

УДК 549.08 +549.517.1

ДОСЛІДЖЕННЯ СИНТЕТИЧНИХ КОРУНДІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИЛАДУ DIAMODVIEW™ – НОВІ МОЖЛИВОСТІ ПРИ ДІАГНОСТИЦІ СИНТЕТИЧНОГО ДОРОГОЦІННОГО КАМІННЯ

Ємельянов І.О., Беліченко О.П.
Державний гемологічний центр України

Сучасною тенденцією світового та українського ринку дорогоцінного каміння є значне збільшення кількості синтетичних та облагороджених дорогоцінних каменів. Це пов'язано з поширенням відомих та розвитком нових методів синтезу і обробки. Інформування покупця про походження (природне або штучне) та види облагородження, є обов'язковим відповідно до міжнародних торговельних правил та законодавства багатьох країн світу, тому виявлення критеріїв для визначення синтетичних або облагороджених дорогоцінних каменів є одним з головних завдань гемологічних досліджень.

Серед синтетичних аналогів дорогоцінного каміння саме рубін став першим синтетичним кристалом, який почали штучно вирощувати в промислових масштабах і широко використовувати з технічною метою і в ювелірній справі замість природних каменів. Першим у промислових масштабах рубін почав синтезувати французький учений Огюст Вернейль, який у 1902 р. створив оригінальну апаратуру (спеціальну піч з киснево-водневим пальником) і підготував методику, що дозволяла за 2-3 години вирощувати кристали рубіну масою 20-30 каратів.

Простота і надійність методу Вернейля привела до швидкої організації промислового виробництва цих кристалів спочатку у Франції, а пізніше практично в усіх високорозвинених країнах світу.

Для синтезу рубіну використовують також інші методи, такі як:

- метод Чохральського;
- метод зонної плавки;



Рисунок 1 – Кристали синтетичного корунду синтезованого за методом Вернейля.

- метод синтезу з розчину в розплаві (флюсовий метод);
- метод синтезу з газової фази;
- гідротермальний метод.

Така різноманітність методів вирощування рубіну дозволяє отримувати кристали, які значно відрізняються один від одного, а також від природних каменів як за структурно-морфологічними особливостями, так і за деякими фізичними властивостями.

В теперішній час штучні корунди широко розповсюджені та коштують порівняно дешево. Сучасне світове виробництво синтетичного матеріалу складає близько 1 млн. карат на добу. Його використовують в ювелірній справі, в годинниковій промисловості, в оптиці, електроніці, астрономії (рис.1, 2) [2]. Більшість корундів (до 90%) синтезується методом Вернейля [6].

Перші наукові роботи щодо вивчення природних рубінів з'явилися ще в першій половині ХХ століття. З кінця 30-х років почалося вивчення синтетичних рубінів різних видів генезису, їх порівнювали з природними рубінами родовищ світу, використовуючи методи хімічного аналізу та досліджуючи внутрішні включення різних типів (газово-рідкі, мінеральні) за допомогою мікроскопії. Поява в 70-80-ті роки ХХ століття гемологічного обладнання нового покоління розширила можливості лабораторій, для діагностики синтетичного каміння почали використовувати такі методи досліджень як інфрачервона та оптична спектроскопія, мікрозондовий аналіз, рентгеноспектральний аналіз.



Рисунок 2 – Ограновані вставки синтетичного корунду.

До 130-річчя з дня народження академіка Олександра Євгеновича Ферсмана

В науково-дослідній лабораторії ДГЦУ при дослідженні мінералів групи корунду крім інфрачервоної спектроскопії та рентгеноспектрального аналізу використовують також мало відому методику діагностики рубінів та сапфірів за допомогою приладу DiamondView™.

Прилад був розроблений одним з лідерів алмазної індустрії компанією «Де Бирс». В основу роботи приладу покладено опромінення зразка УФ-хвилями довжиною 225 нм (короткі хвилі) [5]. При опроміненні спостерігається флуоресценція досліджуваного зразка, автоматично фіксується фосфоресценція, стають помітними видимі структури росту, які відображають умови кристалізації досліджуваного каменя.

DiamondView™ – це невеликий прилад розмірами 26x24x44 см та вагою 13 кг. Прилад дозволяє працювати з ювелірними вставками та виробами розміром від 0,05 до 10 каратів (рис. 3А) [5]. Прилад досить простий у використанні. Після відкриття дверцят зразок встановлюють у вакуумну чашу, де він утримується за допомогою спеціального насоса (рис. 3Б). Після закриття дверцят автоматично вмикається встановлена у приладі камера, і ми можемо спостерігати зразок на екрані монітора.

