Ag (изучен слабо)	Не изучен	Проявления горы Мурашкиной
Золото-сульфидные кварцевые жилы в лиственитах	Fe, Cu, Ni, Pb, Zn, Bi, As, Sb	Au-Ag	Березовское, Наилинское
Золото-платиноидная минерализация в хромититах [Сначев, 2006]	Не изучен	Не изучен	Проявления массивов Крака
Золото-платиноидная минерализация (?) в углеродистых серпентинитах	Предположительно Cr, МПП, Au	Не изучен	Восточно-Тагильский массив

Как видно из приведенной таблицы, геохимический спектр рудных минералов в выделенных типах минерализации очень разнообразен и вряд ли может быть объяснен только «вторжениями гранитной магмы». Здесь присутствуют также элементы, характерные для пород ультраосновного, основного состава, карбонатитов и др. При этом такие элементы, как Fe, Cu, Ni, Au, Ag являются сквозными.

В настоящее время интерес к изучению благороднометальной минерализации в массивах альпинотипных гипербазитов существенно возрос. Применение современных методов минералого-геохимического изучения вещества позволяет переходить к созданию геолого-генетических моделей формирования оруденения различных типов. Модельные представления развиты еще слабо как в России, так и за рубежом. Применительно к золотому оруденению в уральских гипербазитах наиболее слабо проработанными являются такие вопросы как: 1) соотношение метаморфизма и метасоматоза в рудообразующем процессе; 2) формационная принадлежность метасоматитов; 3) синхронизация рудообразования с тектоно-магматическими событиями; 4) источник рудообразующих флюидов и рудного вещества и 5) РТХ-условия транспортировки рудных компонентов и рудоотложения.

Наибольшая степень разработанности модельных представлений достигнута для кварцевожильного золотого оруденения в листовенитах, где ультраосновные породы служат лишь вмещающей толщей, а рудоносный флюид является магматогенным, что показано изотопно-геохимическими данными [Бортников и др., 1998; Викентьева и др., 2000]. Геологическая и структурная позиция оруденения при этом согласуется с положением материнских гранитоидных интрузий и их дайковых членов. В последние годы также изучались золотосные родингиты (хлограпиты) и золото-магнетитовые руды в антигоритовых серпентинитах [Мурзин и др., 2007; Мурзин, Шанина, 2007]. В разработанных моделях формирования этих образований ведущая роль отводится метаморфогенному флюиду, выделяющемуся при дегидратации океанических или континентальных серпентинитов. Геологическая и структурная позиция золотого оруденения согласуется с положением зон тектонических деформаций в массивах гипербазитов.

Интегральная (геологическая, физико-химическая и изотопно-геохимическая) модель формирования оруденения в родингитах базируется на представлениях о формировании оруденения в условиях деформаций горизонтального сжатия на коллизионной стадии становления структуры Главного Уральского разлома (368 ± 12 млн лет). Золотосные родингиты являются, преимущественно, телами выполнения с широким вовлечением в метасоматический процесс вмещающих серпентинитов. Рудоносный флюид был метаморфогенным и выделялся при дегидратации океанических серпентинитов с участием воды морского происхождения, вещества ультраосновных и основных пород и, на заключительной стадии, морского карбоната. Источником тепла для дегидратации были тектонические деформации на контактах выжимающегося к поверхности блока гипербазитов. Рудные и петрогенные компоненты заимствованы из метаморфизирующихся базитов и гипербазитов.

Модель формирования золото-магнетитовых руд в антигоритовых серпентинитах базируется на представлениях о неоднократной трансформации вещества гипербазитов на регрессивной ветви регионального метаморфизма при концентрации рудного вещества в тектонически ослабленных зонах. В этих зонах отлагались скопления магнетита синхронно с развитием антигорита, хлорита, талька, амфибола. Помимо железа, в систему приносились медь и золото, которые фиксировались в виде тонкой вкрапленности частиц самородного золота и сульфидов меди в магнетите, а

также изоморфно в серпентинах – хризотиле и антигорите. При развитии поздней серпентинизации и хлоритизации, особенно интенсивной в боковых породах, рудные компоненты перераспределялись из силикатной составляющей породы в сульфидную с образованием крупных зерен сульфидов, а также самородного золота. Предполагается метаморфогенное происхождение рудоносного флюида, образующегося при освобождении воды в процессе прогрессивного метаморфизма континентальных серпентинитов в окислительных условиях. Такой флюид мог образоваться при освобождении воды (десерпентинизации) в процессе прогрессивного метаморфизма континентальных серпентинитов и замещения их оливином, антигоритом, тальком.

Все остальные типы золотого оруденения в альпинотипных гипербазитах из перечисленных в таблице изучены очень слабо. Возможно, что некоторые из них при детальном исследовании не подтвердятся как самостоятельные. В то же время возможно обнаружение и новых для Урала типов. Так, на Среднем Урале обнаружены углеродистые серпентиниты с приуроченными к ним золото-платиноидными россыпями [Азовскова и др., 2009]. В Саянах также известен их аналог [Жмодик и др., 2004].

Исследования проведены по Программе № 2 фундаментальных исследований ОНЗ РАН, финансируемой УрО РАН.

