

СОСТАВ ЗОЛОТОРУДНОГО КВАРЦА ИЗ ПРОЯВЛЕНИЙ ПАНА-
КУОЛАЯРВИНСКОЙ СТРУКТУРЫ ПО ДАННЫМ ЭПР

**Войтеховский Ю.Л. (woyt@geoksc.apatity.ru), Лютоев В.П.
(vlutoev@geo.komisc.ru), Чернявский А.В.
(chernyavsky@geoksc.apatity.ru)**

Кольское отделение. Геологический институт КНЦ РАН;
Сыктывкарское отделение. Институт геологии Коми НЦ УрО РАН

COMPOSITION OF THE GOLD-BEARING QUARTZ FROM LOCALITIES
OF THE PANA-KUOLAJARVI STRUCTURE BY EPR SPECTROSCOPIC
DATA

**Voytekhovsky Yu.L. (woyt@geoksc.apatity.ru), Lutoev V.P.
(vlutoev@geo.komisc.ru), Chernyavsky A.V.
(chernyavsky@geoksc.apatity.ru)**

Kola branch. Geological Institute KSC RAS;
Syktyvkar branch. Institute of Geology Komi SC UD RAS

Пана-Куолаярвинская структура – одна из наиболее перспективных на новые золоторудные объекты в пределах Кольского п-ова. Это обосновывается ее тектонической позицией, составом слагающих пород и наличием месторождения Майское. Поиски на участке Кайралы в 70 км к ССЗ, где ранее найдены кварцевые жилы, ориентировались на этот эталон. Месторождение Майское и рудопроявление Кайралы приурочены к верхам хосиярвинской вулканогено-осадочной свиты, сложенной основными вулканитами и углеродсодержащими туффитами.

Оруденение Кайралы отлично от Майского в нескольких аспектах. На Майском золото-сульфидная минерализация наложена на кварц, тогда как на участке Кайралы они сингенетичны. Рудные минералы Майского: халькопирит, пирротин, Со-пентландит, магнетит, галенит и сфалерит, в сростании с которыми находятся золото и редкие алтаит, цумоит, костибит, галеноклаусталит. Пирротин замещается агрегатом марказита и пирита. На участке Кайралы главный рудный минерал – пирит – сингенетичен кварцу и ассоциации золота, калаверита, мелонита, миллерита и кобальтина. При этом рудные ассоциации обоих объектов специализированы на Ni, Co и Te, что связано с их положением в структуре, насыщенной вулканическими и интрузивными породами основного и ультраосновного состава.

Для обоснованного суждения о сходстве объектов методом ЭПР изучен жильный кварц. Пробы взяты на проявлении Кайралы, месторождении Майском, а также участке Курсуярви между ними. Спектры ЭПР регистрировались на приборе SE/X-2547 (RadioPAN,

Польша) от порошковых препаратов при 290 К при определении Ge- и E-центров (мощность СВЧ 35 и 0.2 мВт, $B_m = 0.1$ мТ, масса образца 200 мг) и 77 К при определении Al- и Ti-центров (мощность СВЧ 7 мВт, $B_m = 0.1$ мТ, масса образца 100 мг). Для нормирования интенсивностей спектров использована линия ЭПР Mn^{2+} от образца MgO, закрепленного на стенке резонатора. В качестве мер концентрации использован набор отраслевых эталонов (ВИМС) и стандарт ДФПГ. Погрешности оценки абсолютной и относительной концентраций центров 25-30 и 10-15 %.

Перевод Al-, Ti-, Ge-дефектов в парамагнитные состояния $[AlO_4]^0$, $[GeO_4M^+]^0$, $[TiO_4R^+]^0$ ($M = Li, Na$; $R = Li, Na, H$) производился с помощью γ -излучения на установке МРХ- γ -20 [изотоп ^{60}Co , СПбГТИ(ТУ)] при комнатной температуре. Дозы облучения для обнаружения Ge- и Ti-центров – 0.5 Мрад (мощность 20 рад/с), Al-центров – 30 Мрад (мощность 70 рад/с). Облучались исходные и подвергнутые часовому отжигу при 520 и 1020 °С образцы. Предварительная прокалка способствует переходу Al-дефектов в потенциально парамагнитные комплексы – алюмощелочные дефекты $[AlO_4M^+]^0$ и исключению влияния природного облучения на концентрацию парамагнитных центров после лабораторного облучения. Для определения E_1' -центров использована термоактивация при 300 °С в течение 10 мин.

