

УДК 549.091+671.157

В.М. Сулова, головний фахівець відділу інформаційно-аналітичних систем, видавництва та друку
E-mail: surver@ukr.net

Ю.Д. Гаєвський, головний фахівець відділу експертизи дорогоцінного каміння
E-mail: gud@gems.org.ua

О.В. Горобчишин, кандидат технічних наук, заступник директора
E-mail: gorol@gems.org.ua

В.І. Ляшок, головний фахівець відділу експертизи напівдорогоцінного та декоративного каміння
E-mail: the_vadik@ukr.net

Державний гемологічний центр України
вул. Дегтярівська, 38–44, м. Київ, 04119, Україна

Штучні замітники напівдорогоцінного каміння. Частина 1

(Рекомендовано кандидатом геологічних наук Беліченко О.П.)

У статті описано гемологічні дослідження імітацій напівдорогоцінного каміння зі скла та полімерних матеріалів, які присутні на ювелірному ринку України. Визначено й узагальнено діагностичні властивості, проведено оптико-мікроскопічні дослідження, дослідження методами рентгенофлуоресцентного аналізу та ІЧ-Фур'є спектроскопії.

Ключові слова: штучні замітники, напівдорогоцінне каміння, скло, пластмаса, діагностика скла, діагностика пластмаси.



Рисунок 1. Імітації напівдорогоцінного каміння зі скла

Вступ

Кольорове каміння протягом тисячоліть приваблювало людину, було символом влади й достатку. Однак його завжди добували в недостатній кількості, тому ще з давніх часів людина вигадувала методи створення штучних заміників напівдорогоцінного каміння. Так, давні єгиптяни виготовляли фаянсові намистини, які забарвлювали у блакитний, зелений, синій та інші кольори, щоб вони були схожі на малахіт, лазурит, бірюзу тощо, фарбували скло в різні кольори [1], також виготовляли скло з авантюриновим ефектом.

Наш час не є винятком. З розвитком науки з'являються нові штучні імітації напівдорогоцінного каміння, які широко представлені на світовому і українському ювелірному ринку, і не фахівцю складно відрізнити їх від природного каміння. Тому питання діагностики штучних заміників напівдорогоцінного каміння стає важливим.

Імітації – штучні продукти, які копіюють зовнішній вигляд природного напівдорогоцінного каміння, але не мають його хімічного та/або фізичного складу та/або його структури [2, 3, 4].

Мета роботи – дослідити, проаналізувати і узагальнити діагностичні ознаки, виділити критерії для діагностики штучних заміників напівдорогоцінного каміння, представлених на українському ювелірному ринку.

Методи дослідження:

1. Визначення діагностичних гемологічних характеристик проводилось за допомогою стандартного гемологічного обладнання.

2. Вимірювання спектрів рентгенівського випромінювання виконано методом рентгенофлуоресцентного аналізу (далі – РФА) за допомогою спектрометра енергій рентгенівського випромінювання «СЕР-01» моделі «ElvaX-Light» з інтервалом досліджень від Na до U відповідно до «Методики діагностики дорогоцінного каміння та його заміників» [5].

3. Вимірювання показників інфрачервоних спектрів (далі – ІЧ-спектроскопія) проводилося за допомогою ІЧ-Фур'є спектрометра «Thermo Fisher Scientific» (модель «Nicolet 6700»). Для вимірювання було використано приставку дифузійного відбиття «Collector II» [6].

Дослідження здійснювалося за кімнатної температури в спектральному діапазоні 7000–400 см⁻¹, кількість сканувань у циклі вимірювання – 256–384 за роздільної здатності 4 см⁻¹.

4. Для мікроскопічних досліджень використано гемологічний мікроскоп «Gemmaster L 230V» та імерсійний мікроскоп «Eickhorst Gemmoscope».

Зразки штучних заміників напівдорогоцінного каміння було надано операторами ринку ювелірного каміння України. Також вивчено зразки, які експонувалися на спеціалізованих виставках коштовного каміння та є в навчальних колекціях

ДГЦУ. Було досліджено 156 зразків, частина з яких – кабошони (76 зразків), частина – намистини (61 зразок), інші – у вигляді сировини (19 зразків).

