

## ЧАСТЬ 3. ОЦЕНКА ЗОЛОТОНОСНЫХ ПЛОЩАДЕЙ

**В. В. Зайков**

*Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс  
zaykov@mineralogy.ru*

### **Геолого-минералогические исследования и оценка золоторудных месторождений**

В результате геолого-съёмочных и научно-исследовательских работ в Центрально-Азиатском и Уральском складчатых поясах автором с коллегами получен обширный материал по геологии и минералогии золоторудных месторождений. Эти сведения использованы для оценки потенциала рудных полей и составления рекомендаций по проведению геолого-разведочных работ. Основными примерами послужили золоторудные зоны Тувы и Южного Урала.

#### **Золоторудные месторождения Тувы**

*Харальский золоторудный район* приурочен к докембрийским отложениям в основании вулканогенных толщ венда–кембрия [Рудные..., 1981]. В районе известно несколько россыпных месторождений, из которых было добыто порядка 20 т золота. Поиски коренных месторождений золота проводились при геологической съёмке м-ба 1 : 50 000.

Эндогенная золотоносность связана с двумя основными образованиями: 1) телами метасоматических кварцитов, приуроченными к контакту толщи углеродистых алевролитов с перекрывающими вулканитами metabазальт-риолитовой формации; 2) рассредоточенными маломощными золото-кварцевыми жилами. По данным ЦНИГРИ, пробность золота в кварцитах соответствует электруму и кюстелиту, что позволяет ожидать руды золото-серебряной формации. По данным Тувинской ГРЭ, состав золота в кварцевых жилках высокопробный и перспективы ограничиваются золото-кварцевым типом оруденения.

В процессе научно-исследовательских работ был выявлен верхний уровень оруденения, приуроченный к контакту протерозойских и кембрийских отложений с телами серпентинитов. В вершине россыпи ручья Чаасханик присутствуют пирротиновые залежи и кварц-галенитовые жилы, в которых установлены самородное золото и пильзенит. Из этой россыпи, по данным артели Ойна, добыто около 5 т золота, что свидетельствует о возможном практическом значении коренных рудных залежей.

*Улугойская колчеданносная зона* включает Кызыл-Таштыгское колчеданно-полиметаллическое месторождение с суммарными запасами около 3 млн т цинка, свинца и меди и несколько резервных объектов [Зайков, 2006]. Минералогическими исследованиями определена приуроченность электрума к барит-полиметаллическим рудам в кровле колчеданно-полиметаллической залежи. Состав электрума (мас. %): Au 51–62; Ag 36–48. Золото (Au – 70 мас. %; Ag – 30 мас. %) встречается в кварц-карбонатных жилках с крупными выделениями теннантита, галенита, халькопирита и

арсенопирита. Селективная отработка этих частей залежи позволит повысить извлекаемость ценных компонентов.

На Кызыл-Ташском серноколчеданном месторождении выявлен древний карьер, в котором, по ряду признаков, добывались золотоносные сыпучки в зоне окисления серноколчеданной залежи. Аналогичная ситуация характерна для Маинского месторождения на северном склоне Западного Саяна.

**Алдан-Маадырская золоторудная зона** представлена месторождениями трех формационных типов [Зайкова, Зайков, 1969]. Наиболее четко их связь проявлена на трех рудных полях: Хаак-Саирском (золото-лиственитовом), Улуг-Саирском (золото-кварцевом) и Арысканском (золото-березитовом). Они приурочены к единой разрывной структуре на западном фланге Саяно-Тувинского разлома с протрузиями измененных серпентинитов. Протяженность зоны составляет 20 км, ширина 2–4 км.

