

Діагностика алмазів за допомогою приладу "DiamondView™"

Перші спроби синтезу алмазів

Перша спроба синтезу алмазу була зроблена в 1823 р. засновником Харківського університету В. Каразіним, який під час сухої перегонки деревини при сильному нагріванні отримав тверді кристали невідомої речовини. У 1893 р. професор К.Д. Хрущов під час швидкого охолодження розплавленого срібла, насиченого вуглецем, також отримав кристали, які дряпали скло і корунд. Його дослід був успішно повторений Анрі Муассоном, який замінив срібло на залізо. Пізніше було встановлено, що в цих дослідках синтезувався не алмаз, а карбід кремнію (муасаніт), який має дуже близькі до алмазу властивості.

У 1879 році шотландський хімік Джеймс Хенней виявив, що при взаємодії лужних металів з органічними сполуками відбувається виділення вуглецю у вигляді лусочок графіту, і припустив, що під час проведення таких реакцій в умовах високого тиску вуглець може кристалізуватися у вигляді

алмазу. Після низки експериментів йому вдалося отримати кілька кристалів, які були визнані алмазами після незалежного дослідження. У науковому світі його відкриття не було визнано, оскільки вважалося, що алмаз не може утворюватися за таких низьких тиску і температури. Повторне дослідження зразків Хеннея, проведене в 1943 р. з застосуванням рентгенівського аналізу, підтвердило, що отримані кристали є алмазами.

Методи синтезу алмазів

Отримання штучного алмазу за тиску і температури, близьких до природних, стало можливим тільки у XX ст. У 50-х рр. XX ст. алмаз було вперше отримано в умовах, подібних до природних. У 1953 р. перші синтетичні алмази було отримано шведською компанією ASEA ("Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget"). Через рік цей результат повторила американська компанія "General Electric", а декілька років по тому синтетичні алмази отримали такі

компанії, як: "De Beers" (Йоханнесбург, ПАР), "Sumitomo Electric Industries" (Японія), а також російські вчені. Перші алмази, придатні для огранювання, виготовила компанія "General Electric" у 1970 р.

Під час синтезу цих алмазів застосовували метод високих тиску і температури, так званий HPHT (High Pressure High Temperature) метод. Цей метод був найбільш популярним та широко використовувався в усьому світі, доки у 2003 р. компанія "Appollo Diamonds" не розробила новий метод синтезу промислових алмазів відомий як технологія осадження з пару – CVD (Chemical Vapor Deposition).

Синтез за технологією HPHT

Для того, щоб створити необхідні умови для синтезу, були створені спеціальні пристрої. Найбільш популярні пристрої – це преси системи "BELT", які використовують компанії "General Electric", "De Beers" та "Sumitomo Electric Industries", і безпресова система "BAPC"

(безпресовий апарат "Розрізана сфера"), яка розроблена російською Академією наук у Новосибірську.

В апараті системи "BELT" використовують величезний гідравлічний прес з ковадлами у формі кілець, звідси і походить назва "belt" ("пояс"). Принцип роботи апарата полягає ось у чому. У верхній частині ростової камери за більш високих температур знаходиться порошок синтетичного алмазу; розплавлений метал-каталізатор примушує атоми вуглецю з порошку синтетичного алмазу переходити в розчин у нагрітій зоні; опинившись у розчині, атоми вуглецю вільно мігрують у бік більш прохолодного кінця камери, де знаходяться дрібні синтетичні або природні кристали-зародки. Вуглець кристалізується на зародках, таким чином здійснюється ріст великого кристала синтетичного алмазу (рис. 1). Умови синтезу такі: температура – 1100-1700°C, тиск – 50-100 кбар.

В апараті системи "БАРС" тиск утворюється за допомогою двох комплектів ковадел. Зовнішній комплект складається з 8 ковадел та створює порожни-

ну у формі октаедра. Посередині знаходиться набір з 6 додаткових ковадел, що створюють порожнину кубічної форми, в якій розміщена ростова камера. Ці комплекти ковадел знаходяться посередині двох півсфер – звідси походить друга назва технології "БАРС" – "розрізана сфера" (рис. 2). Умови синтезу: температура – 1350-1700°C, тиск – 55-65 кбар, як каталізатор використовували залізо, марганець, нікель та інші перехідні метали.

Таким чином, умови синтезу в апаратах "БАРС" є аналогічними до умов, які використовують в апаратах "BELT", але маленький розмір ростової камери обмежує розмір отриманого кристала синтетичного алмазу.

Синтез за технологією CVD

Крім синтезу алмазу методом високих тисків та температур, існує також менш дорогий метод, за яким алмаз утворюється завдяки хімічному осадженню газової фази – це метод за технологією CVD (Chemical Vapor Deposition). Після винаходу цього методу тривалий час було складно отримати кристали ювелірної якості (одержували лише тонкі плівки), але у 2003 р. компанія "Appollo Diamonds" повідомила про утворення монокристалів алмазу, придатних до подальшого огранювання в діаманти. Принцип методу

Рисунок 2. Апарат типу "БАРС":
А – спрощена схема внутрішньої частини "розрізаної сфери":
1 – зовнішній комплект ковадел, що створює порожнину октаедричної форми; 2 – внутрішній комплект ковадел, який утворює центральну порожнину кубічної форми, де знаходиться ростова камера;
3 – камера високого тиску, в якій відбувається ріст синтетичного алмазу.

Б – схема ростової камери:
1 – термопара; 2 – контейнер (середовище, в якому утворюється тиск); 3 – нагрівальний елемент;
4 – алмазний порошок; 5 – розчин металів (флюс); 6 – зародковий кристал; 7 – електроживлення

полягає ось у чому. Вуглецевмісний газ (найчастіше метан у суміші з воднем) подається в реакційну камеру, де під дією високотемпературної плазми його молекули руйнуються. За температури 800-1000°C проходить кристалізація вуглецю на субстраті (рис. 3).