За допомогою обертових ручок, які розташовані на зовнішній частині приладу (рис. 3А), можна підлаштовувати зображення зразка залежно від потреб оператора. Ручки дозволяють переміщувати зразок вертикально, горизонтально, обертати навколо своєї осі, підводити фокус.

Незважаючи на те що пристрій був розроблений виключно для діагностики діамантів, в науково-дослідній лабораторії ДГЦУ він використовується як допоміжний прилад при визначенні природи походження мінералів групи корунду.

Як відомо, діагностичними ознаками синтетичних корундів вирощених за методом Вернейля є вигнуті лінії росту котрі пов'язані з

падінням крапель на верхню площадку булі та більшою у зрівняні з окисом алюмінію летючістю деяких забарвлюючих окисів [1]. На відміну від вигнутих ліній росту в синтетиці, в природних каменях лінії росту прямі, що пов'язано з кристалізацією мінералів переважно у формі гексагональної дівіраміди, гексагональної призми, ромбедру [4]. Також природні корунди можуть містити різноманітні внутрішні дефекти у вигляді мінеральних включень, газово-рідинних включень, тріщин тощо, в той час як у синтетичних вернейлівських корундів внутрішні включення представлені газовими пухирцями або їх групами та заповненими газом каналами [1]. Ще однією діагностичною ознакою є наявність свічення в УФ-світлі. Природні рубіни за наявності в їх складі атомів Cr при опроміненні ультрафіолетовим світлом світяться червоним кольором, присутність у великій кількості в каменях атомів Fe буде "гасити" флуоресценцію [3]. Сапфіри природного походження в УФ-променях зазвичай не світяться взагалі. Опромінюючи штучні камені ми в більшості випадків спостерігаємо флуоресценцію червону, фіолетово-червону для синтетичних рубінів та блакитно-білу або зеленувату для синтетичних сапфірів.

Було проведено дослідження 56 синтетичних та 15 природних зразків мінералів групи корунду. Форма огранування каменів – круг, овал, маркіз, серце, круг кабошон, овал кабошон. Колір каменів - синій, блакитний, синьо-зелений, червоний, рожевий, фіолетовий, фіолетово-рожевий. Маса каменів від 0,06 до 15,0 ст.

Метод дослідження зразків у DiamondView™ полягає в наступному:

- зразок поміщають у вакуумну чашу та опромінують ультрафіолетовими хвилями;
- на екрані монітору досліджують опромінені зразки, виявляючи структури росту кристалів, характерні для природних або синтетичних каменів або характерні включення (рис. 4-11).

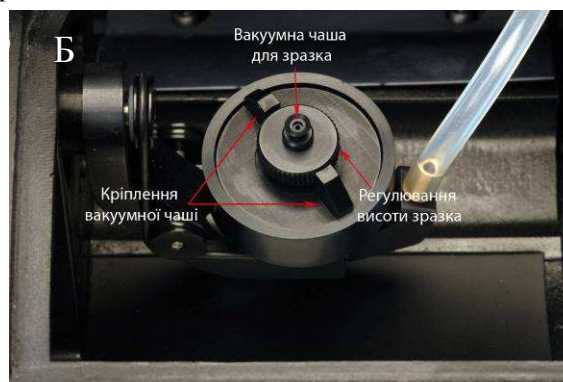


Рисунок 3 Зовнішній вигляд (А) та внутрішня будова робочої частини (Б) приладу DiamondView™

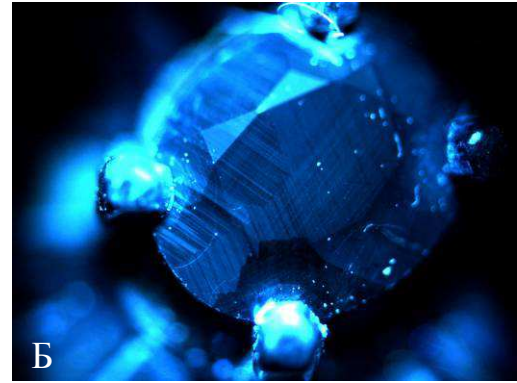
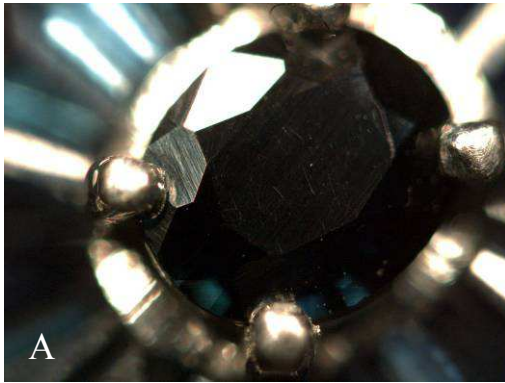


Рисунок 4 – Каблучка з природним сапфіром. Форма огранування овал Вид з боку корони. Видиме світло (А). УФ-світло (Б). Спостерігаються фрагменти прямих ліній росту характерних для природного сапфіру (Б).