Виклад основного матеріалу

Штучні замітники напівдорогоцінного каміння широко представлені на ювелірному ринку України, що насамперед зумовлено їхньою невисокою ціною, також простотою виготовлення виробів з них. На ринку зустрічаються такі штучні замітники: скло, полімерні матеріали (пластмаси), кераміка, композитні матеріали [2].

Перша частина публікації присвячена дослідженню імітацій напівдорогоцінного каміння зі скла й полімерних матеріалів.

Скло – кристалічна аморфна тверда речовина, отримана у процесі охолодження розплаву, являє собою хімічну композицію з кремнезему і різних домішок [7].

Найпоширеніші замітники зі скла на українському ювелірному ринку – це імітації напівдорогоцінного каміння з оптичними ефектами: кварцового «котячого ока», авантюрину, польових шпатів з ефектом опалесценції (торгова назва «місячний камінь»), опалу, а також чорного оніксу, різноманітних різновидів халцедону, молдавіту, агату, бірюзи, обсидіану тощо (рис. 1) [2].

Загальні гемологічні характеристики імітацій зі скла залежать від його складу та можуть коливатися в широких межах [2, 3, 8]:

Колір: будь-який.

Структура: аморфна.

Текстура: однорідна, смугаста, концентрично-зональна, текстура течії.

Густина: 2,3-4,5.

Оптичний характер: ізотропний.

Показник заломлення: 1,44–1,90.

Двозаломлення: відсутнє.

Твердість за шкалою Мооса: 5–6.

Крихкість-в'язкість: при дряпанні утворюється біла риска.

Злам: раковистий.

Флуоресценція у довгохвильовому (365 нм) та короткохвильовому діапазоні (254 нм) – від відсутньої до сильної (залежить від хімічного складу скла).

Діагностика скла з ефектом авантюристенції – імітації авантюрину

Авантюрин – гірська порода, дрібно- або тонкозернистий кварцит, що просвічує, з включеннями лусочок слюди (біотиту, фукситу, серициту), гетиту, гематиту, ільменіту й інших мінералів, дуже часто з тонкими тріщинками, заповненими гідроокисами заліза. Авантюрином ще називають кварц або польовий шпат з ефектом авантюристенції [3]. Скло з ефектом авантюристенції – розповсюджений замітник авантюрину (рис. 2).

Ефект авантюристенції у склі зумовлений відбиттям світла від хаотично розташованої металевої стружки у скляній масі, яку видно при оптико-мікроскопічних дослідженнях або за допомогою лупи (рис. 3). Авантюриновий ефект в імітації зі скла спостерігається з усіх боків виробу, на відміну від природного авантюрину, де ефект можна спостерігати тільки у двох пло-



Рисунок 2. Скло з ефектом авантюристенції

щинах. Необхідно зазначити, що включення в природному аванюріні, на відміну від скла, складені з гематиту (рис. 4), слюди, які мають лускувату будову і розташовані пошарово. Тому під час обробки враховують їх розташування й орієнтують у виробі таким чином, щоб світло відбивалось від більшої площі лусочок зверху чи знизу, а з боків, де площа лусочок дуже мала, ефект авантюристенції майже не спостерігається.

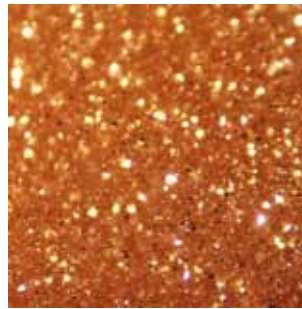


Рисунок 3. Включення металевої стружки у склі

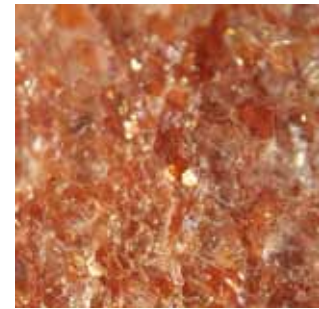


Рисунок 4. Включення гематиту в аванюріні

Гемологічні характеристики скла з ефектом авантюристенції

Колір: переважно коричневий, зелений, синій.

Прозорість: непрозорий.

Густина: 2,55–2,71.

Оптичний характер: ізотропний.

Показник заломлення: 1,45–1,53 (переважно 1,53).

Двозаломлення: відсутнє.

Твердість за шкалою Мооса: 5,5.

Злам: раковистий.

Флуоресценція у довгохвильовому (365 нм) та короткохвильовому діапазоні (254 нм): відсутня.