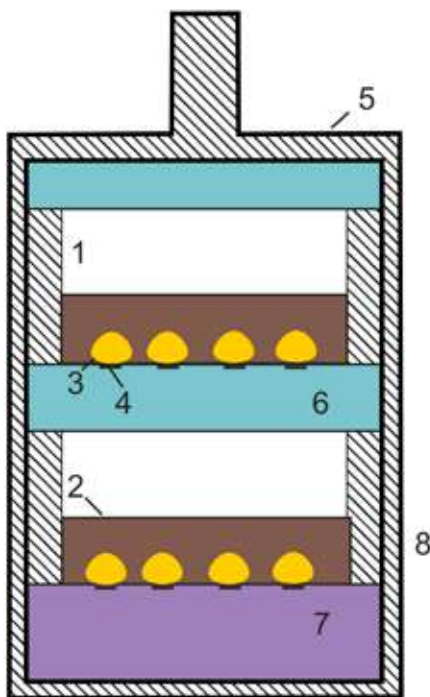


Рисунок 1. Апарат типу "BELT":
1 – порошок синтетичного алмазу;
2 – розчин металів (флюс);
3 – кристал алмазу, який росте;
4 – зародковий кристал алмазу;
5 – нагрівальний елемент;
6 – розділювальна сітка;
7 – дно камери;
8 – ізоляційне середовище, яке проводить тиск

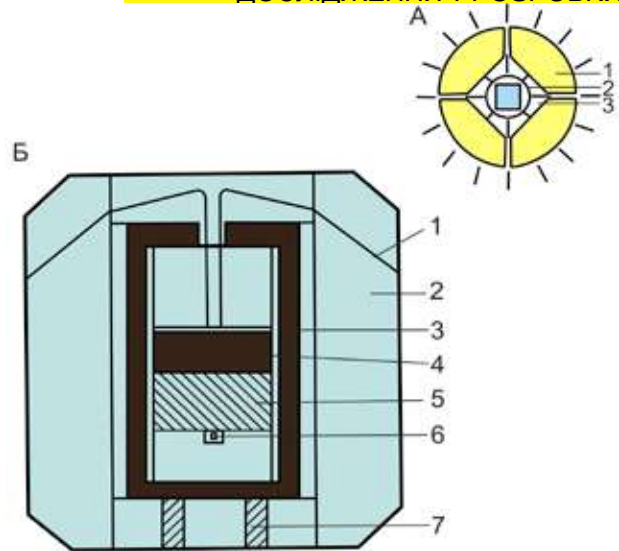


Рисунок 2. Апарат типу "БАРС":
А – спрощена схема внутрішньої частини "розрізаної сфери":
1 – зовнішній комплект ковадел, що створює порожнину октаедричної форми; 2 – внутрішній комплект ковадел, який утворює центральну порожнину кубічної форми, де знаходиться ростова камера;
3 – камера високого тиску, в якій відбувається ріст синтетичного алмазу.

Б – схема ростової камери:
1 – термопара; 2 – контейнер (середовище, в якому утворюється тиск); 3 – нагрівальний елемент;
4 – алмазний порошок; 5 – розчин металів (флюс); 6 – зародковий кристал; 7 – електроживлення

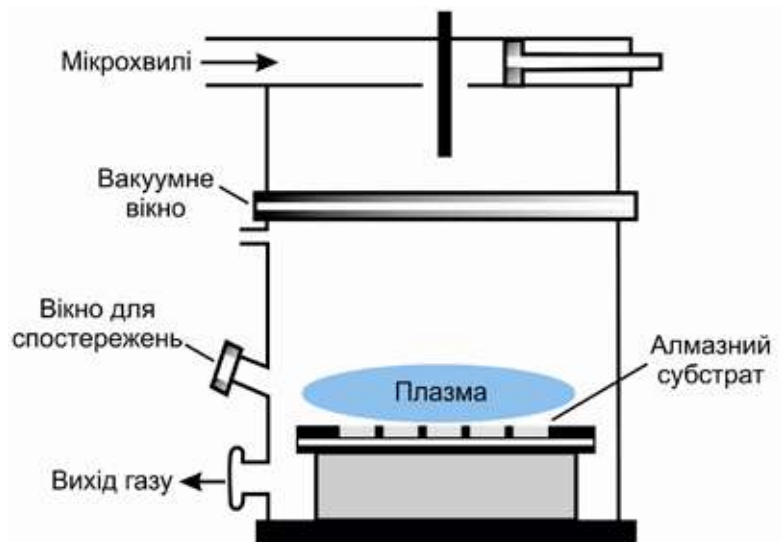


Рисунок 3. Схема апарату для синтезу алмазів за технологією CVD

Синтез алмазу за високих температури та тиску ($T = 1400^{\circ}\text{C}$, $P = 55$ кбар) здійснюється в області, де стабільною формою вуглецю є алмаз. В умовах низьких тисків, за яких відбувається осадження з газової фази, алмаз метастабільний. Це означає, що не можна виключати можливості спонтанної кристалізації графіту. Щоб цьому запобігти, суміш газів збагачують воднем, який перешкоджає утворенню графіту. Атомарний водень надзвичайно активний, він роз'їдає все, що не є алмазом. Алмаз також роз'їдається, але повільніше, ніж графіт.

Діагностика алмазів за допомогою приладу "DiamondView™"

Через появу на ринку синтетичних алмазів виникла потреба їхньої діагностики, необхідно було сформулювати надійні критерії, які б дозволяли відрізнити природний алмаз від його синтетичного аналога.

Зразки синтетичних алмазів були досліджені в авторитетних гемологічних лабораторіях світу. Після всебічного дослідження фахівці дійшли висновку, що, незважаючи на деякі відмінності (характерні структури росту, залишки включень металів-катализаторів тощо) синтетичних алмазів від природних, пересічному фахівцеві, а тим більше споживачу ювелірних виробів ідентифікувати їх буде досить складно, а інколи практично неможливо. Тоді компанія "De Beers" розробила нескладний, але ефективний прилад – "DiamondView™", який дозволяє з високим ступенем достовірності відрізнити природні алмази від їх синтетичних аналогів.

"DiamondView™" є невеликим приладом розмірами $26 \times 24 \times 44$ см та вагою 13 кг. Прилад дозволяє працювати з ювелірними вставками та виробами розміром від 0,05 до 10 каратів (фото 1).

Прилад досить простий у використанні. Після відкриття дверцят зразок встановлюють у вакуумну чашу, де він утримується за допомогою спеціального насоса (фото 2). Після закриття дверцят автоматично вмикається встановлена у приладі камера, і ми можемо спостерігати зразок на екрані монітора.

За допомогою обертових ручок, які розташовані в зовнішній частині приладу, можна підлаштовувати зображення зразка залежно від потреб оператора.