Западную позицию занимает Хаак-Саирское месторождение, на котором установлены кварцевые жилы и золотоносные листвениты с широкими вариациями Au, Ag и Hg в самородном золоте. В 6 км восточнее расположено Улуг-Саирское золото-кварцевое месторождение, приуроченное к базальным конгломератам ордовика. Единство рудных полей подчеркивается одинаковыми вариациями состава золота, характерного для разных парагенезисов. Выделяются следующие разности (мас. %): высокопробные (Au 90–96; Ag 3–9), средней пробности (Au 74–91; Ag 9–25), низкопробные (Au 63–78; Ag 22–37). Для Хаак-Саирского поля дополнительно к этому свойственен электрум (Au 49–55; Ag 44–54), ртутьсодержащий кюстелит (Au 13–44; Ag 51–61; Hg 4–16) и минералы, содержащие сурьму, свинец, медь, серебро и золото (см. статью Зайкова и др. в части 5 настоящего сборника).

Спецификой Улуг-Саирского месторождения является неоднократно проявленная турмалинизация с включениями циркона и вольфрамсодержащего рутила. Такая ситуация известна на Березовском золоторудном поле Урала [Юминов, 2001]. Есть основания полагать, что золото-кварцевые жилы являются вестниками оруденения, залегающего на глубине 200–500 м в кровле массива лиственитизированных гипербазитов.

На Арысканском рудном поле, расположенном в 5 км восточнее, золотоносными являются пласты березитизированных песчаников и алевролитов. Эта минерализация, возможно, также является отголоском лиственитов, залегающих на глубоких горизонтах рудного поля.

Возраст золотого оруденения Алдан-Маадырской зоны определяется как ранний девон, что соответствует времени становления гранитоидов сютхольского комплекса. Это заключение сделано, исходя из проявления на рудных полях и в экзоконтакте Сютхольского массива боросодержащего оруденения в виде турмалина и аксинита.

На упомянутых месторождениях буровые работы не проводились, и они не получили достоверной оценки ни в отношении коренной, ни в отношении россыпной золотоносности. Выявленные к настоящему времени золотосодержащие кварцевые жилы в поле ордовикских и силурийских отложений следует рассматривать как надрудные образования. Перспективы выявления значительного промышленного оруденения требуют опоискования рудоносного контакта на границе лиственитов и перекрывающих ордовикских конгломератов. Уместно упомянуть, что на крупном Березовском месторождении Урала золотоносные жилы сосредоточены вблизи границы лиственитов и вмещающих вулканогенно-осадочных отложений [Месторождения..., 2001]. Для опоискования рудного поля целесообразно провести геофизические исследования и структурное бурение на Улуг-Саирском участке.

## Золото-колчеданные месторождения Южного Урала

**Ивановское и Дергамышское кобальт-медноколчеданные месторождения** приурочены к границе тальк-карбонатных апосерпентинитовых метасоматитов с базальтами. При оценке флангов Ивановского рудного поля совместно с Н. И. Татарко (Сибайский филиал ОАО «Башкиргеология») выделен золотоносный уровень в 120–300 м выше этого контакта [Попова, Мелекесцева, 2006]. Золото присутствует в пирит-халькопирит-карбонатных прожилках среди сульфидизированных гиалокластитов и в цементе брекчий в виде зерен размером первые десятки микрометров. Выделения имеют различный состав (мас. %): Au 88–90, Ag 8–10 и Au 80–85, Ag 17–19. Близкая ситуация установлена на Дергамышском месторождении, где выявлены пирит-пирротиновые золотосодержащие кластогенные руды на северном фланге рудного поля. Присутствие на рудных полях золотой минерализации требует оценки потенциально золотоносных уровней.

**На золото-колчеданно-полиметаллических месторождениях Баймакского района** работы проводились на нескольких рудных полях. В минералогическом отношении самым богатым явилось Северо-Уваряжское месторождение, в рудах которого установлены акантит, гессит, штрмейерит, кервеллеит, ялпаит [Зайков, Попова, 2007]. Для Вишневого рудного поля проведена прогнозная оценка в отношении золотоносности. На нем золото установлено в халькопирит-пиритовых рудах придонной гидротермальной фации в четырех позициях: в прерывистых жилках, ассоциирующих с галенитом и халькопиритом; выделениях галенита и блеклой руды сложной конфигурации; полосах галенитовой графики; барит-халькопиритовых жилках, секущих пирит. Размер зерен составляет от 20 до 60 мкм, в барит-халькопиритовых жилках до 150 мкм. По результатам микрозондового анализа, содержание Au колеблется от 65 до 75 мас. %, Ag – от 24 до 35 мас. %. В густовкрапленных пирит-халькопирит-сфалеритовых рудах золото фиксируется в сфалерите в халькопирит-галенитовых жилках и выделениях халькопирита и галенита сложной конфигурации. В первом случае форма золотин вытянутая, с извилистыми границами, длина 50–150 мкм, толщина 5–10 мкм. Во втором случае встречаются округлые золотины поперечником 20–30 мкм. Содержание Au 71–79 мас. %, Ag 20–27 мас. %.