Дослідження імітації зі скла методом РФА свідчить, що її хімічний склад відрізняється від складу природного аванюріну та характеризується присутністю домішок Cu, Ca, K (рис. 5).

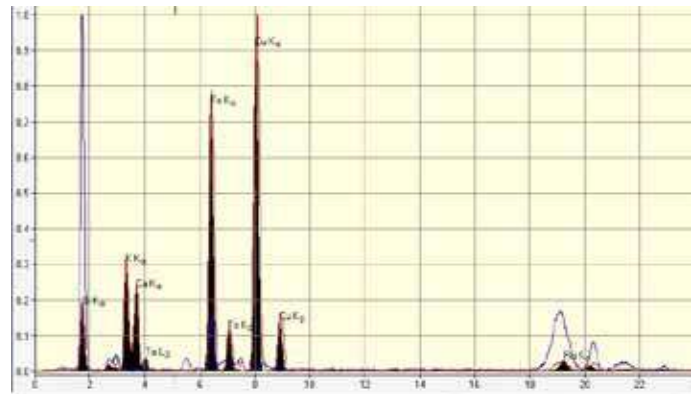


Рисунок 5. Порівняння спектрів РФА аванюріну (синя крива) та імітації зі скла (червона крива)

Діагностика скла з ефектом опалесценції – імітації польових шпатів з торговою назвою «місячний камінь» (рис. 6)

Місячний камінь – торгова назва природних прозорих, напівпрозорих польових шпатів, для яких характерний оптичний ефект опалесценції, що проявляється у вигляді перламутрового сяяння і переливчастого блиску під час повороту за рахунок інтерференції [3, 8].



Рисунок 6. Вироби зі скла з ефектом опалесценції

Гемологічні характеристики скла з ефектом опалесценції

Колір: безбарвний, білий.

Прозорість: прозорий, напівпрозорий.

Густина: 2,33–2,46.

Оптичний характер: ізотропний.

Показник заломлення: 1,45–1,56 (переважно 1,5).

Двозаломлення: відсутнє.

Твердість за шкалою Мооса: 5,5–6.

Злам: раковистий.

Флуоресценція у довгохвильовому діапазоні (365 нм): сильна у жовто-блакитних і жовто-фіолетових тонах, в короткохвильовому діапазоні (254 нм): відсутня.

Під час оптико-мікроскопічних досліджень або за допомогою лупи у склі можна спостерігати округлі, іноді подовжені пухирці газу, лінії течії. Також під час оптико-мікроскопічних досліджень у поляризованому світлі з використанням імерсійної рідини в природних польових шпатах може спостерігатися характерне двійникування (рис. 7), яке ніколи не зустрічається у склі.



Рисунок 7. Двійникування в польовому шпаті (адулярі), поляризоване світло в імерсійному мікроскопі

У разі дослідження методом РФА в імітаціях зі скла виявляють домішку Pb, яка не характерна для природних польових шпатів, тоді як у природних польових шпатах наявні Ca, Fe, які не характерні для даного виду скла (рис. 8).

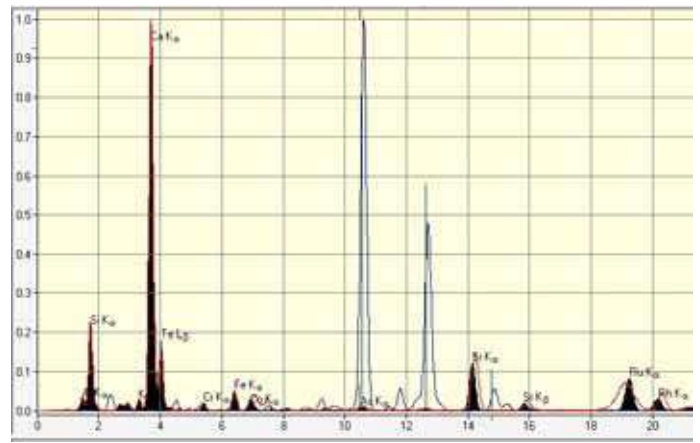


Рисунок 8. Порівняння спектрів РФА польового шпату з ефектом опалесценції (червона крива) та скла з ефектом опалесценції (синя крива)

Діагностика скла з ефектом «котячого ока» – імітації кварцу з ефектом «котячого ока» (рис. 9)

Котяче око – оптичний ефект, який спостерігається в кабошонах чи інших кривогранних огрануваннях і проявляється виникненням на поверхні каменя під час його освітлення світлової фігури у вигляді променистої смуги («котячого ока»), зумовленої орієнтованим відбиттям світла від взаємно паралельних тонковолокнистих мінеральних включень [3, 8].