Фото 1. Зовнішній вигляд приладу "DiamondView™"

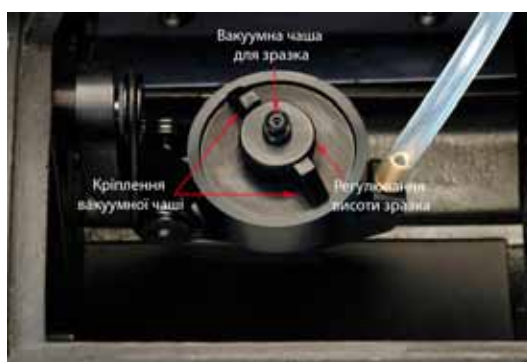


Фото 2. Внутрішня будова робочої частини приладу "DiamondView™"

Ручки дозволяють переміщувати зразок вертикально, горизонтально, обертати навколо своєї осі, підводити фокус.

В основу роботи приладу покладено опромінення зразка УФ-хвилями довжи-

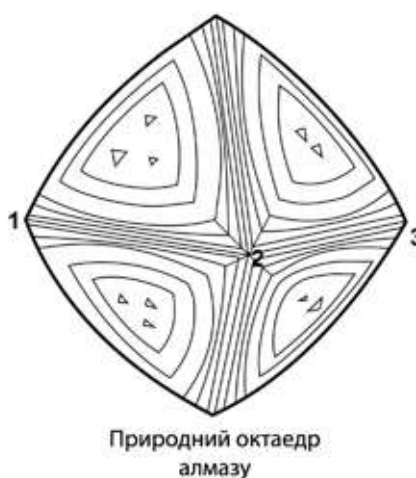
ною 225 нм (короткі хвилі). При опроміненні спостерігається флуоресценція досліджуваного зразка, автоматично фіксується фосфоресценція, стають помітними видимі структури росту, які відображають умови кристалізації алмазу.

Кристалізація алмазу – досить складний природний процес, залежний від різних умов, а також хімічного складу середовища мінералоутворення. Дотепер людині не вдалося повністю відтворити природний процес кристалізації алмазу, створити камінь, за всіма параметрами аналогічний до природного.

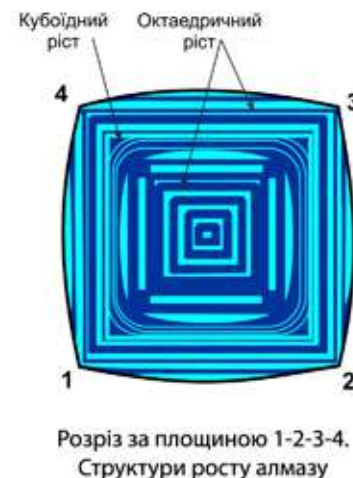
Морфологія кристала алмазу відображає процес його росту. Форми природних кристалів досить різноманітні. Найбільш характерною формою є октаедр (рис. 4).

Куб, ромбододекаедр та тетраедр зустрічаються рідко. Природні кристали правильної кристалографічної форми досить рідкісні у зв'язку з нестійкими умовами під час їхнього росту.

Природні алмази утворювалися в надрах землі протягом багатьох мільйонів років до того, як досягли поверхні землі. Складні умови, за яких вони формувалися (високий тиск та температура), сприяли утворенню кристалів алмазу



Природний октаедр алмазу



Розріз за площиною 1-2-3-4. Структури росту алмазу

Рисунок 4. I – схематичне зображення кристала алмазу; II – зображення структур росту в природному алмазі під час ультрафіолетового збудження в "DiamondView™"

октаедричної форми. У лівій частині рисунка 4 показано восьмикутник (октаедр) природного алмазу. Якщо зробити розріз у площині 1-2-3-4, помістити зразок у "DiamondView™" і збудити УФ-світлом, то зображення, що дає прилад, буде нагадувати зображення, показане у правій частині рисунка. На рисунку добре помітні структури росту за кубом та октаедром. Колір флуоресценції та інтервал між структурами росту відображає історію росту алмазу. Складність і видимість рисунка флуоресценції змінюється від одного природного алмаза до іншого. Домінуючий колір флуоресценції природних алмазів – синій, також можлива жовта, зелена флуоресценція або комбінації цих кольорів.

Під час синтезу алмазів методом HPHT (рис. 5) для прискорення росту

кристала потрібна наявність метала-розчинника – каталізатора.

Такі умови утворення сприяють розвитку декількох граней кристала, зокрема октаедричних {111}, кубічних {001}, додекаедричних {110}, та трапецієподібних {113}. Поглинання домішок є різним для різних зон росту і це виявляється в характерних фігурах флуоресценції синтетичних каменів, які досить часто виглядають як хрест, пісковий годинник або знак "стоп". Найкраще їх видно з боку павільйона, але це залежить від орієнтування каменя під час ограновування.

Вирощені за методом HPHT синтетичні алмази, як можна побачити в лівій частині рисунка, не схожі на октаедричні кристали природних алмазів і мають форму кубооктаедра, яка може бути не-

значною мірою змінена додекаедричною та трапецієподібною формами. Однак, тільки-но кристал алмазу зазнає полірування, ознаки, які свідчать про його природу, зникають.

Найбільш типовий колір для синтетичних алмазів (метод HPHT) – жовтий або жовтувато-коричневий. Жовтий колір виникає внаслідок наявності в алмазах азоту у вигляді поодиноких атомів, що заміщують вуглець. Кристали синтетичного алмазу мають зональну будову і різні зони, виявляють різну активність до захоплення домішок. Форма азоту, яку спостерігаємо в синтетичних каменях, відрізняється від тієї, що зустрічається в більшості природних алмазів. Ліва частина рисунка ілюструє форму та зональну будову кристала синтетичного алмазу (метод HPHT). У правій частині зображення показані флуоресцентні фігури синтетичного алмазу в різних перетинах, які можна спостерігати при опроміненні зразка УФ-хвилями в "DiamondView™". Флуоресцентна картина яскраво демонструє зональну будову синтетики (метод HPHT). Безбарвні камені також добре діагностуються в "DiamondView™". Концентрація азоту в безбарвних алмазах досить низька, але цього цілком достатньо для визначення зон росту в камені.

Для безбарвної синтетики (метод HPHT) характерна також здатність до свічення після опромінення УФ-світлом – фосфоресценція.

Умови проведення експерименту

У гемологічній лабораторії Державного гемологічного центру України (ДГЦУ) за допомогою приладу "DiamondView™" було проаналізовано 23 огранованих вставки з синтетичного алмазу та 15 огранованих вставок з природного алмазу. Синтетичні зразки були представлені безбарвними, блакитними та жовтими огранованими вставками. Зразки природних алмазів – безбарвні та жовтуваті камені з колекції ДГЦУ. Огранування каменів – Кр-57, маса – від 0,16 до 0,57 ст. Для покращення візуалізації та більш чіткого відображення структур росту в досліджуваних зразках були використані певні параметри налаштування якості зображення (табл. 1).