Данные, полученные при выполнении работы, дают возможность прогноза оруденения в изученной части рудного поля. В качестве основного рудоконтролирующего фактора приняты уровни локализации оруденения, выделенные совместно с В. А. Гильмаевым (Сибайский филиал ОАО «Башкиргеология»). Один уровень приурочен к контакту метасоматитов с перекрывающей вулканогенной толщей, второй – к средней части разреза этой же базальт-риолитовой свиты. При расчете прогнозных ресурсов принято, что рудные тела представляют собой сульфидные постройки, в которых сочетаются придонная гидротермально-метасоматическая, рудокластическая и донная гидротермальная фации. Детально изученными аналогами таких залежей являются рудные постройки месторождения Таш-Тау [Кулешов, Зайков, 2005], в котором продуктивность составляет около 0.5 (отношение длины рудных тел к длине безрудных участков). Исходя из этой аналогии, подсчитаны прогнозные ресурсы в количестве: золота 11 т, серебра 275 т.

**Золоторудное поле Лисьи горы** располагается на юге Челябинской области вблизи пос. Александровский и имеет размеры 2 × 5 км [Зайкова, Зайков, 1994]. Площадь сложена среднедевонскими андезибазальтами, сформировавшимися в па-

леоостроводужной обстановке. Предшествующие исследователи проводили оценку этой слабо обнаженной территории на колчеданные и магнетитовые руды. В результате неоднократных работ были выявлены литогеохимические аномалии меди и цинка, локальные аномалии ВП, но перспективы участка в отношении золота остались невыясненными.

В процессе наших работ получены данные о забытой делювиальной россыпи золота, разрабатывавшейся около века назад, откартированы и вскрыты лимонитсодержащие зоны окисления. В пределах участка выделены три потенциально рудоносные зоны с признаками золото-сульфидного оруденения. Протяженность зон 1–1.5 км, мощность 50–200 м.

Восточная зона залегает в основании разреза андезибазальтовой толщи. К ней приурочена делювиальная россыпь с продуктивным горизонтом мощностью 0.5–1.5 м. Она вскрыта в 5 сечениях траншеями и залегает на глубине 1–4 м. Продуктивный слой представлен красноцветными глинами с гетитовыми бобовинами, псевдоморфозами гетита по пириту и обломками бурых железняков. Зерна золота имеют размер до 9 мм, степень окатанности низкая, характерна губчатая, кавернозная, кристаллическая морфология. Концентрация Au 90–96 %, Ag 2–8 %. Среднее содержание золота в этом слое 1.9 г/м<sup>3</sup>, прогнозные ресурсы – 1 т золота. Во вмещающих породах установлены развалы лимонитизированных и окварцованных пород с вкрапленностью пирита. Зона фиксируется комплексной аномалией по вторичным ореолам рассеяния с высокими концентрациями Ag.

Центральная зона выражена на поверхности красноцветной корой выветривания, лишенной растительности и резко выделяющейся среди окружающих полей. Располагается она в верхней части разреза андезибазальтовой толщи. Мощность зоны окисления, по данным одиночных скважин, находится в пределах 10–50 м. Цепочкой канав вскрыты охристые глины, содержащие бурые железняки, лимонитсодержащие кварцевые жилы, баритизированные породы и тодорокитовые охры. Содержания золота 0.3–8.5 г/т. По аналогии с подобными объектами на Южном Урале, в основании зоны окисления ожидаются баритовые и пиритовые сыпучки с содержанием золота 5 г/т и серебра – 10 г/т. В геофизических полях зона выражена аномалией ВП.