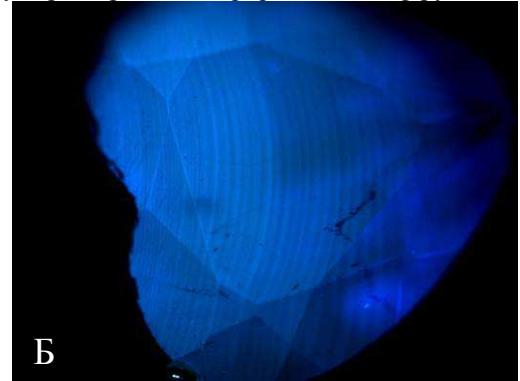
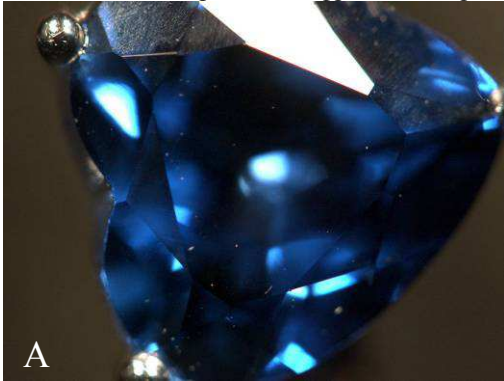


Рисунок 5 – Каблучка з синтетичним сапфіром. Форма огранування серце. Вид з боку корони. Видиме світло (А). УФ-світло (Б) Простежуються вигнуті лінії росту характерні для синтетичного сапфіру.(Б)

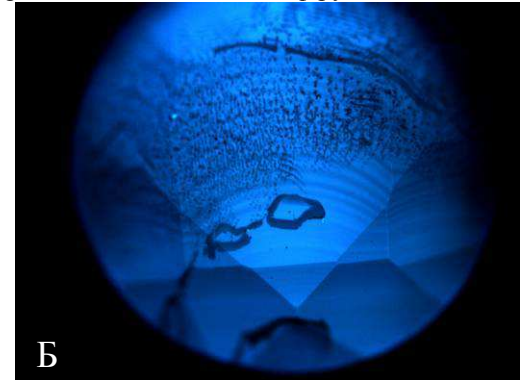


Рисунок 6 – Каблучка з синтетичним сапфіром. Форма огранування круг. Вид з боку корони. Видиме світло (А). УФ-світло (Б). Простежуються вигнуті лінії росту характерні для синтетичного сапфіру та скупчення газових пухирців (Б).

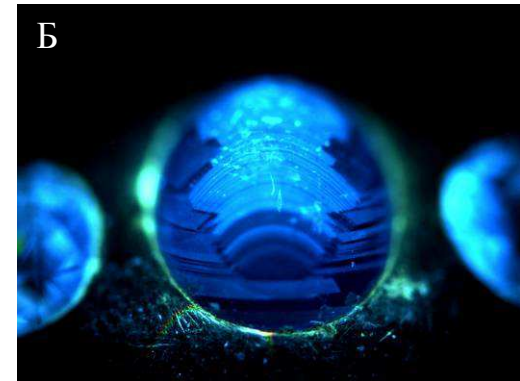
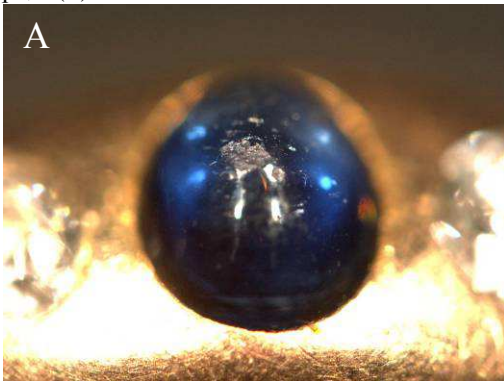


Рисунок 7 – Каблучка з природним сапфіром. Форма огранування овал кабшон. Вид з боку корони. Видиме світло (А). УФ-світло (Б). Спостерігаються лінії росту характерні для природного сапфіру (Б).