Рисунок 9. Скло з ефектом «котячого ока»

Гемологічні характеристики скла з ефектом «котячого ока»

Колір: будь-який.

Прозорість: непрозорий.

Густина: 2,76–3,75.

Оптичний характер: ізотропний.

Показник заломлення: 1,48–1,56 (переважно 1,48).

Двозаломлення: відсутнє.

Твердість за шкалою Мооса: 5,5–6.

Злам: раковистий.

Флуоресценція у довгохвильовому діапазоні (365 нм): сильна в синіх тонах (рис. 10), іноді відсутня, в короткохвильовому діапазоні (254 нм): відсутня.

Під час оптико-мікроскопічних досліджень скла з ефектом «котячого ока» спостерігається волокниста будова, стільниковий малюнок (рис. 11), іноді порожнисті канали.

У разі дослідження імітацій методом РФА встановлено, що у склі, на відміну від природного кварцу з ефектом «котячого ока», присутні домішки Pb, K, і навпаки, в природному кварці з ефектом «котячого ока» спостерігається наявність Fe, який відсутній у склі (рис. 12).



Рисунок 10. Флуоресценція скла з ефектом «котячого ока»



Рисунок 11. Стільниковий малюнок у склі з ефектом «котячого ока»

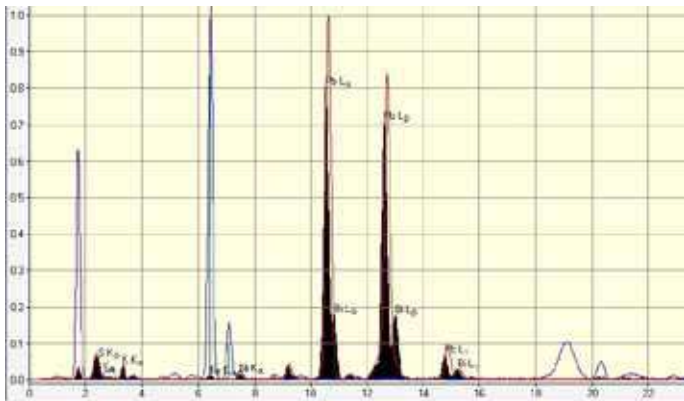


Рисунок 12. Порівняння спектрів РФА кварцу з ефектом «котячого ока» (синя крива) та скла з ефектом «котячого ока» (червона крива)

Діагностика імітацій іншого напівдорогоцінного каміння зі скла

Гемологічні характеристики скла, яке імітує інше напівдорогоцінне каміння

Колір: будь-який, часто характерні яскраві, неприродні кольори (рис. 13).

Прозорість: прозорі, напівпрозорі, непрозорі.

Густина: 2,17–2,93, переважно 2,55–2,64.

Оптичний характер: ізотропний.

Показник заломлення: 1,45–1,55 (переважно 1,5).

Двозаломлення: відсутнє.

Твердість за шкалою Мооса: 5,5–6.

Злам: раковистий.



Рисунок 13. Імітації напівдорогоцінного каміння з кольорового скла

Флуоресценція у довгохвильовому (365 нм): сильна у жовтих, білих, зелених тонах, іноді відсутня (рис. 14); в короткохвильовому діапазоні (254 нм): переважно відсутня.



Рисунок 14. Флуоресценція імітацій у довгохвильовому діапазоні

Під час оптико-мікроскопічних досліджень імітацій спостерігаються пухирці повітря переважно округлої форми (рис. 15).

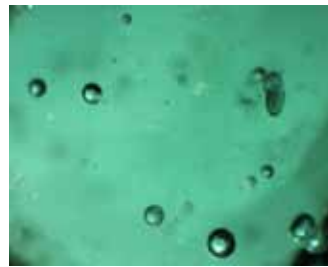


Рисунок 15. Пухирці повітря у склі

У результаті дослідження імітацій методом РФА встановлено, що присутні суттєві відмінності між природними і штучними об'єктами.