Западная зона располагается в холмистой местности над андезибазальтовой толщей в лимонитизированных песчаниках с телами бурых железняков. В основании зоны залегают серицит-кварцевые метасоматиты с прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией.

Сделано заключение, что на участке Лисьи Горы имеются предпосылки выявления промышленных золоторудных тел. Общие прогнозные ресурсы участка оценены в 34 т золота и 68 т серебра. Ожидаемый тип оруденения – прожилково-вкрапленный золото-сульфидный, подобный уральскому месторождению Муртыкты.

### **Заключение**

В результате выполненных исследований показано применение геолого-минералогических методов для оценки нескольких золоторудных формаций Тувы и Южного Урала.

Для месторождений, связанных с альпинотипными гипербазитами, определено важное прогнозное значение не только золотоносных лиственитов, но и перекрыва-

ющих конгломератов с надрудными жилами, содержащими турмалиновую минерализацию.

Для месторождений Главного Уральского разлома, связанных с гипербазитами, установлена золотоносность сульфидных жил в перекрывающих базальтовых толщах, что расширяет перспективы Ивановского рудного поля.

Для вулканогенных месторождений Урала показано использование данных о сульфидных постройках типа черных курильщиков, наличие которых установлено геолого-разведочными работами. Эти сведения позволили дать прогнозную оценку Вишневокому рудному полю.

Для золотоносных участков, связанных с сульфидизированными и окварцованными вулканитами андезит-базальтовой формации важное значение имеет сопоставление с известными на Южном Урале месторождениями типа Муртыкты.

Автор благодарен за участие в полевых работах и помощь в аналитических исследованиях Е. В. Зайковой, И. Ю. Мелекесцевой, А. М. Юминову, В. А. Котлярову, Н. И. Татарко, В. А. Гильмаеву, С. С. Куликову, А. А. Монгушу, Р. В. Кужугету. Работы выполнены при поддержке РФФИ (проект 07-05-00260), интеграционного проекта УрО–СО РАН, Президиума РАН (программа № 17) и ЮУрГУ.

#### Литература

*Зайков В. В.* Вулканизм и сульфидные холмы палеоокеанических окраин. М.: Наука, 2006. 429 с.

*Зайков В. В., Попова Е. С.* Самородное золото рудных полей Западно-Магнитогорской палеоостровной дуги. // Уральский минералогический сборник № 14. Миасс: ИМин УрО РАН, 2007. С. 82–95.

*Зайкова Е. В., Зайков В. В.* О золотом оруденении в Западной Туве, связанном с девонским магматизмом // Материалы по геологии Тувинской АССР. Кызыл, 1969. С. 72–76.

*Зайкова Е. В., Зайков В. В.* Лисьи горы – новый перспективный участок на золото-полиметаллическое оруденение курсанского типа // Металлогения складчатых систем с позиций тектоники плит. Екатеринбург: УрО РАН, 1994. С. 319–320.

*Кулешов Ю. В., Зайков В. В.* Медно-цинково-колчеданное месторождение Таш-Тау (Баймакский рудный район, Ю.Урал). Миасс: ИМин УрО РАН, 2005. 158 с.

*Попова Е. С., Мелекесцева И. Ю.* Золото-сульфидная минерализация на южном фланге Главного Уральского разлома // Металлогения древних и современных океанов–2006. Миасс: ИМин УрО РАН, 2006. С. 82–95.

*Сазонов В. Н., Огородников В. Н., Коротеев В. А., Поленов Ю. А.* Месторождения золота Урала. Екатеринбург: ИГиГ УрО РАН, 2001. 621 с.

Рудные формации Тувы. Новосибирск: Наука, 1981. 201 с.

*Юминов А. М.* Типы и условия образования пиррофиллитовой минерализации на Березовском рудном поле (Средний Урал) // Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Екатеринбург, 2001. 24 с.