

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ПРИРОДЕ ОКРАСКИ УРАЛЬСКИХ ФЕНАКИТОВ

Николаев А.Г.¹, Попов М.П.^{2,3}, Хасанова Н.М.¹, Малышев А.В.¹¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия² Уральский государственный горный университет, Екатеринбург, Россия³ Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого УрО РАН, Екатеринбург, Россия

Фенакит (Be_2SiO_4) был впервые обнаружен на российских уральских изумрудных рудниках и химически идентифицирован в 1833 году. Минерал широко распространен в месторождениях бериллия, но кристаллы ювелирного качества или крупных размеров редки. Однако на уральских рудниках встречаются крупные прозрачные кристаллы, которые можно использовать в ювелирных изделиях. Ювелирный фенакит, как правило, бесцветный или желтовато-коричневый.

Происхождение цвета фенакита методами оптической абсорбционной спектроскопии детально не изучено. Многие авторы сходятся во мнении, что окраска связана с электронно-дырочными центрами [Марфунин, 1975]. Об этом свидетельствует исчезновение цвета при воздействии на фенакит либо ультрафиолетового излучения, либо высоких температур. По одной из теорий поглощения, это связано с кислородными вакансиями, захватившими электроны [Марфунин, 1975]. Другие исследователи полагают, что особенности поглощения связаны с мостиковыми электронными центрами типа Al-O-Al, образующимися при изоморфном замещении кремния ионами алюминия в кристаллической решетке в количествах до 0,5%. Авторами были выполнены исследования методами оптической абсорбционной спектроскопии и ЭПР спектроскопии бесцветных и окрашенных фенакитов и было выявлено что окраска их связана с фосфорным радикалом $[\text{PO}_4]^{4-}$ [Nikolaev, 2018]. Ниже дана информация по новым результатам исследований окраски фенакитов, которые показали сложность формирования окраски фенакитов из Уральских изумрудных копей.

Для определения происхождения цвета желто-коричневых фенакитов были получены спектры оптиче-

ского поглощения бесцветного и желто-коричневого фенакита Мариинского месторождения. Спектры были сняты в диапазоне длин волн 185–700 нм при комнатной температуре на специализированном спектрофотометре Shimadzu UV-3600. В оптических спектрах поглощения наблюдаются две полосы поглощения, первая полоса находится в районе 190–210 нм, вторая в районе 240–280 нм. Поглощение в ультрафиолетовой области оптического спектра в прозрачных бесцветных фенакитах не обнаружено.

Для изучения электронно-дырочных центров и выявления центров окраски в фенаките кристаллы исследовались методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Парамагнитный центр $[\text{PO}_4]^{4-}$ обнаружен только в желто-коричневых кристаллах, а активные центры отсутствовали в бесцветных образцах. Отсюда мы сделали вывод, что происхождение желто-коричневой окраски фенакита связано с парамагнитным комплексом $[\text{PO}_4]^{4-}$, вызывающим полосы поглощения в ультрафиолетовой области, что, в свою очередь, приводит к образованию данной окраски в минерале. Центр $[\text{PO}_4]^{4-}$ формируется при замещении фосфора ионов кремния в кремнекислородном тетраэдре в структуре фенакита с последующем естественным облучением, на это указывает низкую устойчивость окраски.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марфунин А.С. Спектроскопия, центры люминесценции и излучения в минералах. Москва: «Недра», 1975. 372 с.
2. Nikolaev A.G., Popov M.P., Nizamutdinov N.M. Color origin of phenakites from the Ural emerald mines // *Gems&Gemology*. 2018. V. 54 (1). P. 101–102.