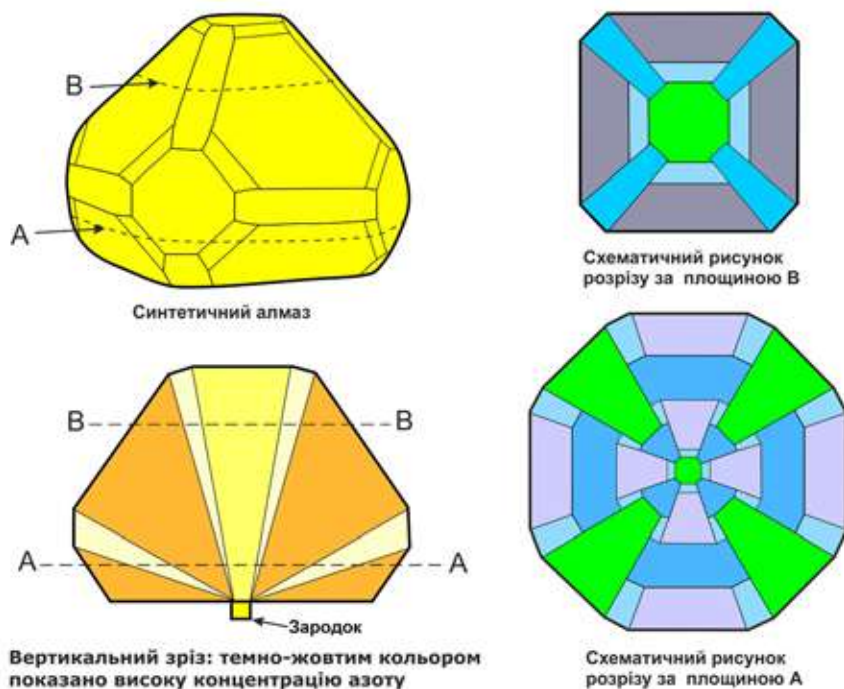


Рисунок 5. I – кристал алмазу, вирощений методом HPHT; II – характерні фігури флуоресценції. Зображення отримано за допомогою приладу "DiamondView™"

Таблиця 1

Intensity ¹ , %	Integration ² , s	Gamma ³	Min Excitation ⁴	Aperture ⁵ , %	Field Stop ⁶ , %	Gain ⁷ , db	Half Power ⁸ , %	Dark on capture ⁹
Видиме світло								
53	0,053-0,161	On	–	18-41	–	2,52-3,72	–	–
УФ-світло								
–	0,032-0,203	On or Off	Off	20-49	6-62	1,39-5,78	50	Off

Пояснення до таблиці: ¹інтенсивність; ²інтеграція; ³гама; ⁴мінімальне збудження; ⁵діафрагма; ⁶зупинка поля; ⁷поліпшення; ⁸половинна потужність; ⁹темний знімок

Коливання параметрів налаштування зображення залежить від кольору та типу каменю. Наприклад, якщо в синтетичних безбарвних каменях показники досить низькі, камені мають дуже сильну флуоресценцію, то в природних діамантах флуоресценція частіше помірна, ніж сильна, і для чіткого відображення структур необхідно застосовувати більш високі показники.

Діагностика природних алмазів

Серед природних алмазів часто зустрічаються алмази, що світяться після опромінення їх УФ-променями. Гама кольорів люмінесценції алмазів змінюється в широких межах, і залежно від природи каменю флуоресцентне зображення може бути синім, зеленим, червоним. У природних каменях, на відміну від синтетичних, флуоресценція більш однорідна або принаймні зональна.

Флуоресценція природних алмазів, на відміну від синтетичних, досить рівномірна і не така сильна. Фосфоресценція природного алмазу, як правило, дуже слабка або відсутня взагалі. Для отримання чіткого зображення досить часто доводиться підвищувати інтенсивність експозиції приладу.

У процесі кристалізації алмазу разом з ним кристалізуються й інші мінерали, які можуть утворюватися в тих самих умовах. Під час росту алмаз здатний захоплювати дрібні кристали різних мінералів, які потім можна спостерігати у вигляді дрібних включень у самому алмазі. Природні мінеральні включення та дефекти, характерні для природних алмазів, стають помітними вже під час їх дослідження у видимому світлі (фото 4, 5). При УФ-світлі чітко фіксуються структури, характерні для природного

алмазу. Добре видно форми росту за октаедром та кубом. Кольори, інтенсивність та поширення флуоресценції у природних алмазах кардинально відмінні від тих, що зустрічаються в синтетичних. Якщо в синтетичних алмазах частіше проявлені блочні або з невиразною формою рисунки люмінесценції, то в природних проявляються структури росту типу "річних кілець" (фото 6, 7).

Чітко проявлені повні фігури росту зустрічаються досить не часто. Як правило, в УФ-світлі спостерігаємо ділянки фігур або навіть невеликі залишки. Характерний колір, рівномірність люмінесценції та типові природні фігури росту дають змогу діагностувати природні камені в УФ-світлі за допомогою "DiamondView™" (фото 8 – 10).



Фото 4. Природний алмаз. Огранування – Кр-57, маса – 0,11 ст. Вид з боку павільйона. Добре помітно велику тріщину та мінеральні включення



Фото 5. Природний алмаз. Огранування – Кр-57, маса – 0,50 ст. Вид з боку корони. На площадці чітко проявлені темні мінеральні включення

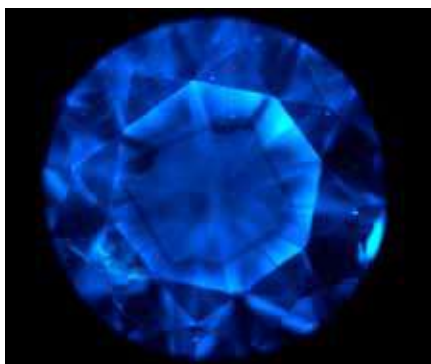


Фото 6. Природний алмаз. Огранування – Кр-57, маса – 0,35 ст. Вид з боку корони. Рівномірна синя флуоресценція з добре проявленими фігурами росту

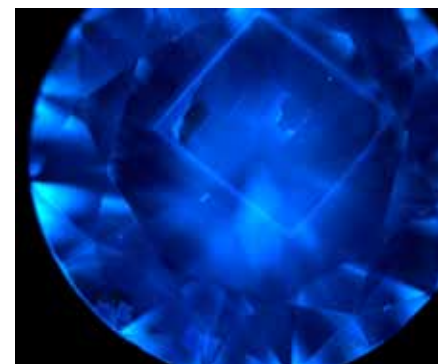


Фото 7. Природний алмаз. Огранування – Кр-57. Вид з боку корони. Чітко фіксуються природні фігури росту за октаедром

