

УДК 549.091.3+549.091.4+549.091.5

Ю.Д. Гаєвський

І.О. Ємельянов

О.П. Беліченко, кандидат геологічних наук

ДГЦУ

Комплексна інструментальна діагностика синтетичного смарагда

Проведены исследования геммологических свойств, внутренних включений, химических и физических диагностических характеристик синтетического изумруда методом рентгенофлуоресцентного анализа и ИК-спектроскопии.

Gemological properties, internal inclusions, chemical and physical diagnostic features synthetic emerald of have been studied with the use of X-ray fluorescence analysis and IR-spectroscopy

У жовтні 2016 року для проведення гемологічної експертизи в ДГЦУ було надано синтетичний смарагд блакитно-зеленого кольору (рис. 1).

Мета роботи: комплексне гемологічне дослідження наданого зразка.

Методи дослідження. Вставку було досліджено традиційними гемологічними методами, а також методом інфрачервоної спектроскопії (далі – ІЧ-спектроскопія), кількісного рентгенофлуоресцентного аналізу (далі – РФА). Для мікроскопічних досліджень використовувався гемологічний мікроскоп «Gemmaster Led Leica L 230V» і промисловий мікроскоп «Nikon Eclipse LV150».

Основні гемологічні характеристики каменя:

- форма ограновування – овал;
- геометричні розміри – 9,01–7,04×4,29 мм;
- маса – 1,57 карата;
- колір – блакитно-зелений;
- показник заломлення $n = 1,562–1,570$;
- двозаломлення – 0,008;

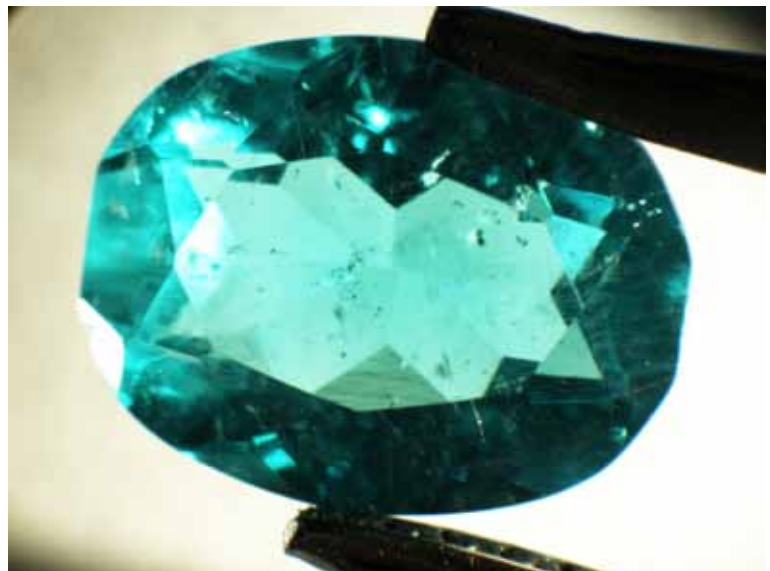


Рисунок 1. Загальний вигляд смарагда синтетичного блакитно-зеленого кольору, зб. 16

- оптичний характер – анізотропний, одноосний;
- густина – 2,67 г/см³;
- плеохроїзм – помірний;
- характер люмінесценції:
 - довжина хвилі 365 нм – відсутня;
 - довжина хвилі 254 нм – відсутня.

Під час дослідження під мікроскопом були виявлені вклюдження фенакиту [5], який виникає внаслідок синтезу синтетичних смарагдів (рис. 2) та шевроноподібні структурні лінії. Також по всьому об'єму каменя присутня велика кількість вуалеподібних двофазних вклюджень характерної спіралевидної форми (рис. 3) [5].

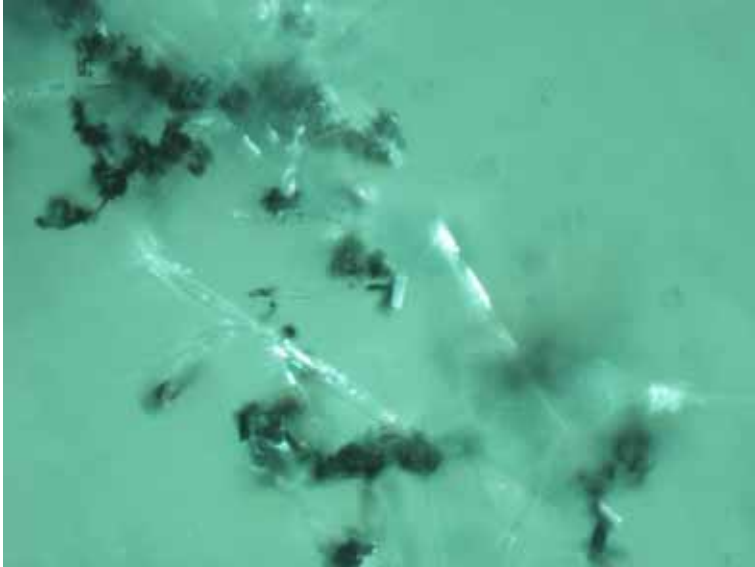


Рисунок 2. Вклюдження фенакиту та металічного вклюдження (Mo?) в синтетичному смарагді, зб. 710