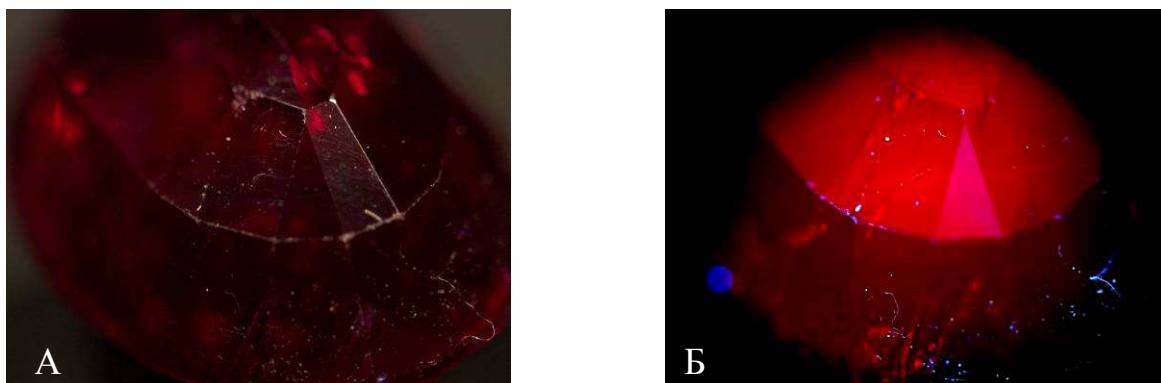


Рисунок 8 – Природний рубін. Форма огранування овал. Вид з боку павільйону. Видиме світло (А). УФ-світло (Б). Спостерігаються прямі лінії двійникування (?) характерні для природного сапфіру (Б).

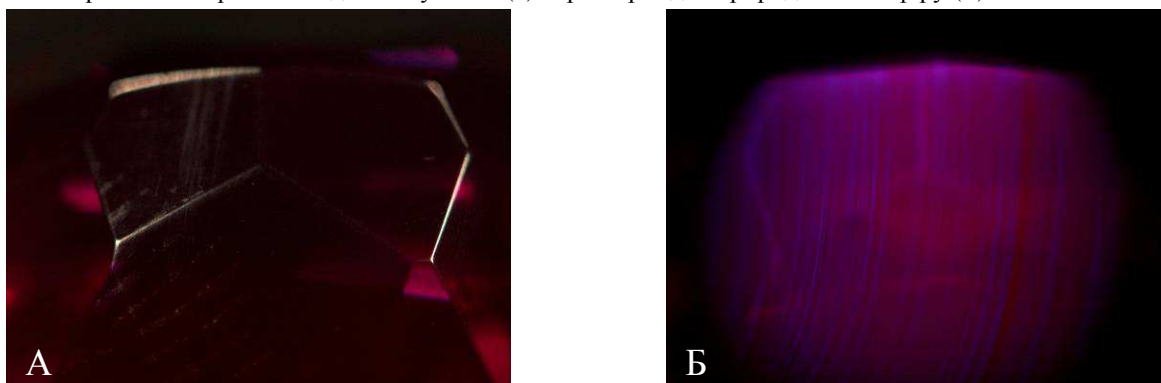


Рисунок 9 – Синтетичний рубін. Форма огранування овал. Вид з боку павільйону. Видиме світло (А). УФ-світло (Б). Простежуються вигнуті лінії росту характерні для синтетичного рубіну (Б).

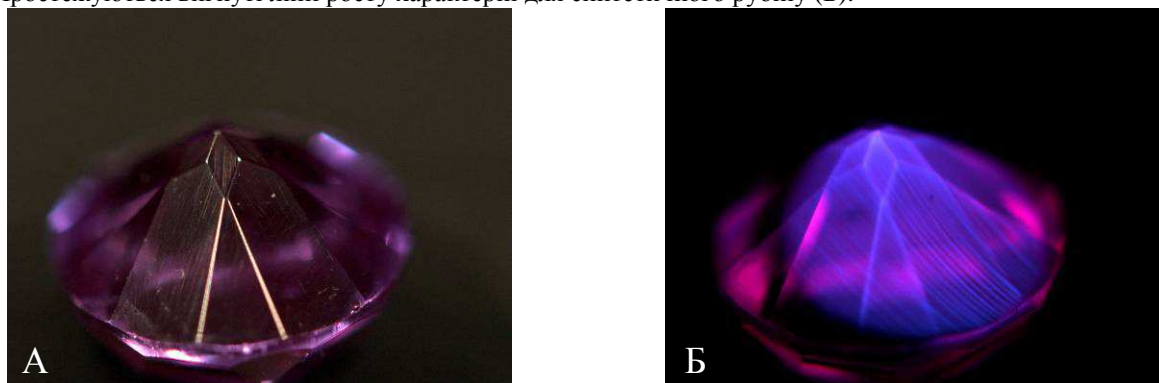


Рисунок 10 – Синтетичний сапфір фіолетового кольору. Форма огранування круг. Вид з боку павільйону. Видиме світло (А). УФ-світло (Б). Простежуються вигнуті лінії росту характерні для синтетичного корунду (Б).

