

КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛАЗУРИТА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ ПО ДАННЫМ ЭПР СПЕКТРОКОПИИ

**Николаев А.Г.¹(anatolij-nikolaev@yandex.ru), Попов М.П.²,
Хасанова Н.М.¹, Ягудина Л.Д.¹, Нуриева Е.М.¹**

Казанское отделение РМО. ¹Казанский федеральный университет
Уральское отделение РМО. ²Институт геологии и геохимии УрО РАН, ²Уральский
государственный горный университет

CRYSTAL CHEMICAL FEATURES OF LAZURITE DEPOSITS IN CENTRAL ASIA ACCORDING TO EPR SPECTROSCOPY DATA

**Nikolaev A.G.¹(anatolij-nikolaev@yandex.ru), Popov M.P.²,
Khasanova N.M.¹, Yagudina L.D.¹, Nurieva E.M.¹**

Kazan Branch. ¹Kazan (Volga Region) Federal University
Ural branch RMO. ²Institute of Geology and Geochemistry, ²Ural State Mining University

Лазурит (от араб. lazaward или перс. lazward - синий камень) является одним из самых востребованных в мире ювелирно-поделочных камней; некоторые его месторождения разрабатываются уже более 6 тыс. лет и встречаются в разных странах: Афганистан, Таджикистан, Россия, Чили, США, Мьянма, Канада, Китай, Иран, Пакистан, Узбекистан. Лучшие образцы лазурита обладают насыщенным глубоким синим цветом, часто с вкраплениями пирита, а оправленные в золото лазуритовые кабошоны обладают неповторимой красотой. Лазурит формируется в скарпах в пределах метаморфических комплексов, включающих мраморы и сланцы с прослоями гнейсов, амфиболитов и кварцитов. Основным сопутствующим минералом лазурита является кальцит.

Цель настоящей работы состоит в выявлении с помощью электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) диагностического признака окраски лазурита ($\text{Na}_7\text{Ca}(\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24})(\text{SO}_4)(\text{S}_3^-) \cdot \text{H}_2\text{O}$) и сопутствующего кальцита (CaCO_3) за счет элементов-примесей. Вторым признаком лазурита служит сохранность цвета после прокаливания; для этого исследования методом ЭПР производились до и после отжига проб при температуре 350°C в течение 30 минут в окислительной атмосфере.

С помощью ЭПР нами проанализированы образцы лазурита разной степени окраски из месторождений Афганистана, России и Таджикистана. Образец лазурита был взят для исследования из древнейшего месторождения Сары-Санг в долине р. Кокша (провинция Бадахшан, Афганистан). Сегодня афганский лазурит считается лучшим в мире и обладает самой насыщенной окраской. Другой образец был отобран из крупнейшего лазуритоносного района Российской Федерации - юго-западное Прибайкалье. Также для исследования был взят образец, который происходит из северной части Бадахшанской лазуритоносной провинции в Юго-Западном Памире (Таджикистан).

Получены численные значения концентрации синего хромофора примесного аниона как маркера основного носителя цвета в лазурите и как включения элементов-хромофора в сопутствующем кальците. Численные значения концентрации ионов Mn^{2+} в позиции Ca в структуре кальцита указывают на метасоматоз, происходящий в лазурите и кальците. Прокаливание до 350°C свидетельствует о влиянии физико-химических условий метасоматоза на концентрацию синего хромофора.

По результатам проведенных исследований установлено (рис. 1), что для лазурита из месторождения Сары-Санг характерна широкая интенсивная линия радикала S_3^- (синий хромофор) в позиции аниона внутри каркаса (Платонов, 1987). Кальцит представлен здесь чистейшим беспримесным минералом. Отжиг проб сопровождается увеличением интенсивности ЭПР радикала и усилением окраски лазурита, что говорит о тесном микросрастании лазурита и кальцита. Для данного образца выявлена корреляция

интенсивности сигнала ЭПР радикала S_3^- в позиции аниона лазурита и цветовой глубины. Лазурит образца из Прибайкалья не прорастает в сопутствующий кальцит и легко разделяется. Кальцит не подвержен выщелачиванию, встречается также новообразованный кальцит. В образце лазурит и кальцит из Таджикистана они взаимно прорастают друг в друга, а отжиг при 350°C практически не влияет на голубизну цвета лазурита. Отсюда, следовая концентрация радикала S_3^- в позиции аниона внутри каркаса лазурита из месторождений России и Таджикистана отвечает слабой голубовато-синей окраске данных образцов. Появление ионов Mn^{2+} в позиции Ca^{2+} в структуре кальцита свидетельствует о кристаллизации карбонатов на последних стадиях метасоматоза.