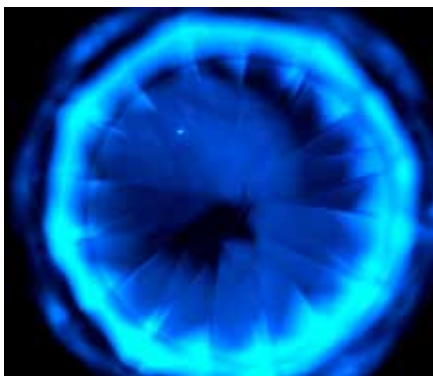


Фото 3. Природний алмаз. Вигляд з боку павільйона. Типова люмінесценція природного алмазу



Фото 8. Природний алмаз. Огранування – Кр-57, маса – 0,35 ст. Спостерігаються нечіткі, але помітні і достатні для діагностики природні структури росту





Фото 9. Природний алмаз. Огранування – Кр-57. Спостерігаються фігури росту октаедра у формі трикутника

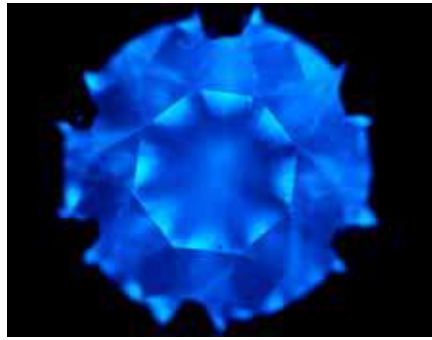


Фото 10. Природний алмаз. Каблучка, огранування – Кр-57. Нечітко спостерігаються лінії росту за октаедром



Фото 11. Природний алмаз. Огранування – Кр-57, маса – 0,50 ст. Помітні фігури росту у вигляді полігональної сітки

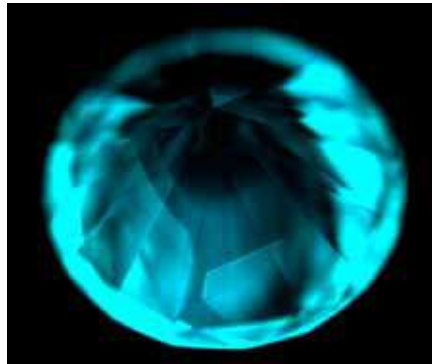


Фото 12. Синтетичний безбарвний алмаз. Вид з боку павільйона. Огранування – Кр-57, маса – 0,34 ст. Неоднорідна флуоресценція та чітко проявлені кубооктаедричні структури росту

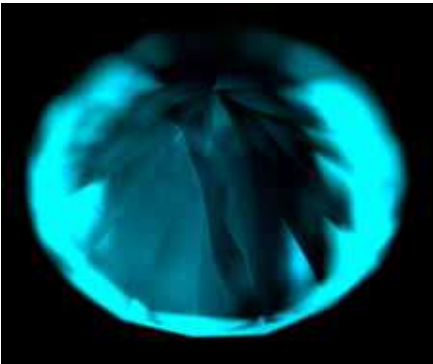


Фото 13. Безбарвний синтетичний алмаз. Вид з боку павільйона. Огранування – Кр-57, маса – 0,32 ст.

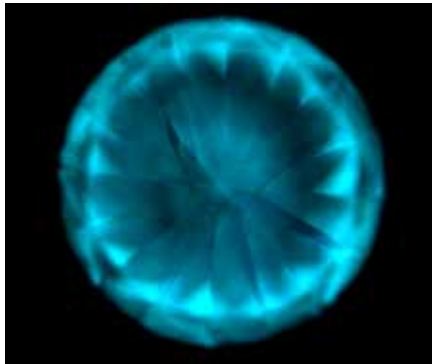


Фото 14. Безбарвний синтетичний алмаз. Вид з боку павільйона. Огранування – Кр-57, маса – 0,34 ст

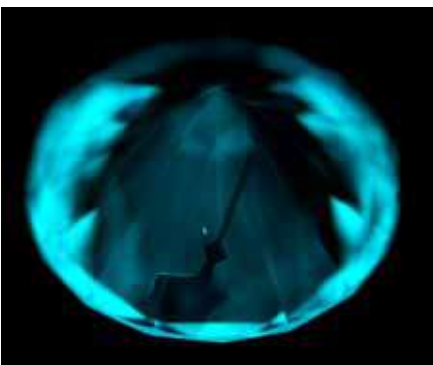


Фото 15. Безбарвний синтетичний алмаз. Вид з боку павільйона. Огранування – Кр-57, маса – 0,52 ст



Фото 16. Безбарвний синтетичний алмаз. Вид з боку павільйона. Огранування – Кр-57, маса – 0,37 ст

Також у деяких алмазах після їх опромінення УФ-світлом видно фігури у вигляді полігональної сітки (фото 11). Такі сітки є досить типовими для природних алмазів, але їх ніколи не буде в синтетичних каменях.

Діагностика синтетичних алмазів, вирощених за методом НРНТ

Кристали синтетичного алмазу утворюють комбінації з гранями куба та октаедра, в яких переважає кубічна форма. На відміну від нерівних граней природного алмазу, синтетичні камені мають рівні грані з наявністю спіралей росту. Форма кристалів синтетичних алмазів в основному ізометрична, вона більш витримана, ніж у природних каменях. Флуоресценція залежить від кольору: безбарвні камені мають блакитну; жовті, жовто-оранжеві, жовто-коричневі – жовто-зелену, зелену; червоні, рожеві – червону, темно-червону; блакитні – блакитно-зелену.

Безбарвні синтетичні алмази характеризуються сильною флуоресценцією блакитно-зеленого кольору та дуже інтенсивною фосфоресценцією. Флуоресценція неоднорідна, спостерігається збільшення інтенсивності флуоресценції від центру до периферії каменя. Якщо камінь досліджується з павільйону, то діагностика в більшості випадків не викликає проблем (фото 12).

На фото добре помітно зміну інтенсивності флуоресценції від області калети до периферійної частини каменя. З боку павільйона переважно добре спостерігаються типові для синтетичних алмазів (НРНТ) структури росту у вигляді кубів або хреста. Залежно від орієнтування каменя під час ограновування, структури можуть бути проявлені повністю або фрагментарно (фото 13 – 16).

У деяких зразках з боку павільйона видно тонкі, але добре помітні кубічні лінії росту замість чітких фігур росту, що є характерними для цього виду синтезу (фото 17, 18).