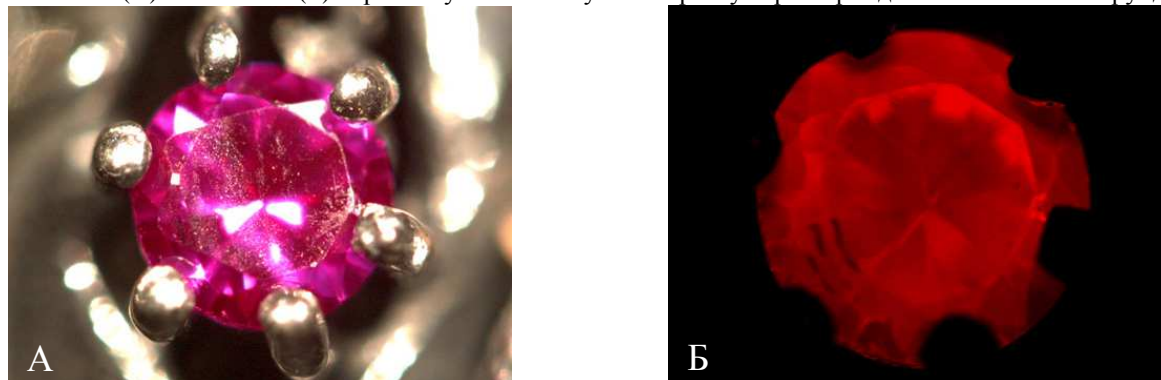


Рисунок 11 – Каблучка з синтетичний сапфіром фіолетово-рожевого кольору. Форма огранування круг. Вид з боку корони. Видиме світло (А). УФ-світло (Б). Слабо помітні вигнуті лінії росту характерні для синтетичного сапфіру (Б).

Як підсумок проведеної роботи можна зробити наступні висновки:

- Зразки синтетичного каміння майже завжди проявляють інтенсивну флюоресценцію.
- При вивченні зразків природного походження, незважаючи на велику потужність УФ лампи приладу флюоресценція в деяких каменях була майже відсутня.
- Структури росту в природних каменях в деяких випадках фіксувались повністю, інколи спостерігались фрагменти структур, іноді не фіксувались взагалі.
- При вивченні синтетичних каменів структури росту або їх фрагменти простежувались практично в усіх досліджуваних зразках.

Як підсумок можна сказати, що DiamondView™ добре виконав повставлене завдання щодо визначення природи походження мінералів групи корунду. Прилад дозволяє працювати з досить маленькими вставками, діагностування природи яких за допомогою інших приладів проблематично. У випадках, коли за допомогою приладу неможливо достовірно визначити походження каменя, треба залучати й інше складне гемологічне обладнання.

1. Андерсон Б. Определение драгоценных. Пер. с англ.- Москва: Мир камня, 1996 – 456 с., ил.
2. Афонькин С.Ю., Савельева А.В. Большая иллюстрированная энциклопедия. Драгоценные камни – Вильнюс: UAB "Bestiary", 2012 – 224 с., ил.
3. Смит Г. Драгоценные камни. Пер. с англ. – Москва: Мир, 1984 – 558 с., ил.
4. Шуман Вальтер. Драгоценные и полудрагоценные камни. Пер. с нем.- М.: БММ АО, 2006. – 312 с.: ил.
5. DiamondView User Manual/Diamond – Trading Company Ltd, 2008. – 81 p.
6. Krakowane syntetyczne szafiry // Polski Jubiler. - 2011. - №3 (93). - 30-31 st.

Summary: Research of Verneuil synthetic corundum with the use of DiamondView™ was carried out in the laboratory of the State Gemological Centre of Ukraine. The instrument is designed especially for the purpose of diamond's graining study under UV irradiation and rarely used in study of colored gemstones. The results indicate that DiamondView™ device can be used for diagnostics of natural and synthetic corundum.