

А.Л.ПОПОВ, аспирант, *alpopov06@mail.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный университет

A.L.ROPOV, post-graduate student, *alpopov06@mail.ru*
Saint Petersburg State Mining University

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОЛОТА В ЭЛЮВИАЛЬНО-ДЕЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТОЕ (ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ)

Исследование характера формирования геохимических ореолов золота позволяет судить о причине возникновения высококонтрастных ореолов золота. Проведенный анализ форм нахождения золота и изучение его поведения показал, что в процессе разрушения рудных 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.

Ключевые слова: Енисейский кряж, формы нахождения золота, анализ распределения по фазовым формам.

SPECIFIC PARTICULARITY OF THE DISTRIBUTION OF GOLD IN SURFICIAL SEDIMENTS OF GOLDEN DEPOSIT (ENISEYSKIY RIDGE)

The main team of the research is study of the nature shaping geochemical anomaly of gold. That will allow answering the question about reason of high level anomaly of gold.

The analysis of the forms of finding gold and study of its behavior have shown that process of the destruction ore mineral occurs stand gold from bedrock and accumulation it in secondary aura in the most soluble phase (the phase of sulfide and metal) that prevents their further redistribution.

Key words: Eniseyskiy ridge, form of gold, analysis of the distribution phase forms.

Геохимические работы по вторичным ореолам рассеяния играют немаловажную роль при опoисковании золоторудных месторождений. Вместе с тем велика доля ошибок, возникающих в процессе разбровки полученных аномалий. Чаще всего эти ошибки возникают из-за чрезмерно высокой интенсивности полученных ореолов и, следовательно, последующего завышения площадной продуктивности и прогнозных ресурсов данного объекта. Характерным примером такой ситуации может послужить месторождение Золотое, расположенное в пределах Енисейского кряжа.

На месторождении Золотое выявлены три крутопадающие рудные зоны мощностью до 40 м и протяженностью до 1000 м. Простираение рудных зон северо-западное, падение на северо-восток, вверх по разрезу наблюдается выполаживание и расширение зон. Визуальное выделение рудных тел весьма затруднительно и возможно только по результатам опробования. Мощность рудных тел 3-10 м, редко 15-20 м. Среднее содержание золота на месторождении около 2,0 г/т. Установлены высококонтрастные литогеохимические аномалии золота, интенсивность которых многократно превышает

фоновые, и сравнительно низкие концентрации металла в коренных породах (в ряде проб до 45 г/т). В связи с этим возникла необходимость изучения характера формирования геохимических ореолов золота, установления форм его нахождения и их изучение в зоне гипергенеза.

Для достижения основной цели работы – определения форм нахождения золота во вторичных ореолах рассеяния, в центральных частях аномалий были отобраны четыре большеобъемные (10-15 кг) пробы рыхлого материала из элювиально-делювиальных отложений зоны гипергенеза месторождения. В процессе предварительных эмиссионного спектрального и спектрозолотохимического анализов содержаний золота и его элементов-спутников в этих пробах производилась их разбраковка, и на дальнейшие исследования была направлена наиболее представительная проба.

При исследовании большеобъемных проб был использован комплекс методов для определения форм нахождения золота. Определение содержаний элементов в полученном в результате исследований материале производилось масс-спектрометрическим методом (ICP-MS). Использовались следующие методики:

1) гранулометрический анализ выполнялся в крупности менее 0,4 мм на стандартных ситах. Выделение класса – 0,015 мм производилось отмучиванием;

2) рентгенофазовый анализ выполнен на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3. Интерпретация спектров проводилась согласно стандартам ASTM International;

3) элементный анализ выполнен на масс-спектрометре «Agilent 7500A». Жидкие продукты анализировались непосредственно, твердые – после вскрытия царской водкой по стандартной методике;

4) при анализе распределения золота по фазовым формам была использована стандартная методика анализа, обычно применяемая в мировой практике для исследования фазового состава современных осадков.

Сначала было произведено выделение класса крупности менее 1 мм, затем органических остатков (торфа, корней и пр.). Весь

материал был промыт на центробежном концентраторе «Falcon» для получения концентрата тяжелых минералов для дальнейших минералогических исследований. Концентрат далее разделялся отмывкой в бромформе с получением шлихового концентрата свободного золота в крупности более 15 мкм.

Хвосты концентратора были отправлены на отмучивание и ситовой анализ. Полученный материал подвергся анализу распределения золота по фазовым формам, гранулометрическому и рентгенофазовому анализам. Для определения содержаний элементов материал фракций растворяли в уксусной и соляной кислотах, а также в царской водке.

Согласно данным рентгенофазового анализа, минеральный состав исследованных проб достаточно прост. В пробе отмечено повышенное количество мусковита. Основная фаза пробы – кварц, в подчиненном количестве присутствует плагиоклаз (ближе к анортиту). На дифрактограммах отсутствуют рефлексы каких-либо железосодержащих минералов. В сочетании с данными анализов, показывающих значительное содержание железа в пробах, это свидетельствует о рентгеноаморфности железистых фаз.