Наприклад, під час дослідження імітації сердоліку склом (рис. 16) встановлено, що у склі, на відміну від природного сердоліку, фіксується Ca, а Si присутній у незначній кількості, тоді як у складі сердоліку основним елементом є Si (рис. 17).



Рисунок 16. Сердолік (ліворуч) та імітація зі скла (праворуч)

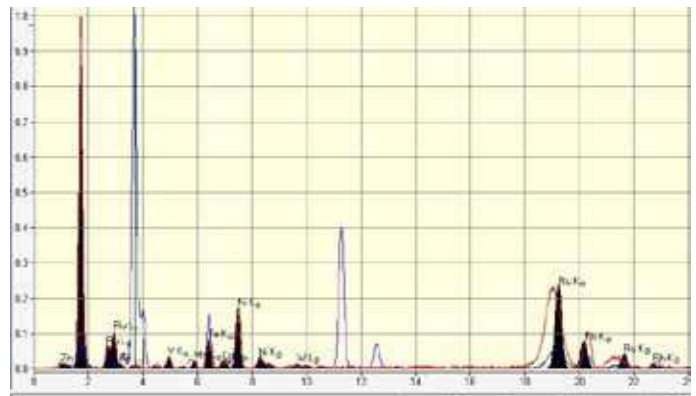


Рисунок 17. Порівняння спектрів РФА сердоліку (червона крива) та імітації зі скла (синя крива)

Гемологічні характеристики скла, яке імітує чорний онікс (рис. 18) [9].



Рисунок 18. Імітація чорного оніксу зі скла

Колір: чорний, на просвіт переважно фіолетовий та темно-зелений у тонких пластинках.

Прозорість: непрозорий.

Густина: 2,65–2,85.

Оптичний характер: ізотропний;

Показник заломлення: 1,55–1,563.

Двозаломлення: відсутнє.

Твердість за шкалою Мооса: 5,5–6.

Злам: раковистий.

Флуоресценція у довгохвильовому (365 нм) і короткохвильовому діапазоні (254 нм): відсутня.

Необхідно зазначити, що дослідження імітацій методами РФА-спектроскопії здебільшого використовують у складних випадках, коли неможливо задіяти інші методи, оскільки спектри імітацій відрізняються від спектрів природного каміння. Наприклад, під час вивчення чорного оніксу та його імі-

тації зі скла було встановлено, що досліджені об'єкти мають схожі гемологічні характеристики, а саме – показник заломлення, плеохроїзм, характер флуоресценції, що ускладнює їх діагностику. Дослідження об'єктів експертизи методом напівкількісного РФА дало можливість точно ідентифікувати скло за хімічним складом. Було встановлено, що у склі спостерігаються домішки Fe на відміну від природного оніксу, де забарвлення зумовлено присутністю Mn (рис. 19) [9].

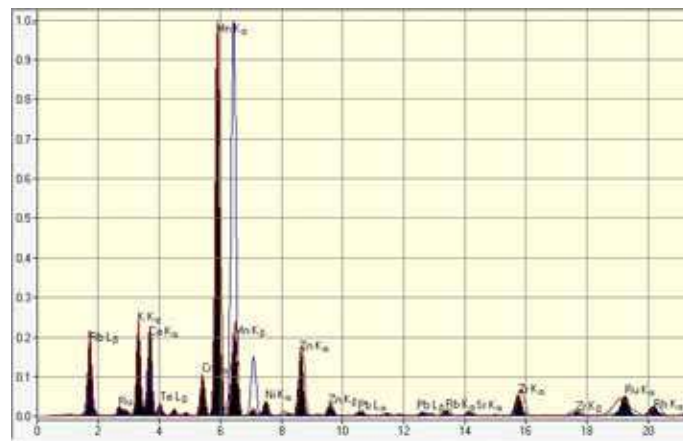


Рисунок 19. Порівняння спектрів РФА чорного оніксу (червона крива) та імітації зі скла (синя крива)

Основні критерії діагностики заміників напівдорогоцінного каміння зі скла узагальнено в таблиці.