Таким образом, в ходе проведенных исследований минералов из лазуритовых месторождений Центральной Азии выявлено, что по линиям сигнала ЭПР марганца и сульфидного радикала S_3^- четко выделяется месторождение Сары-Санг. Для образцов из 2-х других месторождений получены сходные сигналы ЭПР и ростовые условия. Проведенные исследования позволяют с помощью метода ЭПР определять качество лазуритового сырья и его принадлежность к определенным месторождениям, что помогает провести минералогическую экспертизу.

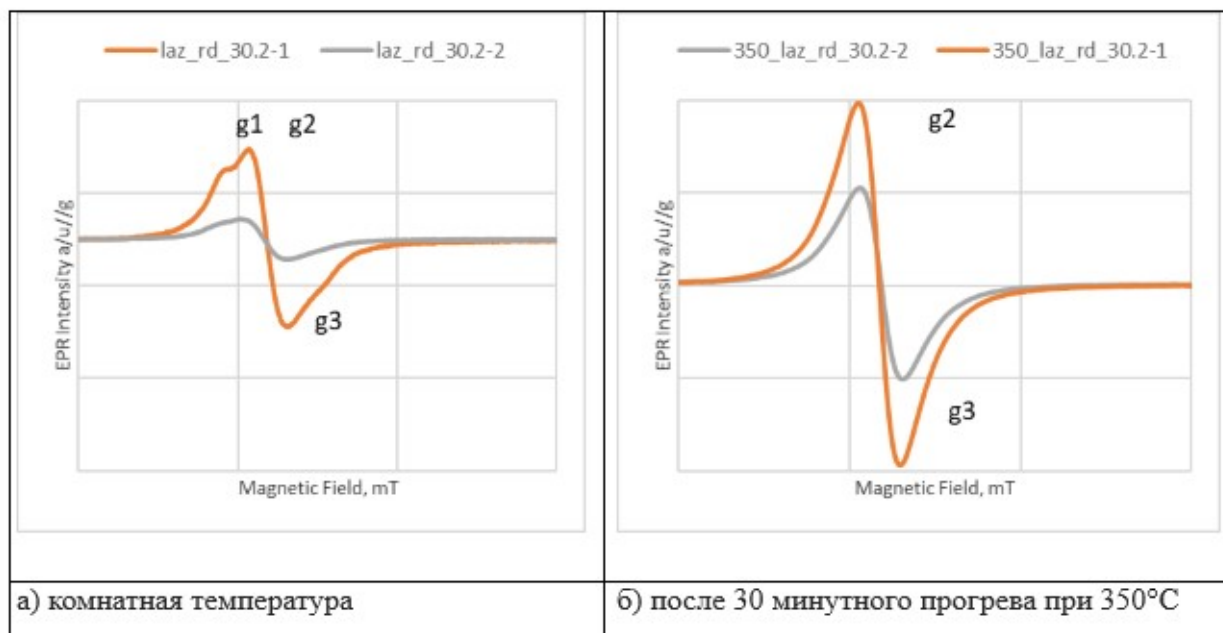


Рисунок 1. ЭПР S_3^- радикала в структуре лазурита (Laz_2_1) и в сопутствующем минерале бесцветного кальцита $CaCO_3$ ($CaCO_3_2-2$) из месторождения Сары-Санг (Афганистан): а) до прогрева; б) после 30 минутного прогрева при 350°C и охлаждения до комнатной температуры.

Список литературы

- Платонов А.Н. Природа окраски минералов. Киев. Изд-во Наукова думка, 1976. 264 с.
 Платонов А.Н., Таран М.Н., Балицкий В.С. Природа окраски самоцветов. М.: Изд-во «Недра», 1984. 196 с.