По результатам анализа классов крупности и шлама рассчитано распределение

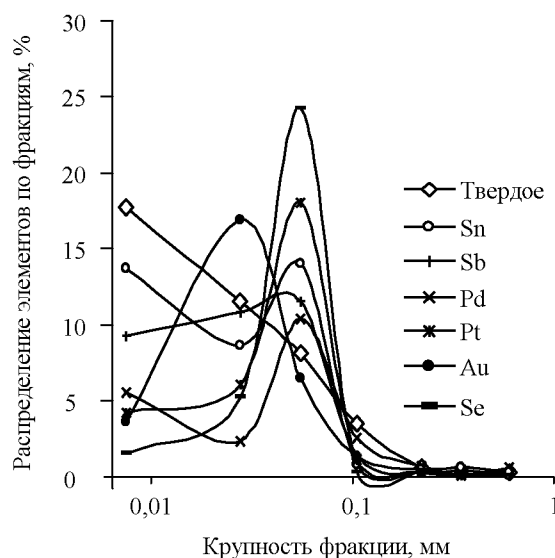


Рис. 1. Плотность распределения материала хвостов и химических элементов по классам крупности

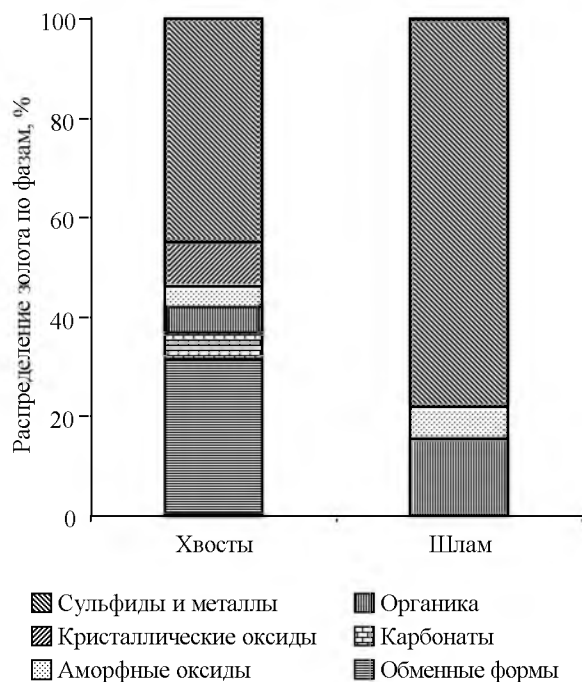


Рис.2. Распределение Au по фазам геохимического анализа

химических элементов по классам крупности исследованных проб (рис.1). Распределение построено для суммы хвостов гравитационной концентрации и шлама менее 0,015 мм. Сделано это для того, чтобы избавиться от влияния свободного золота и золотосодержащих свободных сульфидов, которое обычно перекрывает другие, более слабые эффекты, а также для повышения представительности и воспроизводимости.

Результаты анализа форм нахождения золота, в дальнейшем именуемом геохимическим анализом, и других элементов позволяют ответить на вопрос о происхождении и процессах формирования литогеохимических ореолов месторождения (рис.2).

Распределение элементов по классам крупности хвостов гравитационного обогащения в сумме со шламом – 0,015 мм, т.е. материала, освобожденного от свободного золота и основного количества раскрытых сульфидов и арсенопирита, может быть интерпретировано как проявление рудной минерализации в пробе, представленное первоначально тонкой вкрапленностью 10-30 мкм, характеризующейся ассоциацией благородных металлов (Sn, Sb, Se, W, Ce, As). На графике плотности распределения по круп-

ности эта минерализация и остаточные продукты ее выветривания представлены максимумом для соответствующих элементов в интервале 0,03-0,06 мм. В этом же интервале концентрируется основная часть золота, что составляет 29 % от общего. Содержания здесь достигают 1,27 г/т, при общем содержании золота в пробе 0,93 г/т. Нахождение золота в этой фракции может свидетельствовать о выносе золота из коренных пород путем инфильтрации солевыми растворами и капиллярными водами либо о привносе его посредством движения грунтовых вод.

Основные результаты фазового геохимического анализа свидетельствуют о следующем. Основная часть золота, как в песках, так и в шламе, связана с сульфидами и металлами. Эта фаза содержит около 50 % всего золота в пробе. В песках золото находится, кроме того, в карбонатной, органической и обменной фазах, в связи с аморфными оксидами железа и марганца, а также с кристаллическими оксидами. Обменные, т.е. 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 % благородных металлов. В сульфидах и металлах шлама содержится около 80 % золота, оставшаяся его часть концентрируется в органике и аморфных оксидах железа и марганца, что говорит о слабой растворимости Au. В процессе выветривания и окисления часть золота, не связанного с сульфидами, высвобождается и переходит в свободную форму. Однако нахождение золота в песках в обменной форме в достаточном количестве может быть непосредственной причиной высокой интенсивности геохимических ореолов, так как эта фаза легко переходит в фазу аморфных оксидов.

Таким образом, наличие на площади месторождения высококонтрастных ореолов золота на фоне сравнительно низких его содержаний в рудах является следствием нахождения золота в виде тонкодисперсной вкрапленности в мусковите, пирите и арсенопирите. В процессе разрушения этих минералов происходит вынос золота из корен-

ных пород и накопление его в нижней части разреза зоны гипергенеза в наименее растворимой фазе (фаза сульфидов и металлов), что препятствует дальнейшему перераспределению золота. Однако в процессе эволюции ореолов золота, при движении вверх по разрезу, происходит перераспределение золота, связанного с сульфидами и металлами, и переход некоторой его части в фазу аморфных оксидов и органики, которые как наиболее подвижные формы накапливаются

в приповерхностных частях разреза и являются одними из основных фаз при поисках по вторичным ореолам рассеяния.

Проведенный анализ форм нахождения золота и изучение его поведения в вертикальном геохимическом разрезе позволяет более надежно проводить разбраковку аномалий золота, учитывая при оценке продуктивности рудных зон сочетание ореолов золота с другими элементами-индикаторами (мышьяк, цинк, бор, висмут и сурьма).