

УДК 550.4.02

## **ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОЛОТА И МЫШЬЯКА В ЗОНЕ ГИПЕРГЕНЕЗА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТОЕ**

**Попов А.Л., Хмель Е.В.**

**Научный руководитель – профессор Макаров В.А.**

*Сибирский Федеральный Университет*

Основной целью работы явилось изучение характера поведения элементов в зоне гипергенеза месторождения Золотое в связи с различной продуктивностью первичных и вторичных геохимических ореолов рассеяния, а также выявление индикаторных элементов в биогеохимических ореолах. Кроме того дана развернутая характеристика геохимических ореолов золота и мышьяка зоны гипергенеза месторождения Золотого, их взаимосвязь и перспективы использования последней в процессе поисковых работ.

Объект исследования – месторождение Золотое – находится на территории Тейско-Уволжского рудного узла, выделенного по результатам площадных литогеохимических работ на Нойбинской площади (Енисейский кряж) в 2006 году. В пределах рудного узла в тесной пространственной связи с аномальными геохимическими полями золота находятся также такие элементы-спутники как мышьяк, серебро и, в меньшей степени, бор, барий, молибден, медь, свинец.

В структурно-геологическом плане Тейско-Уволжский рудный узел имеет трехъярусное строение. Основная, центральная часть его площади сложена сланцами и металевролитами кординской и горбилоской свит, которые на ЮЗ по зоне Уволжского сброса контактируют с терригенными отложениями чингасанской серии (карьерная и лопатинская свиты) ( $R_3$ ), а на СВ перекрывается, надвинутыми на них метаморфизованными образованиями рязановской свиты ( $PR_1$ ).

На месторождении Золотое выявлены три рудные зоны мощностью северо-западного простирания с падением на северо-восток. Среднее содержание золота на месторождении составляет 2,0 г/т.

Во вторичных геохимических полях золотоносные зоны участка Золотой наиболее контрастно проявляются ореолами золота, мышьяка, в меньшей степени серебра, висмута, свинца, бора, вольфрама, цинка. В рыхлых отложениях овально вытянутое параллельно надвику аномальное поле золота характеризуется высокой интенсивностью (свыше 1000 мг/т), в эпицентрах она достигает 1-2 г/т (в единичной пробе до 23 г/т). Пространственно аномалия золота совпадает с аномальным полем мышьяка. Геохимическое поле мышьяка неоднородно, но охватывает всю площадь участка. Северная его часть характеризуется меньшей интенсивностью и меньшей контрастностью, в то время как на юге площадь аномалии снижается при возрастании контрастности поля. Аномальное поле мышьяка имеет овально вытянутую по простиранию пород форму, интенсивность его (до 0,04 %) на порядок превышает фоновые значения. Концентрации мышьяка в отдельных пробах достигают 0,1-0,2 %. Между золотом и мышьяком во вторичных ореолах рассеяния устанавливается стойкая корреляционная связь. Серебро после разрушения коренных пород приобретает достаточно высокую миграционную способность и выносится из рудной зоны. Вторичные ореолы серебра представлены в северной части участка слабыми аномалиями (0,1-0,15 г/т) небольшой площади и пространственно разобщены с аномальными полями золота.

Изучение первичных ореолов рассеяния месторождения Золотое показало, что объект исследования характеризуется повышенными концентрациями золота, мышьяка, бора, меди, при подчиненном значении серебра. Мышьяк, серебро, висмут концентрируются непосредственно в контуре рудных зон. Положение и интенсивность вто-

ричных ореолов рассеяния мышьяка на поверхности подчеркивает положение первичных ореолов. Наличие аномальных значений элемента отмечается в каждом разрезе практически на всех горизонтах, при этом на глубину аномальные поля не оконтурены. Корреляция золота и мышьяка сохраняется на всех горизонтах. Содержания мышьяка заметно уменьшаются только на крайних профилях участка. Помимо этого тесная корреляционная связь в первичных ореолах устанавливается между золотом и серебром. Крупные контрастные аномалии серебра встречаются в центральной части месторождения, где содержания достигают своих максимальных значений и характеризуются наличием отчетливой пространственной корреляции с выделенными рудными зонами. На флангах месторождения серебро встречается лишь в отдельных пробах, что не согласуется с характером вторичного геохимического поля данного элемента.

В первичных ореолах месторождения Золотое отмечается поперечная зональность. С северо-востока на юго-запад (от рудной зоны 1 к рудной зоне 3) резко повышается контрастность и площадь первичных ореолов рассеяния. Тесная корреляционная связь установлена между золотом, серебром, мышьяком. Это в первую очередь связано с рудной ассоциацией, а именно с нахождением золота в сульфидах.

