

ЗОЛОТО-ВИСМУТОВАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ РУДОПРОЯВЛЕНИЙ
ЗЕЛЕНОКАМЕННОГО ПОЯСА КУХМО (ВОСТОЧНАЯ ФИНЛЯНДИЯ)

**Белогуб Е.В. (bel@mineralogy.ru), Новоселов К.А., Ермолина О.С.,
Котляров В.А.**

Ильменское отделение РМО, Институт минералогии УрО РАН

GOLD-BISMUTH MINERALIZATION FROM ORE MANIFESTATION OF
KUHMO GREEN-STONE BELT (EASTERN FINLAND)

Belogub E.V., Novoselov K.A., Ermolina O.S., Kotlyarov V.A.
Ilmen Branch RMS, Institute of Mineralogy UB RAS

Архейские зеленокаменные пояса важны с точки зрения их потенциальной золотоносности. Золоторудные месторождения в этих структурах могут иметь реликтовую палеоостроводужную природу (эпитермальные, золотоносные колчеданные), а также быть сформированными во время орогенеза (мезотермальные и скарновые).

В качестве источника золота в мезотермальных месторождениях предполагаются вулканогенные породы. В процессе метаморфизма рудные элементы, в том числе золото, выносятся из пород, претерпевших метаморфизм амфиболитовой фации, и отлагаются на участках декомпрессии – в зонах трещиноватости и в породах, метаморфизованных на уровне зеленосланцевой фации (Dube, Gosselin, 2007).

Пояс Кухмо является частью зеленокаменного комплекса Типасъярви-Кухмо-Суомуссалми и расположен в пределах Архейского домена Фенноскандинавского щита. Пояс Кухмо сложен метаморфизованными вулканитами: толеитовыми базальтами, коматиитами, в верхах разреза появляются породы среднего и кислого состава. Породы инъецированы гранитоидами различных возрастов (Rapunen et al. 2009). В поясе Кухмо известно 15 рудопроявлений золота, на пяти из которых нами были проведены минералогические работы. Самородный висмут в ассоциации с золотом найден на рудопроявлениях Пиилола, Хеттеила и Йосиярви.

На рудопроявлении *Пиилола* золотрудная минерализация приурочена в контактовой зоне между пачкой слюдистых сланцев и метаграувакк с гранитогнейсами. Моноклиальное строение участка в центральной части нарушено многочисленными жилами гранитов и зонами милонитизации. В северной части участка распространены скарны.

Продуктивные на золото зоны приурочены к слюдистым сланцам с невыдержанными элементами залегания, заключенным между крупными жилами гранитов. Повышенные содержания золота ассоциируют с участками обогащения сульфидами, но сульфиды не всегда ассоциируют с золотом. На участке установлены пирротиновая и пирротин-арсенопиритовая минеральные ассоциации. Наряду с пирротином и арсенопиритом, в них

диагностированы халькопирит, пирит, сфалерит, пентландит, золото и самородный висмут. Свободное золото имеет изометричную и удлиненную форму, размер от 9 до 300 мкм, включения золота в арсенопирите достигают размера 70-80 мкм. По составу золото преимущественно высокопробное (996-958), примеси – серебро, медь (до 0.43 мас.%). Иногда золото образует сростки с висмутом, в составе которого присутствуют незначительные примеси мышьяка, сурьмы и железа (Ермолина, Новоселов, 2011). Наряду с самостоятельными выделениями самородных металлов, проанализирован мальдонит.

Рудопроявление Хеттеила локализовано в сульфидизированных гранат-амфиболовых породах и полосчатых амфиболитах в толще метаосадочных пород и метавулканитов, преобразованных в биотит-актинолитовые, гранат-биотит-актинолитовые, гранат-биотитовые сланцы и амфиболиты, инъецированные жилами гранитоидов. Продуктивные на золото зоны ассоциируют с гранат-актинолитовыми породами, обогащенными сульфидами и контактирующими с ними кристаллическими сланцами.

Рудная ассоциация представлена пирротинном, пиритом, магнетитом, пентландитом, ильменитом, золотом, висмутом, мальдонитом. Золото образует свободные зерна до 30 мкм и включения в магнетите. Характерны сростки с висмутом относительно чистого состава. Мальдонит установлен в виде идиоморфного включения в магнетите. Золото преимущественно высокопробное (963-984), примеси – серебро и медь, в одном случае установлен электрум.

Рудопроявление Йосиярви вмещается апотуффитовыми кристаллическими сланцами биотитового и мусковит-биотитового состава. Повышенные содержания золота приурочены к сланцам, содержащим пирротин. Рудная минеральная ассоциация, помимо пирротина, представлена единичными выделениями халькопирита, сфалерита, пентландита, пирита, арсенопирита. В протолочках установлено свободное золото размером до 150 мкм. Золотины имеют изометричную изогнутую форму, иногда с элементами огранки, в их составе присутствуют серебро и медь (данные СЭМ с ЭДА). Висмут и золото образуют совместные включения угловатой формы в арсенопирите.

Таким образом, проявления золота в поясе Кухмо разнообразны по вмещающим породам и составу продуктивных минеральных ассоциаций, но для многих из них характерны золото и висмут. Эта ассоциация типична для относительно высокотемпературных гидротермальных ассоциаций. Существует предположение о возможности метаморфогенного анатексиса сульфосольных и содержащих самородный висмут ассоциаций, температура плавления которых находится в диапазоне 300–600 °С (Tomkins, Pattison, 2007). Присутствие самородного висмута значительно понижает температуру плавления золота, которое может мигрировать в составе единого расплава (Ciobanu, Cook, 2006). Условия метаморфизма и гранитизации вмещающих пород рассмотренных рудопроявлений зеленокаменного пояса Кухмо делают такой механизм переноса и отложения золота вполне реалистичным.

Работы поддержаны компанией Mineral exploration network (Finland) Ltd и грантом УрО РАН для молодых ученых (рук. О. Ермолина).

Ермолина О., Новоселов К. Золотосодержащая минеральная ассоциация рудопроявления Пиилола (Восточная Финляндия) // Уральская минералогическая школа - 2011. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2011. С. 66-68.

Ciobanu C.L., Cook N.J., Damian F., Damian G. Gold scavenged by bismuth melts: an example from alpine shear-remobilizates in the Highis Massif, Romania. *Mineralogy and Petrology*. 2006. V. 87. P. 351–384.

Tomkins A.G., Pattison D. R. M., Frost B. R. On the Initiation of Metamorphic Sulfide Anatexis // *Journal of Petrology*. 2007. V. 48. № 3. P. 511–535.

Dube B., Gosselin P. Greenstone-hosted quartz-carbonate vein deposits // *Mineral Deposits of Canada: A Synthesis of Major Deposit-Types, District Metallogeny, the Evolution of Geological Provinces, and Exploration Methods: Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division, Special Publication*. 2007. No. 5. PP. 49–73.

Papunen H., Halkoaho T., Luukkonen E. Archaean evolution of the Tipasjarvi-Kuhmo-Suomussalmi greenstone complex, Finland // *Geological Survey of Finland, Bulletin 403*. Espoo: GTK, 2009. 68 с.