Литература

Азовскова О. Б., Александров В. В., Некрасова А. А., Сустанов С. Г. Первые находки карбида хрома в зоне Серовско-Маукского глубинного разлома (Северо-Красноуральская площадь), связь с золото-платиноидной минерализацией // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П. Н. Чирвинского: Сборник научных статей. Пермь: Пермский ун-т, 2009. С. 30–38.

Бородаевский Н. И. Типы золоторудных месторождений, подчиненных ультраосновным породам в Миасском и Учалинском районах Южного Урала // 200 лет золотой промышленности Урала. Свердловск: УФАН СССР, 1948. С. 316–330.

Бортников Н. С., Сазонов В. Н., Викентьева О. В. и др. Роль магматогенного флюида в формировании Березовского мезотермального золото-кварцевого месторождения, Урал // ДАН (Россия), 1998. Т. 363. № 1. С. 82–85.

Жмодик С. М., Миронов А. Г., Агафонов Л. В. и др. Углеродизация гипербазитов Восточного Саяна и золото-палладий-платиновая минерализация // Геология и геофизика, 2004. Т. 45. № 2. С. 228–243.

Викентьева О. В., Бортников Н. С., Мурзин В. В., Наумов В. Б. Флюидный режим минералообразования на Березовском золоторудном месторождении // Ежегодник–99. Институт геологии и геохимии: Информационный сборник научных материалов. Екатеринбург: УрО РАН, 2000. С. 224–227.

Мурзин В. В., Волченко Ю. А., Мамин Н. А. Типоморфизм золотой минерализации в ультрабазитах Урала // Геология, минералогия и геохимия месторождений золота Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1987. С. 40–49.

Мурзин В. В., Сустанов С. Г., Мамин Н. А. Золотая и платиноидная минерализация россыпей Верх-Нейвинского массива альпинотипных гипербазитов (Средний Урал). Екатеринбург: УГГА, 1999. 93 с.

Мурзин В. В., Варламов Д. А., Шанина С. Н. Новые данные о золото-антигоритовой формации Урала // ДАН, 2007. Т. 417. № 6. С. 810–813.

Мурзин В. В., Шанина С. Н. Флюидный режим формирования и происхождение золотоносных родингитов Карабашского массива альпинотипных гипербазитов на Южном Урале // Геохимия, 2007. № 10. С. 1085–1099.

Сначев В. И., Рыкус М. В., Ковалев С. Г., Высоцкий И. В. Новые данные по золотоносности западного склона Южного Урала. Уфа: УНЦ РАН, 1996. 29 с.

**В. В. Зайков¹, И. Ю. Мелекесцева¹, В. А. Котляров¹, А. А. Монгуш²,
Р. В. Кузугет²**

¹ – Институт минералогии УрО РАН, Миасс
zaykov@mineralogy.ru

² – Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН,
г. Кызыл, amongush@inbox.ru

Алдан-Маадырская золоторудная зона на западном фланге Саяно-Тувинского разлома

Алдан-Маадырская золоторудная зона располагается в области сочленения Западного Саяна с Тувинским прогибом и имеет вид полосы шириной 5–6 км, вытянутой в ВСВ направлении на 20 км [Зайкова, Зайков, 1969]. Этот район сложен силурийскими и ордовикскими отложениями, смятыми в линейные изоклинальные складки ВСВ простирания. В ядре горст-антиклиналей находятся клинья кембрийских отложений и гипербазитов. Геолого-минералогические исследования на данной территории проводились в 1952–1976 гг. В. М. Бондаревым, Г. М. Владимирским, В. А. Исаковым, М. И. Ермошиным, В. В. Зайковым, Е. В. Онуфриевой, В. И. Забелиным, В. И. Лебедевым, Б. Д. Васильевым и др.

В 2008 г. после длительного перерыва авторами были продолжены работы на Улуг-Саирском и Хаак-Саирском месторождениях с целью исследования состава золота и определения перспектив золоторудной минерализации. Состав минералов определялся на электронных микроскопах РЭММА-202МВ с энергодисперсионной приставкой и JEOL-733 (ИМин УрО РАН, аналитики В. А. Котляров, Е. И. Чурин).

В Алдан-Маадырской зоне выявлено 5 рудных полей, принадлежащих золотолиственитовому, золото-березитовому и турмалин-золото-кварцевому типам (рис. 1). Наиболее четко их связь проявлена на Хаак-Саирском и Улуг-Саирском рудных полях, приуроченных к единой разрывной структуре на западном фланге Саяно-Тувинского разлома. Исходя из проявления на месторождениях и в экзоконтакте Сютхольского гранитного массива боросодержащего оруденения в виде турмалина и аксинита, возраст золотого оруденения Алдан-Маадырской зоны определяется как ранний девон.

Хаак-Саирское месторождение находится на западе Алдан-Маадырской зоны на левобережье р. Алаш. На месторождении выделено пять участков развития золото-кварцевых жил среди лиственитов, эффузивов и конгломератов нижнего кембрия. В формировании оруденения Б. Д. Васильевым [Рудные..., 1981] выделено несколько этапов: лиственитовый, пирит-кварцевый, кварц-анкерит-сульфосольный, кварц-турмалин-аксинитовый. Выделения золота приурочены обычно к сульфидам и сульфосолям и имеют размер 0.5–2 мм. Рудные минералы (в лиственитах и жилах) представлены