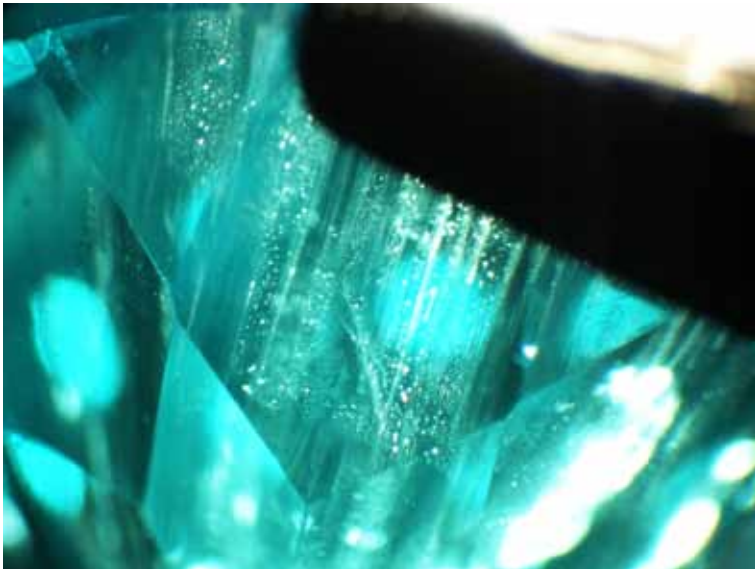


Рисунок 3. Вуалеподібні двофазові вклюдження спіралевидної форми в синтетичному смарагді, зб. 36

Методом рентгенофлуоресцентного аналізу визначено кількісний склад елементів-домішок синтетичного смарагда (табл. 1). Під час аналізу даних слід відзначити досить велику кількість V за дуже малої кількості Fe та відсутності Cr. У зв'язку з цим можна припустити, що головну роль у створенні блакитно-зеленого кольору каменя грав саме V [1, 4].

Також треба відзначити наявність невеликої домішки Mo. Цей елемент вочевидь використовувався як технологічний матеріал у синтезі мінералу. Отже, наявність домішок Ni, Cu, Mo, а також співвідношенню $V \gg Fe$ в комплексі з іншими гемологічними даними дозволяє відрізнити синтетичні смарагди такого складу від природних V-смарагдів з Колумбії. [4].

Таблиця 1. Хімічний склад смарагда синтетичного (мас. %), визначений у ТОВ «Елватех»

Елемент	Концентрація
P_2O_5	0,06
V_2O_5	0,90
$FeO_{заг}$	0,03
NiO	0,02
CuO	0,04
Ga_2O_3	0,04
MoO_3	0,01

Дослідження методом ІЧ-Фур'є спектроскопії проводилося відповідно до «Методики діагностики дорогоцінного каміння методом ІЧ-Фур'є спектроскопії», затвердженої наказом ДГЦУ від 21.12.2012 № 149/12-1.

Вимірювання проводилися за допомогою спектрометра моделі «Nicolet 6700» виробництва «ThermoFisher Scientific» за кімнатної температури. Було використано приставку «Collector II» в спектральному діапазоні $7000-400\text{ см}^{-1}$. Кількість сканувань у циклі вимірювання 384 за роздільної здатності 4 см^{-1} . Замірювання проводилися зі сторони павільйону каменя.

В інтервалі ІЧ-спектра $5100-5500\text{ см}^{-1}$ зафіксовано пік 5273 см^{-1} та симетрично розташовані піки близько 5454 і 5106 см^{-1} , які пов'язують з наявністю H_2O I типу та H_2O II типу відповідно [3, 4]. Також треба відзначити відсутність у ІЧ-спектрі в діапазоні $2700-3000\text{ см}^{-1}$ коливань молекул Cl, що корелюється із замірами на рентгенофлуоресцентному спектрометрі (рис. 4).