Розглядаючи камінь з боку площадки, у досліджуваних зразках не спостерігаємо таких яскраво виражених ростових структур, як з боку павільйона. Проте помітно не дуже проявлені, але достатні для ідентифікації кубічні сектори росту (фото 19). Здебільшого проаналізовані безбарвні алмази достатньо чисті, але в деяких спостерігаються типові для синтетики металічні включення,

залишки каталізатора (фото 20). Ці включення помітні вже при видимому світлі, а в ультрафіолеті вони настільки "сяють", що їх неможливо не побачити. Вони також є додатковою ознакою не природного походження каменю.

Жовті (жовто-коричневі) алмази мають флуоресценцію жовто-зеленого, місцями до блакитно-зеленого кольору. Інтенсивність флуоресценції нерівномірна, зональна. При огляді каменю як з боку корони, так і з боку павільйона дуже добре помітні кубооктаедричні, кубічні структури росту або їх фрагменти (фото 21, 22). Завдяки тому, що колір люмінесценції ліній росту відрізняється від проявленого в іншій частині каменя, виявлення діагностичних критеріїв стає досить простим завданням.

Крім чітко виражених кубооктаедричних структур, часто у зразках спостерігаються лише фрагменти фігур росту. Вони добре помітні і, незважаючи на неповноту картини, діагностуються без зусиль (фото 23 – 26).

Також у деяких зразках видно вузькі, малопомітні зони росту, що теж указує на синтетичну природу алмазу (фото 27, 28). Фосфоресценція в жовтих синтетичних алмазах проявлена дуже слабо або не спостерігається взагалі.

Блакитні синтетичні алмази проявляють характерну для синтетики нерівномірну флуоресценцію блакитного, блакитно-зеленого кольору. Фосфоресценція каменів дуже сильна. Після опромінення УФ-світлом майже всі камені досить довго випромінюють поглинену енергію, а саме – світяться блакитним кольором (фото 29, 30).

Типові структури росту з боку павільйона видно дуже добре (фото 31, 32). Серед досліджених зразків, напевно, саме в блакитних діамантах було витрачено найменшу кількість часу на пошук ознак, необхідних для встановлення природи каменю.

Діагностика з боку корони трудніша не викликає завдяки різним за інтенсивністю характерним кольорам флуоресценції. Навіть у випадках, коли фігури росту проявлені не повністю, можна діагностувати камінь за фрагментами структур (фото 33 – 36). Інколи зустрічаються досить великі включення металевих каталізаторів, добре помітні як у видимому, так і в ультрафіолетовому світлі (фото 37, 38).



Фото 17, 18. Безбарвний синтетичний алмаз. Вид з боку павільйона. Огранування – Кр-57, маса – 0,52 ct



Фото 19. Безбарвний синтетичний алмаз. Вид з боку корони. Огранування – Кр-57, маса – 0,37 ct. Помітний кубічний сектор росту в центральній частині каменя



Фото 20. Безбарвний синтетичний алмаз. Вид з боку корони. Огранування – Кр-57, маса – 0,34 ct. Характерні металеві включення в синтетичному алмазі

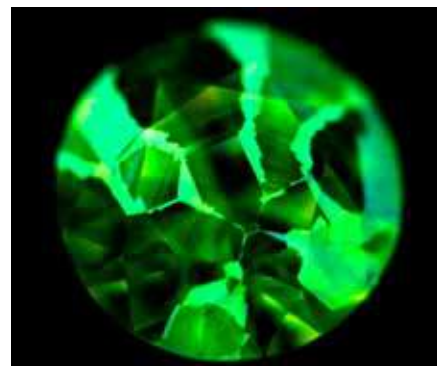
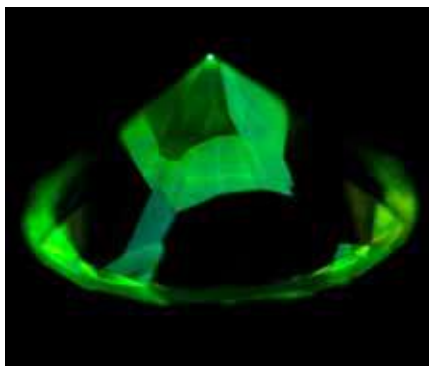


Фото 21, 22. Жовтий синтетичний алмаз. Вид з боку корони (праве фото) та з боку павільйона (ліве фото). Огранування – Кр-57, маса – 0,28 ct. Добре помітна нерівномірна, зональна флуоресценція. У повній мірі проявлено фігури росту (особливо з боку корони) за кубооктаедром

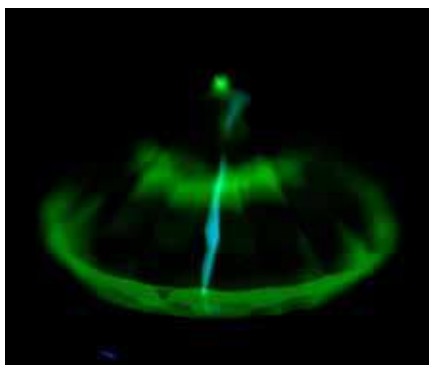


Фото 23. Жовтий синтетичний алмаз. Вид з боку павільйона. Огранування – Кр-57, маса – 0,16 ct

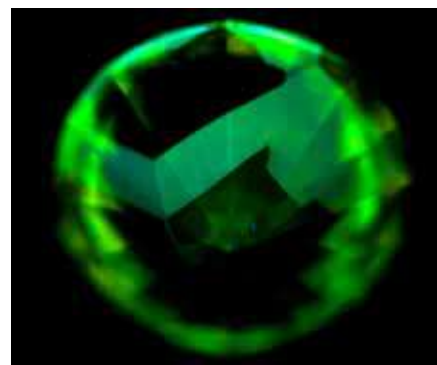


Фото 24. Жовтий синтетичний алмаз. Вид з боку павільйона. Огранування – Кр-57, маса – 0,20 ct

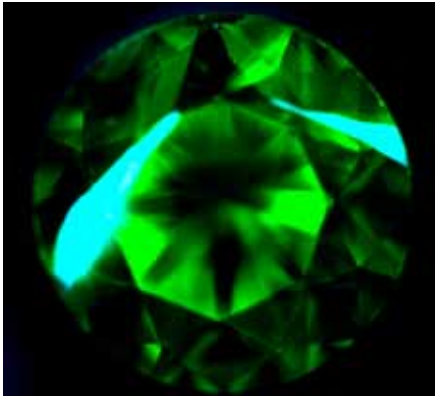


Фото 25. Жовтий синтетичний алмаз. Вид з боку корони. Огранування – Кр-57, маса – 0,25 ct