Ti- центры не обнаружены, их концентрация ниже 0.2 ppm. Следы Ge-центров в виде $[GeO_4Li^+]^0$ -центра – только в двух образцах на пределе обнаружения 0.01-0.02 ppm. В спектре одного образца кроме линий ЭПР от парамагнитных центров в решетке кварца есть сигналы от Mn^{2+} в карбонате (загрязнение пробы). Линии $[AlO_4]^0$ -центров есть в спектрах большинства образцов в исходном состоянии. Они обязаны природному радиационному потоку, ионизирующему дефекты $[AlO_4M^+]^0$. В образцах, стимулированных при 300 °С, в малых концентрациях есть радиационные E-центры.

Облучение дозой 30 Мрад приводит к росту концентрации $[AlO_4]^0$ -центров в соответствии с трендом (ppm): $C_{\square} = 1.0 + 2.5 \cdot C$, где постоянный член соответствует радиационному федингу. Если перед облучением кварц отжечь при 520 °С, то фиксируются более высокие концентрации $[AlO_4]^0$ -центров, отражающие полное содержание их предцентров $[AlO_4M^+]^0$. Нормированное естественное содержание $[AlO_4]^0$ -центров на полное содержание предцентров коррелирует с концентрацией радиационных E-центров. Из-за высокой скорости фединга $[AlO_4]^0$ -центры отражают мощность современного радиационного потока, E-центры – суммарную палеодозу. Для кварца Кайралы обе характеристики более высокие, чем для Майского.

После отжига при 520 °С и облучения дозой 30 Мрад концентрация $[AlO_4]^0$ -центров в 1.4 раза выше, чем в облученных без отжига препаратах. Самые низкие значения зарегистрированы для кварца Майского.

На диаграммах концентраций C_{\square} , C^{500}_{\square} , C^{1000}_{\square} кварцы Майского и Кайралы формируют компактные поля в области низких и относительно высоких значений. Приращение концентрации $[AlO_4]^0$ -центров после отжига при 520 °С, предваряющего облучение, можно связать с разрушением вакансий с $[AlO_4M^{+}]^0$ -комплексами, сформированными при длительном облучения кварца в природе. Примерно 1/3 $[AlO_4M^{+}]^0$ -комплексов имеет нарушенную структуру и выведена из состояния предцентров $[AlO_4]^0$. Значительное повышение концентрации $[AlO_4^{+}]^0$ -центров в предварительно отожженном облученном кварце – результат конверсии дефектов $[AlO_4H^{+}]^0$ в предцентры $[AlO_4M^{+}]^0$. Отношение $C^{500}_{\square}/C^{1000}_{\square}$ соответствует доле Al-дефектов в ассоциации со щелочным компенсатором – $[AlO_4M^{+}]^0/([AlO_4M^{+}]^0+[AlO_4H^{+}]^0)$. Кварц Кайралы характеризуется пониженным вкладом $[AlO_4M^{+}]^0$ (36%) по сравнению с Майским (52%).

Концентрация Al-центров после отжига служит мерой структурных примесей в решетке, в первую очередь Al. Содержания структурной примеси в кварце Кайралы 6-13 ppm, в кварце Майского 3.5-6 ppm, Ge и Ti почти отсутствуют.

Концентрации Al-центров в кварце Кайралы несколько выше, чем в кварце Майского. Кварц Курсуярви тяготеет к первому.

Кварц Кайралы характеризуется пониженным вкладом щелочных разновидностей Al-дефектов. Этот признак более значим, чем предыдущий. Кварц Курсуярви ближе к Майскому.

По результатам ЭПР-спектроскопии изученный кварц, особенно месторождения Майского, относится к особо чистым. Он является ценным сырьем для производства оптического стекла и солнечного кремния.

Сходство жильного кварца Кайралы, Курсуярви и Майского позволяет ожидать в Пана-Куолаярвинской структуре новых золоторудных кварцево-жильных полей, связанных общим происхождением.