

УДК 549.091+553.823

Ю.Д. Гаєвський, головний фахівець відділу експертизи дорогоцінного каміння

E-mail: gud@gems.org.ua

О.П. Беліченко, кандидат геологічних наук, керівник відділу експертизи дорогоцінного каміння,

E-mail: lbgems@gmail.com

Державний гемологічний центр України

вул. Дегтярівська, 38–44, Київ, 04119, Україна

## Гемологічні дослідження необлагородженого синього сапфіра

DOI: [https://doi.org/10.53056/2021-2\(104\)-1](https://doi.org/10.53056/2021-2(104)-1)*(Рекомендовано доктором геологічних наук Нестеровським В.А.)*

Виконано гемологічні, хімічні, фізичні та оптико-мікроскопічні дослідження сапфіру синього. Встановлено, що камінь не було піддано термообробці, що підтверджує характер досліджених включень. Визначено, що хімічний склад каменю свідчить про його походження з родовищ магматичного типу.

**Ключові слова:** гемологічні властивості, хімічний склад, оптико-мікроскопічні дослідження, сапфір синій.

Експертами ДГЦУ була проведена комплексна гемологічна експертиза огранованої вставки темно-синього кольору, наданої на дослідження в лабораторію ДГЦУ. Встановлено, що це природний синій сапфір, у якого відсутні ознаки термічної обробки.

**Мета роботи** – гемологічні, хімічні, фізичні та оптико-мікроскопічні дослідження наданого на експертизу каменю.

Визначення діагностичних гемологічних характеристик виконувалося за допомогою стандартного гемологічного обладнання неруйнівними методами.

Дослідження методом рентгенофлуоресцентного аналізу (далі – РФА) проводилися в лабораторних умовах за допомогою спектрометра енергій рентгенівського випромінювання «СЕР-01» моделі «ElvaX-Light» з інтервалом досліджень від Na до U.

Для мікроскопічних досліджень використовувався гемологічний мікроскоп «Gemmaster L 230V».

Дослідження методом ІЧ-Фур'є спектроскопії проводилося за допомогою

спектрометра моделі «Nicolet 6700» виробництва «ThermoFisher Scientific» на приставці «Collector II» за кімнатної температури в спектральному діапазоні 7000-400 см<sup>-1</sup>, кількість сканувань у циклі вимірювання – 128 за роздільної здатності 4 см<sup>-1</sup>.

При підготовці схеми розташування внутрішніх дефектів використано проєкт системи символів для зображення внутрішніх та зовнішніх дефектів, розроблений у рамках виконання ННТР «Удосконалення та оптимізація оптико-мікроскопічних досліджень дорогоцінного каміння у вирішенні завдань атестації дорогоцінного каміння».

### Виклад основного матеріалу

За результатами експертизи встановлено, що на дослідження надано природний сапфір синій (рис. 1).

#### Класифікаційні характеристики:

- Маса (ct) – 0,99.
- Форма огранування – овал.
- Вид огранування – змішаний.



Рисунок 1. Сапфір синій

- Колір – темно-синій.
- Група кольору згідно з ТУ У 36.2–21587162.002–2009 – 4.
- Група чистоти згідно з ТУ У 36.2–21587162.002–2009 – 2.

*Гемологічні характеристики:*

- Показник заломлення – 1,760-1,771.
- Двозаломлення – 0,011.
- Оптичний характер – анізотропний.
- Густина – 3,95 г/см<sup>3</sup>.
- Плеохроїзм – помірний.
- Характер флуоресценції:  
довжина хвилі 365 нм – відсутня;  
довжина хвилі 254 нм – відсутня.

Під час оптико-мікроскопічних досліджень каменя методом косоного освітлення виявлено кристалічні включення – округлі мікрочастинки, включення із атоловою структурою, так звані фантомні включення (рис. 2), які характерні для синіх сапфірів магматичного походження, а також газорідні включення [1]. Форма кристалічних включень дозволяє стверджувати про відсутність високотемпературного впливу на цей синій сапфір, про що свідчить незруйнована поверхня кристалічних включень.



Рисунок 2. Кристалічні фантомні включення, зб. 100

На рисунку 3 наведена схема розташування включень (внутрішніх дефектів) в дослідженому сапфірі синьому. Необхідно зазначити, що деякі включення, наприклад фантомні, можуть бути добре помітними і дослідженими лише при

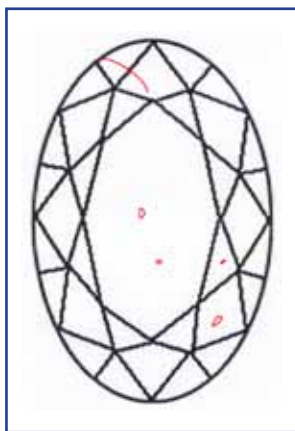


Рисунок 3. Схема розташування включень (внутрішніх дефектів) у дослідженому сапфірі синьому

значному збільшенні під мікроскопом або при сильному спрямованому косому освітленні.