Таблиця. Діагностичні властивості заміників напівдорогоцінного каміння зі скла

№ з/п	Назва	Показник заломлення	Густина	Флуоресценція	Оптико-мікроскопічні дослідження
1	Скло з ефектом авантюриценції	1,45–1,53 (переважно 1,53)	2,55–2,71	365 нм (LW): відсутня 254 нм (SW): відсутня	Авантюриновий ефект у склі спостерігається з усіх боків, на відміну від природного авантюрину, де він спостерігається тільки у двох площинах
2	Скло з ефектом опалесценції	1,45–1,56 (переважно 1,5)	2,33–2,46	365 нм (LW): сильна у жовто-блакитних та жовто-фіолетових тонах 254 нм (SW): відсутня	Спостерігаються округлі, іноді подовжені пухирці газу, лінії течії, характерні для скла
3	Скло з ефектом «котячого ока»	1,48–1,56 (переважно 1,48)	2,76–3,75	365 нм (LW): сильна у синіх тонах, іноді відсутня 254 нм (SW): відсутня	Спостерігається волокниста будова, іноді стільниковий малюнок і порожністі канали
4	Різнокольорове скло	1,45–1,55 (переважно 1,5)	2,17–2,93, (переважно 2,55–2,64)	365 нм (LW): сильна у жовтих, білих, зелених тонах, іноді відсутня 254 нм (SW): переважно відсутня, зрідка помірна в біло-зелених тонах	Спостерігаються пухирці повітря переважно округлої форми
5	Чорне скло	1,55–1,563	2,65–2,85	365 нм (LW): відсутня 254 нм (SW): відсутня	На просвіт переважно фіолетове та темно-зелене в тонких пластинках

Полімерні матеріали (пластмаси) – синтетичні або напівсинтетичні органічні сполуки, зазвичай, органічні полімери з високою молекулярною масою [10]. Полімерні матеріали часто використовують як дешеві замітники напівдорогоцінного каміння, наприклад: родоніту, родохрозиту, малахіту, опалу, яшми, чароїту, чорного оніксу [9] тощо (рис. 20).



Рисунок 20. Імітації напівдорогоцінного каміння з пластмаси

Гемологічні характеристики пластмас.

Колір: будь-який.

Прозорість: непрозорий, напівпрозорий, прозорий.

Структура: однорідна, у прозорих різновидах нерідко спостерігаються пухирці повітря.

Текстура: залежить від того, який мінерал імітують (смуриста, вкраплена, пейзажна).

Густина: 1,05–2,50, зазвичай 2,0–2,20.

Показник заломлення: 1,50–1,57 (показник заломлення 1,55–1,57 часто фіксується в неполірованих виробках, покритих полімерними смолами).

Твердість за шкалою Мооса: 2–4 (рис. 21).

Крихкість-в'язкість: при дряпанні утворюється стружка.

Також під час тесту з розжареною голкою виділяється характерний запах пластмаси.

Флуоресценція у довгохвильовому діапазоні (365 нм): переважно відсутня, в короткохвильовому діапазоні (254 нм): переважно відсутня, іноді слабка.



Рисунок 21. Подряпини поверхні, характерні для м'якої пластмаси

Під час оптико-мікроскопічних досліджень або за допомогою лупи можна спостерігати пухирці повітря переважно округлої форми (рис. 22), лінії течії. Треба зазначити, що часто ці вироби не полірують, а покривають різноманітними матеріалами, які створюють захисний шар.

Як зазначалося вище, вивчення імітацій методами РФА та ІЧ-Фур'є спектроскопії проводиться здебільшого в складних випадках, коли неможливо діагностувати об'єкт дослідження традиційними методами [2, 11, 12]. Наприклад, дослідження чорного оніксу та його імітації з полімерного матеріалу встановило, що досліджені об'єкти мають схожі

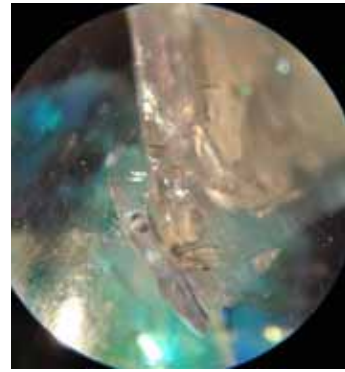


Рисунок 22. Пухирці повітря в імітації з пластмаси

гемологічні характеристики, наприклад, показник заломлення, плеохроїзм, характер флуоресценції. За результатами досліджень штучного продукту методом ІЧ-Фур'є спектроскопії вдалося виявити інтенсивний пік поглинання в діапазоні близько $1722\text{--}1752\text{ см}^{-1}$, який пов'язують з частотою коливань карбонільної функціональної групи, що входить до складу полімерів (рис. 23) [9, 13].