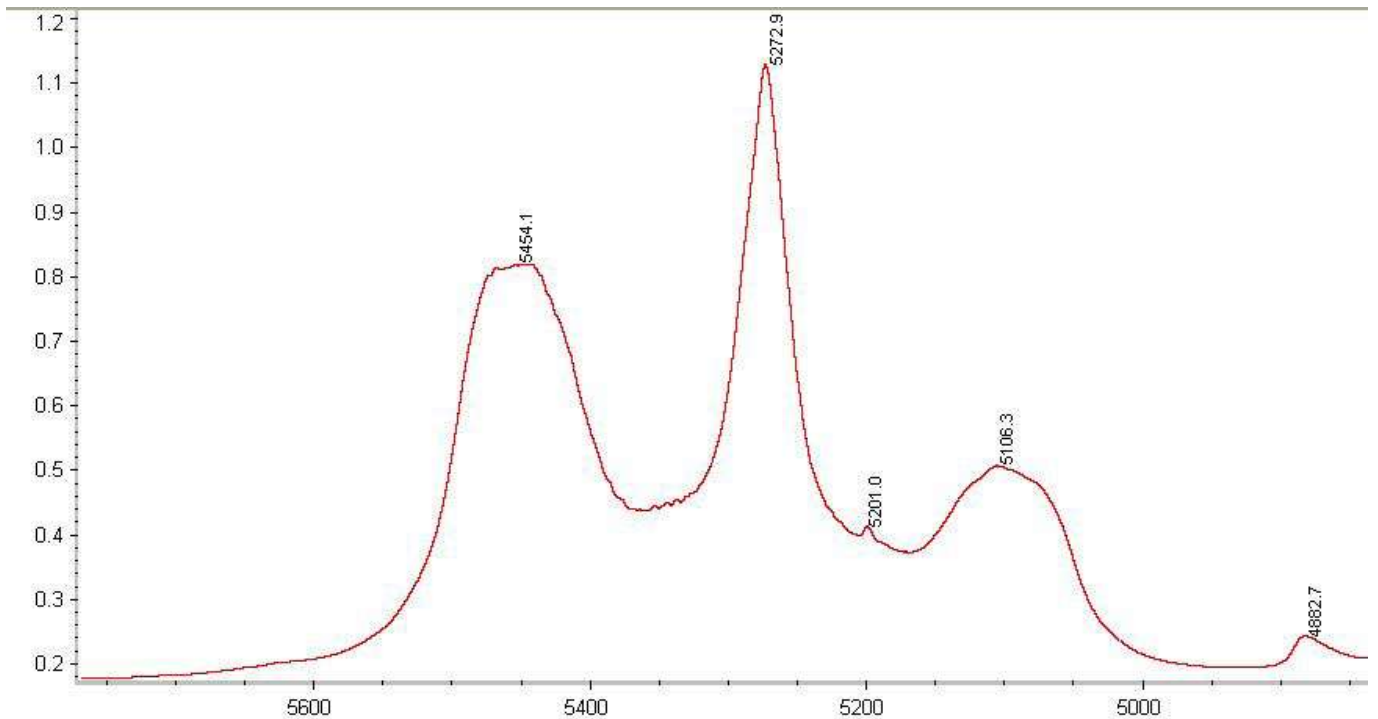


Рисунок 4. Інфрачервоний спектр у синтетичному смарагді

Висновки

За результатами детального гемологічного дослідження визначено, що наданий для експертизи огранований камінь блакитно-зеленого кольору є рідкісним за хімічним складом та внутрішніми включеннями гідротермальним синтетичним смарагдом, який майже не зустрічається на українському ювелірному ринку. Визначені діагностичні ознаки досить суперечливі і за ними складно виявити методику гідротермального синтезу. Вивчення подібних рідкісних каменів розширює базу даних фізико-хімічних властивостей дорогоцінного каміння ДГЦУ та підвищує ефективність гемологічної експертизи.

Використана література

1. Kane R.E., Liddicoat R.T.Jr. The Biron hydrothermal synthetic emerald. // *Gems&Gemology*. – 1985. – v. 21. – p. 156–170.
2. Adamo I., Pavese A., Proserpi L., Diella V., Merlini M., Gemmi M., David A. Characterization of the New Malossi Hydrothermal Synthetic Emerald // *Gems & Gemology*. – 2005. – Volume 41. – No. 4. – p. 328– 338.
3. Mashkovtsev R.I., Smirnov S.Z. The nature of channel constituents in hydrothermal synthetic emerald // *J. Gemology*. – 2004. – V. 29, – №4. – p. 215– 227.
4. Schmetzer K., Schwarz D., Bernhardt H-J., & Hager T. A new type of Tairus hydrothermally-grown synthetic emerald, coloured by vanadium and copper // *Journal of Gemology*, – 2006 –Vol. 30, – No. 1/2, – pp. 59–74.
5. Gubelin E., Koivula J.I. Photoatlas of Inclusions in Gemstones. // 1986 – ABC Edition, – Zurich, – Switzerland.