Исследование биогеохимического поля месторождения показало, что помимо высококонтрастных аномалий мышьяка, объект характеризуется повышенными концентрациями калия, железа, титана, бора, кальция и ряда других элементов. Железо, будучи абсолютно непредставительным во вторичных и первичных ореолах рассеяния, в биогеохимических ореолах образует достаточно контрастные аномалии, интенсивность которых многократно превышает фоновые значения. Это в первую очередь связано с высвобождением этого элемента из нерастворимых сульфидов в процессе разрушения и окисления последних. Кроме того, устанавливается тесная корреляционная связь между мышьяком, железом, титаном, калием и рядом других элементов. Связь железа и мышьяка обусловлена наличием в рудной ассоциации арсенопирита, являющегося основным минералом спутником золота. Наличие титана связано с присутствием в исходных породах рутила. Калий является индикатором зоны метасоматоза, к которой тяготеют рудные тела месторождения.

Для изучения характера формирования геохимических ореолов золота и установления форм его нахождения в зоне гипергенеза на месторождении Золотое проведен анализ большеобъемной пробы рыхлого материала, отобранной из эпицентра литогеохимической аномалии мышьяка и золота.

При исследовании большеобъемных золотоносной пробы был использован комплекс методов для определения форм нахождения золота. По данным рентгенофазового анализа, минеральный состав пробы простой. Отчетливо выделяются каолинит, мусковит, кварц и плагиоклаз.

Гранулометрический анализ хвостов и илов, полученных при отмучивании пробы, показал, что основная часть золота (до 1,27 г/т при среднем 0,93 г/т) тяготеет к фракции  $-0,04+0$ , составляющей 29 % от общего веса пробы. Нахождение золота в этой фракции может свидетельствовать о выносе золота из коренных пород путем инфильтрации солевыми растворами и капиллярными водами, либо о привносе его по средствам движения грунтовых вод.

Анализ распределения золота по фазовым формам в хвостах, именуемых в дальнейшем песками, а также в шламе (илах) крупностью  $-15$  мкм, то есть материале свободно переносимом водными потоками (золото в этом классе гравитационным методом не извлекается), свидетельствует о следующем. Основная часть золота, как в песках, так и в илах, связана с сульфидами и металлами. Эта фаза содержит около 50 % всего золота. Для песков характерно нахождение золота в карбонатной, органической и об-

менной фазах, в связи с аморфными оксидами железа и марганца, а также с кристаллическими оксидами. Обменные – самые мелкие подвижные формы золота, закрепленные на поверхности других минералов и легко растворимые водой, составляют около 30%, на остальные фазы приходится от 5 до 10% благородного металла.

Для шлама нахождение золота в сульфидах и металлах составляет около 80%, оставшаяся часть концентрируется в органике и аморфных оксидах железа и марганца. Это говорит о его слабой растворимости. Однако, нахождение золота в песках в обменной форме в достаточном количестве может являться непосредственной причиной высокой интенсивности вторичных геохимических ореолов, т.к. эта фаза легко переходит в фазу аморфных оксидов, которая является одной из основных при поисках по вторичным ореолам рассеяния.

Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод, что наличие на площади месторождения интенсивных высококонтрастных вторичных ореолов золота на фоне сравнительно низких его содержаний в рудах обусловлено нахождением его в виде тонкодисперсной вкрапленности в мусковите, пирите и арсенопирите. В процессе разрушения этих минералов происходит вынос золота из коренных пород и накопление его во вторичных ореолах в наименее растворимой фазе (фаза сульфидов и металлов), что препятствует их дальнейшему перераспределению. Проведенный анализ форм нахождения золота и изучение его поведения дает возможность в дальнейшем более надежно осуществлять разбраковку геохимических аномалий, а именно: уделять большее внимание при оценке продуктивности рудных зон сочетанию ореолов золота с другими элементами-индикаторами (мышьяк, цинк и др.).

Говоря об индикаторных возможностях мышьяка и железа в биогеохимических полях месторождения, следует отметить, что на участках, характеризующихся мощной толщей четвертичных отложений, а так же высокой степенью заболоченности территории, площадная биогеохимическая съемка дает неплохой результат. Использование индикаторных возможностей, открываемых биогеохимическими исследованиями, будет особенно востребовано при поисках на закрытых территориях, а так же для обнаружения слепых рудных тел, что позволит сократить материальные и временные затраты.