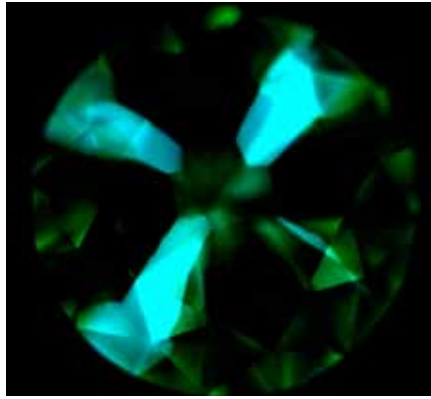


Фото 26. Жовтий синтетичний алмаз. Вид з боку корони. Огранування – Кр-57, маса – 0,37ct

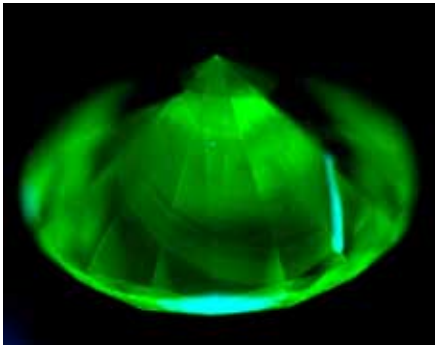


Фото 27, 28. Жовтий синтетичний алмаз. Вид з боку павільйона. Огранування – Кр-57, маса – 0,43 ct. Тонкі сектори зон росту, типові для синтетичного алмазу

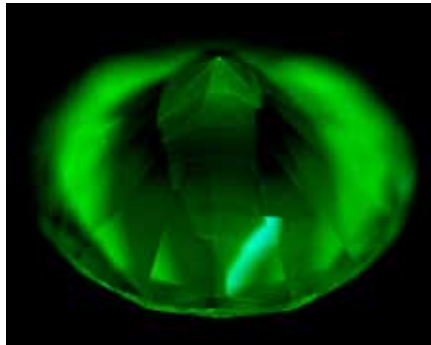


Фото 29, 30. Блакитний синтетичний алмаз. Вид з боку корони. Огранування – Кр-57, маса – 0,31 ct. Алмаз у видимому світі (ліве фото) та той самий алмаз після опромінення УФ-світлом (праве фото). Добре спостерігається світіння блакитного кольору

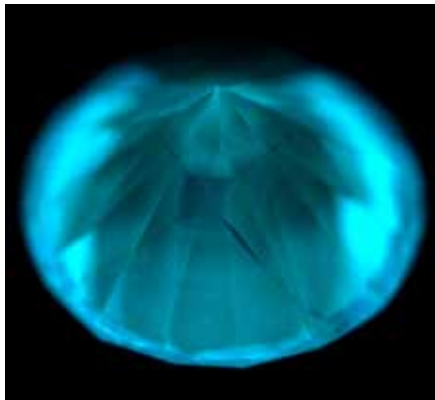


Фото 31. Блакитний синтетичний алмаз. Вид з боку павільйона. Огранування – Кр-57, маса – 0,31 ct

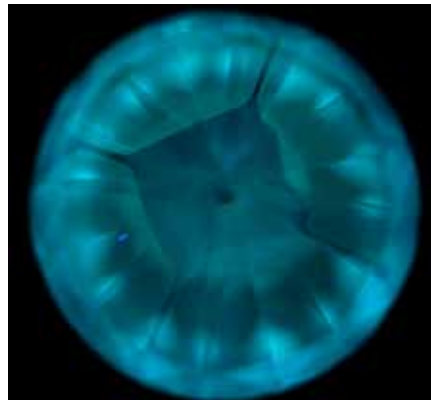


Фото 32. Блакитний синтетичний алмаз. Вид з боку павільйона. Огранування – Кр-57, маса – 0,22 ct

Діагностика синтетичних алмазів, вирощених за методом CVD

Зважаючи на те, що алмази, вирощені за методом HPHT, на ринку зустрічаються частіше, ніж CVD-синтетика, автори не мали змоги проаналізувати CVD-зразки. Разом з тим, була можливість використання бази Diamond Trading Company (DTC), і далі буде наведено найтипівіші приклади CVD-алмазів.

В алмазах, синтезованих за методом CVD, проявляються різні кольори флуоресценції: від синіх, зелено-синіх до оранжевих. Для CVD-синтетики характерні деякі ознаки, що добре проявляються в УФ-світлі з застосуванням приладу "Diamond View™".

Однією із таких типових рис є смужки (фото 39, 40), які видно на гранях кристалів і які проявляються лише після УФ-опромінення. Вони зумовлені нерівномірним поглинанням домішок, у тому числі азоту, у процесі синтезу на поверхнях росту.

У складних випадках за слабкої флуоресценції для покращення контрасту зображення використовуємо зменшення параметру "Field Stop" в установках приладу, що було проілюстровано на фото 39 – 42.

Ще однією особливістю CVD-синтетики є наявність сферичних утворень (фото 42). Їхню появу пов'язують із нерівномірним поглинанням домішок у процесі росту кристала. Ці глобули характерні тільки для алмазів, вирощених за методом CVD, і не зустрічаються в інших синтетичних каменях, а тим більше у природних алмазах. Під час їх діагностики для зменшення фонові флуоресценції використовують режим "Minimum excitation" поряд зі зменшенням параметрів показника "Field Stop".

У результаті проведеної роботи можна зробити такі висновки:

1. У процесі діагностики природних діамантів виникли такі проблеми:

- більшість ювелірних вставок є лише фрагментами природного кристала алмазу, і тому під час діагностики таких вставок за допомогою "Diamond View™" ми спостерігаємо лише певні структурні елементи росту кристала. Тому на якісну інтерпретацію зобра-

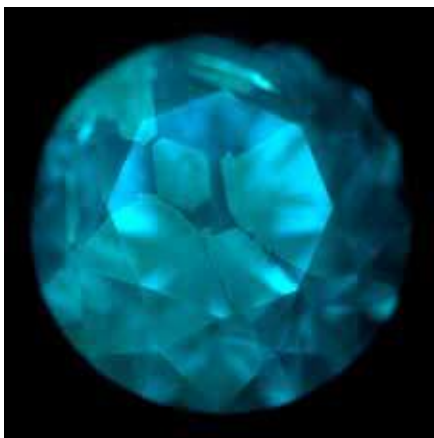


Фото 33. Блакитний синтетичний алмаз.
Вид з боку корони.
Огранування – Кр-57, маса – 0,30 ст.
Типова фігура росту за октаедром