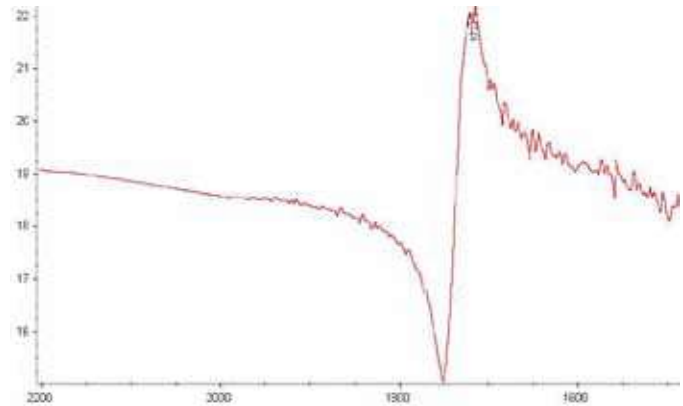


Рисунок 23. Пік карбонілу ($1722\text{--}1752\text{ см}^{-1}$), характерний для полімерних матеріалів [9, 11]

Слід зауважити, що нині для виготовлення ювелірних прикрас все менше застосовують пластмаси і все більше кераміку та композиційні матеріали, яким буде присвячено другу частину публікації.

Висновки

1. Виконані гемологічні дослідження імітацій напівдорогоцінного каміння зі скла і полімерних матеріалів. Визначені та узагальнені діагностичні властивості, проведені оптико-мікроскопічні дослідження, дослідження методами РФА та ІЧ-Фур'є спектроскопії.

2. Сукупність отриманих результатів свідчить, що найперспективнішим для гемологічної діагностики імітацій зі скла є мікроскопічне вивчення внутрішньої структури зразків на наявність характерних ознак штучного походження (газових пухирців, ліній течії, металевої стружки, стільникового малюнка, наявність порожнистих каналів тощо) в комплексі з визначенням основних діагностичних властивостей (показника заломлення, густини, флуоресценції).

3. Комплексні дослідження імітацій з полімерних матеріалів свідчать про діагностичні можливості досліджень поверхні (характерні подряпини та реакція на нагрівання) та внутрішньої структури об'єктів експертизи (наявність газових пухирців, характерної текстури, ліній течії) в комплексі з визначенням основних діагностичних властивостей (густина, твердість).

4. Дослідження імітацій методами РФА та ІЧ-Фур'є спектроскопії проводиться здебільшого в складних випадках, коли неможливо діагностувати об'єкт дослідження традиційними методами. Порівняння спектрів імітацій і природного каміння дозволяє виявити їхні відмінності і встановити назву об'єкта експертизи.

Використані джерела

1. Элуэлл Д. Искусственные драгоценные камни: монография. Москва: Мир, 1986. 160 с.: ил.
2. Дослідження діагностичних ознак синтетичних аналогів та імітацій напівдорогоцінного каміння з метою створення методики їх ідентифікації та визначення природи походження: звіт про НДР (проміж.) ДГЦУ; кер. О.В. Горобчичин. Київ, 2022. 98 с. № 0122U000039.
3. Гелета О.Л., Сулова В.М. Атестація та експертна оцінка напівдорогоцінного каміння: навч. посіб. Київ: ДГЦУ, 2020. 60 с.
4. The CIBJO Blue Books. URL: <https://www.cibjo.org/the-blue-books> (date of access: 05.12.2022).
5. Методика діагностики дорогоцінного каміння та його заміників методом рентгенофлуоресцентного аналізу: затв. наказом ДГЦУ від 25.01.2013 № 6/13-1. Київ, 2013. 8 с.
6. Методика діагностики дорогоцінного каміння методом ІЧ-Фур'є спектроскопії: затв. наказом ДГЦУ від 21.12.2012 № 149/12-1. Київ, ДГЦУ. 2012. 10 с.
7. Скло. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BA%D0%BB%D0%BE>. (дата звернення: 01.08.2022).
8. Беліченко О.П., Гаєвський Ю.Д., інші. Атестація та експертна оцінка дорогоцінного каміння: навч. посіб. 2-ге вид., перероб. та доп. Київ: ДГЦУ, 2022. 64 с.
9. Гаєвський Ю.Д. Гемологічні дослідження чорного оніксу та його імітацій. *Сучасні технології та особливості видобутку, обробки і використання природного каміння*: зб. матеріалів XI міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 04–05 лист. 2021 р. Київ, 2021. С. 5–7.
10. Полімерні матеріали. URL: <https://granula.at.ua/publ/1-1-0-24> (дата звернення: 11.10.2021).
11. Gagan Choudhary. Coral inclusions in plastic. *Gems & Gemology*. 2015. Vol. 51. No. 4. P. 341–342.
12. John I. Koivula, Robert C. Kammerling "OPALITE": PLASTIC IMITATION OPAL WITH TRUE PLAY-OF-COLOR. *Gems & Gemology*. 1989. Vol. 25. No. 1. P. 30–31.
13. Kyaw Soe Moe, Moses T.M, Johnson P. Polymer-Impregnated Turquoise. *Gems & Gemology*. 2007. Vol 43. No.2. P. 149–151.