Хімічний склад каменя визначено за результатами напівкількісного РФА. За результатами порівняння хімічного складу досліджуваного каменя з даними хімічного складу сапфірів синіх з родовищ світу можна припустити, що цей камінь був видобутий на родовищі магматичного типу [2, 3]. Найвідоміші родовища магматичного типу знаходяться в Австралії, Лаосі, Камбоджі, Таїланді, Мадагаскарі, Кенії, Нігерії. І хоча, за відомостями власника каменя, камінь було видобуто в Нігерії, його хімічний склад, зокрема підвищений вміст Ті, V і досить значна кількість Fe, не відповідають даним щодо хімічного складу сапфірів синіх з родовищ Нігерії [4].

За результатами досліджень синього сапфіру методом ІЧ-Фур'є спектроскопії виявлено присутність комплексу піків поглинання в діапазоні близько 3231-3366 см<sup>-1</sup> (рис. 4). Ця область спектра визначає структурні групи ОН, зв'язані з такими мікроелементами, як V, Ті, Fe [4, 5].

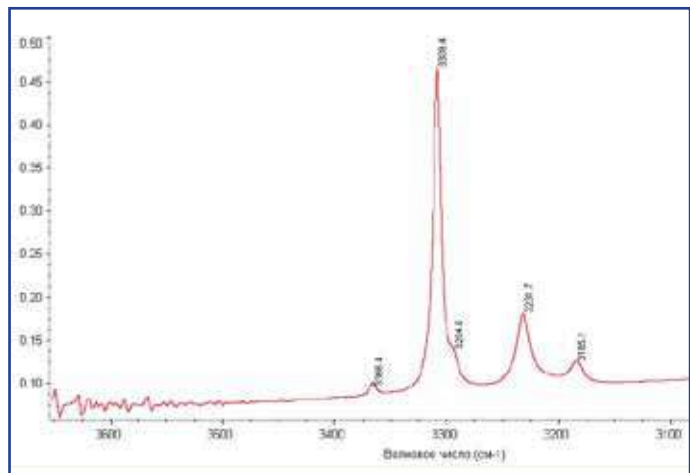


Рисунок 4. Піки поглинання в діапазоні близько 3185-3366 см<sup>-1</sup> в інфрачервоному спектрі сапфіра синього

### Висновки

Проведено гемологічні, хімічні, спектроскопічні та оптико-мікроскопічні дослідження сапфіра синього. Встановлено, що камінь не було піддано термообробці, про що свідчить характер досліджених включень. Наведено схему розташування внутрішніх дефектів (включень). Визначено, що хімічний склад каменя свідчить про його походження з родовищ магматичного типу.

*Використані джерела / References*

1. Gübelin E.J., Koivula J. Photoatlas of Inclusions in Gemstones. Basel. ABC Edition, 1992. 532 p.
2. Palke A. C., Saeseaw S., Renfro N.D., Sun Z., McClure S.F. Geographic Origin Determination of Blue Sapphire. *Gems & Gemmology*. 2019. Vol.50. No.4. P. 536-579.
3. Kievlenko E. Geology of Gems. Canada. Ocean Pictures, 2003. 468 p.
4. Saeseaw S., Sangsawong S., Vertriest W., Atikarnsakul U., Raynaud-Flattot L.V., Khowpong C., Weeramonkhonlert V. A study of sapphire from Chanthaburi, Thailand and its gemological characteristics. *GIA. News from Research, Special Issue*. 2017. P. 1–42.
5. Smith C.P., Kammerling R.C., Keller A.S., Peretti A., Scarratt K.V., Khoa N.D., Repetto S. Sapphires from southern Vietnam. *Gems & Gemology*. 1995. Vol. 31 (No. 3, Fall): P. 168–186.

УДК 549.091+553.823

Ю.Д. Гаевский, главный специалист отдела экспертизы драгоценного камня  
E-mail: gud@gems.org.ua

Е.П. Беличенко, кандидат геологических наук, руководитель отдела  
экспертизы драгоценного камня  
E-mail: lbgems@gmail.com

Государственный геммологический центр Украины  
ул. Дегтяревская, 38–44, Киев, 04119, Украина

*Геммологические исследования  
необлагороженного синего сапфира*

Проведены геммологические, химические, физические и оптико-микроскопические исследования сапфира синего. Установлено, что камень не был подвергнут термообработке, что подтверждает характер исследованных включений. Определено, что химический состав камня свидетельствует о его происхождении из месторождений магматического типа.

Ключевые слова: геммологические свойства, химический состав, оптико-микроскопические исследования, синий сапфир.

UDC 549.091+553.823

Yu. Gayevsky, chief specialist of the Department of Examination of Precious  
Stones  
E-mail: gud@gems.org.ua

O. Belichenko, Ph.D. (Geol.), Head of the Department of Examination of Precious  
Stones  
E-mail: lbgems@gmail.com

State Gemmological Centre of Ukraine  
38–44 Deghtyarivska Str., Kyiv, 04119, Ukraine

*Gemmological studies  
of unheated blue sapphire*

Gemmological, chemical, physical and optical-microscopic studies of blue sapphire were performed. It was found that the stone was not subjected to heat treatment, as evidenced by the nature of the studied inclusions. It is determined that the chemical composition of the stone indicates its origin from deposits of igneous type.

Keywords: gemmological properties, chemical composition, optical-microscopic researches, blue sapphire.