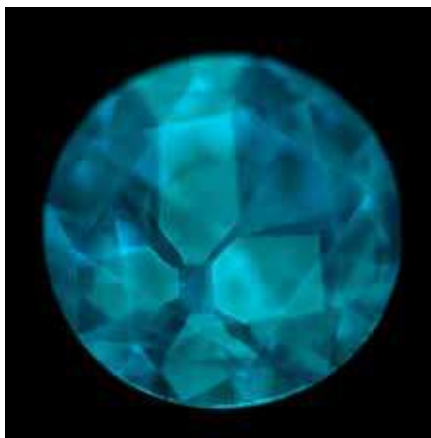


Фото 34. Блакитний синтетичний алмаз.
Вид з боку корони.
Огранування – Кр-57, маса – 0,16 ст.
Типова фігура росту за кубооктаедром



Фото 35. Блакитний синтетичний алмаз.
Вид з боку корони.
Огранування – Кр-57, маса – 0,33 ст.
Фігура росту за кубооктаедром добре помітна завдяки зелено-синій люмінесценції



Фото 36. Блакитний синтетичний алмаз.
Вид з боку павільйона.
Огранування – Кр-57, маса – 0,43 ст.
Структура росту за кубооктаедром займає більшу частину корони



Фото 37, 38. Блакитний синтетичний алмаз. Вид з боку павільйона. Огранування – Кр-57, маса – 0,30 ст. Добре спостерігається досить велике металічне включення як у видимому світлі (ліве фото), так і в ультрафіолетовому (праве фото)

ження впливає орієнтація каменя в приладі;

- деякі природні алмази мають досить низьку флуоресценцію, отже, маємо нечітке зображення, на якому

спостерігаємо лише окремі ділянки зразка. За таких обставин часто неможливо достовірно встановити природу каменя;

- також в огранованих вставках можуть зустрічатися зростки кристалів, це теж треба враховувати при дослідженні діамантів за допомогою приладу "DiamondView™";

- у більшості випадків інтенсивність та рисунок флуоресценції природних алмазів є надійним критерієм для визначення їхньої природи.

2. Діагностика зразків алмазів, синтезованих за технологією HPHT за допомогою приладу "DiamondView™", у більшості випадків не викликає труднощів. За умови правильного встановлення та орієнтації досліджуваного зразка виявлення структурних рисунків, притаманних синтетичним алмазам (хрест, пісковий годинник або знак "стоп"), є простим завданням.

Якщо потрібно буде діагностувати камінь, закріплений у виробі, то може статися, що структури росту не будуть спостерігатися взагалі або будуть видні досить нечітко. У таких випадках, якщо це можливо, необхідно використовувати інші методи діагностики.

Загалом, застосування сучасного приладу "DiamondView™" показало високі результати під час діагностики природних і синтетичних алмазів.

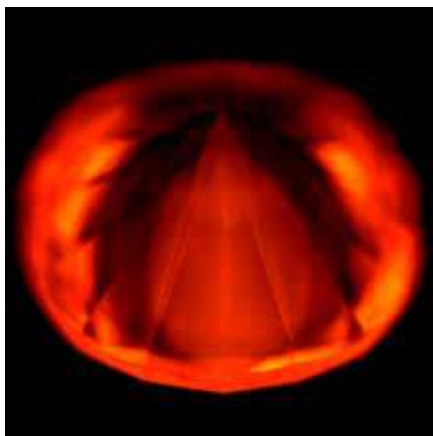
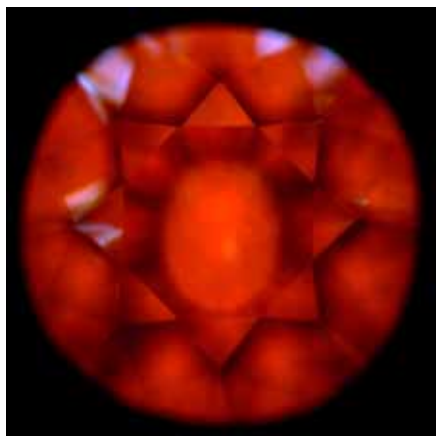


Фото 39, 40. Флуоресценція з боку корони та павільйона в CVD-синтетиці.
Ледь видно смугастості на поверхнях росту

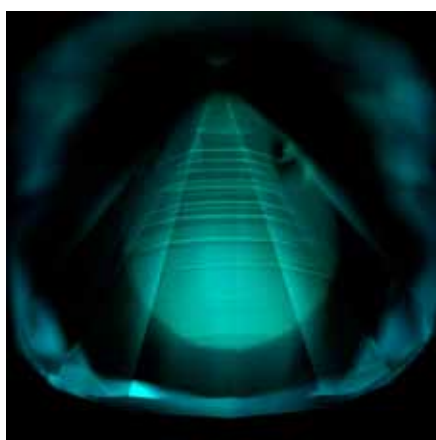


Фото 41. Флуоресценція з боку корони в CVD-синтетиці. Дуже добре видно смугастості на поверхнях росту

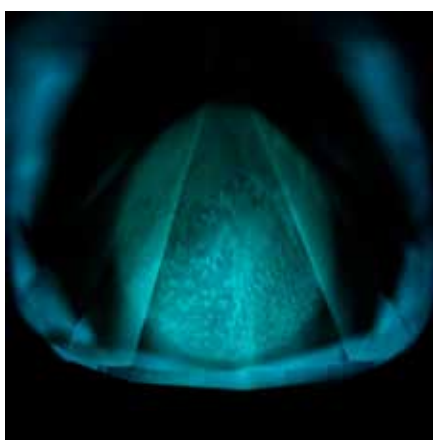


Фото 42. Флуоресценція з боку павільйона у борвмісній CVD-синтетиці. Ледь видно сферичні утворення (глобули)

Використана література

1. Верена Пагель-Тайсен. Все об оценке бриллиантов: Практическое пособие. – Изд. 9, перер. и доп./ Пер. с англ. Т.В. Каляжной. – Донецк-Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2008. – 324 с.: ил.
2. Ю.П. Солодова, М.В. Николаев, К.К. Курбатов и др. Геммология алмаза: учебник / Москва, 2008. – 416 с.
3. Шуман Вальтер. Драгоценные и полудрагоценные камни / Пер. с нем. – М.: БММ АО, 2006. – 312 с.: ил.
4. DiamondView User Manual/Diamond Trading Company Ltd, 2008. – 81 p.