References

1. Ellul D. Artificial precious stones: monograph. Moscow: Mir, 1986. 160 p. [in Russian]
2. Diagnostic features study of synthetic analogues and imitations of semi-precious stones for the purpose of creating a methodology for their identification and nature determining: report on scientific research work; head O.V. Horobchyshyn. Kyiv, 2022. 98 p. № 0122U000039. [in Ukrainian]
3. Geleta O.L., Surova V.M. Certification and expert assessment of semi-precious stones: tutorial. Kyiv: SGCU, 2020. 60 p. [in Ukrainian]
4. The CIBJO Blue Books. URL: <https://www.cibjo.org/the-blue-books> (date of access: 05.12.2022).
5. Method of precious stones and their substitutes diagnostics with X-ray fluorescence analysis method use: approved by the order of SGCU from January 25, 2013, No. 6/13-1. Kyiv, 2013, 8 p. [in Ukrainian]
6. Method of precious stones diagnostics with IR-Fourier spectroscopy use: approved by the order of SGCU from December 21, 2012, No. 149/12-1.SGCU, Kyiv. 2012. 10 p. [in Ukrainian]
7. Glass. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BA%D0%BB%D0%BE>. (date of access: 01.08.2022).
8. Belichenko O., Gaievskiy Y. and others. Precious stones certification and expert appraisal: tutorial. 2nd edition, revised and supplemented. Kyiv: SGCU, 2022. 64 p. [in Ukrainian]
9. Gaievskiy Y. Hemological studies of black onyx and its imitations. *Modern technologies and features of extraction, processing and use of natural stones*: materials of the XI Internat. scient.-pract. conf., Kyiv, 04–05 Novemb. 2021. Kyiv, 2021. P. 5–7. [in Ukrainian]
10. Polymer materials. URL: <https://granula.at.ua/publ/1-1-0-24> (date of access: 11.10.2021).
11. Gagan Choudhary. Coral inclusions in plastic. *Gems & Gemology*. 2015. Vol. 51. No. 4. P. 341–342.
12. John I. Koivula, Robert C. Kammerling "OPALITE": PLASTIC IMITATION OPAL WITH TRUE PLAY-OF-COLOR. *Gems & Gemology*. 1989. Vol. 25. No. 1. P. 30–31.
13. Kyaw Soe Moe, Moses T.M, Johnson P. Polymer-Impregnated Turquoise. *Gems & Gemology*. 2007. Vol 43. No.2. P. 149–151.

UDC 549.091+671.157

V. Surova, Chief Specialist of the Department of Information-Analytical System and Publishing. E-mail: surver@ukr.net

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

O. Horobchyshyn, Ph.D. (Eng.), Deputy Director. E-mail: gorol@gems.org.ua

V. Lyashok, Chief Specialist of the Department of Semi-precious and Decorative Stones Examination. E-mail: the_vadik@ukr.net

State Gemmological Centre of Ukraine

38– 44 Deghtyarivska Str., Kyiv, 04119, Ukraine

Artificial analogues of semi-precious stones. Part 1

The article describes the gemological study of the semiprecious stones imitations made of glass and polymer materials, which are expand within the Ukrainian jewelry market. It was determined and specified the diagnostic features, carried out the optical-microscopic examination, examination by X-ray fluorescence analysis and IR- Fourier spectroscopy.

Keywords: artificial analogues, semiprecious stone, glass, plastic, glass diagnostics, plastic diagnostics.