

УДК 549.091+671.16

В.М. Сурова, головний фахівець відділу експертизи напівдорогоцінного та декоративного каміння
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 2

(Рекомендовано кандидатом геологічних наук
Беліченко О.П.)

У статті описано результати гемологічних досліджень імітацій напівдорогоцінного каміння з композитних і керамічних матеріалів, які присутні на ювелірному ринку України. Визначено й узагальнено діагностичні властивості, проведено оптико-мікроскопічні дослідження, дослідження методом рентгенофлуоресцентного аналізу та ІЧ-Фур'є спектроскопії.

Ключові слова: штучні замітники напівдорогоцінного каміння, композитні матеріали, керамічні матеріали, композит, кераміка.



Рисунок 1. Імітації напівдорогоцінного каміння з композитних та керамічних матеріалів

Вступ

У першій частині статті були описані штучні замітники напівдорогоцінного каміння зі скла та пластмас і визначені головні критерії їх діагностики [1].

Друга частина присвячена поширеним на ювелірному ринку імітаціям напівдорогоцінного каміння з композитних та керамічних матеріалів, які сьогодні є більш популярними завдяки широкій кольоровій гамі, текстурним малюнкам та більш якісним споживчим характеристикам [2, 3, 4].

Мета роботи – дослідити, проаналізувати і узагальнити діагностич-

ні ознаки, виділити критерії діагностики імітацій з композитних та керамічних матеріалів.

Слід нагадати, що штучні імітації – це штучно створені продукти, які імітують зовнішній вигляд природного напівдорогоцінного каміння, але не мають його хімічного та/або фізичного складу і/або його структури [5].

Методи дослідження описані у першій частині цієї статті [1].

Виклад основного матеріалу

Останнім часом на українському ринку з'явилося багато ювелірних прикрас з імітаціями напівдорогоцінного каміння, які за кольором та

текстурним малюнком схожі на природне каміння і які не належать ані до скла, ані до пластмас. Це композитні та керамічні матеріали – штучно створені продукти з природних каменів і штучних речовин або цілковито зі штучних речовин, які імітують зовнішній вигляд природних мінералів, але не схожі з ними за хімічним складом, фізичними властивостями та/або структурою (рис. 1) [5, 6, 7].

Композитні матеріали (композити) – штучні продукти, складені природними і штучними компонентами, які скріплені (склеєні або спресовані) між собою переважно полімерами, при цьому хоч один з

компонентів композиту є природним каменем або його синтетичним аналогом [5, 7, 8].

Композитні матеріали, якими імітують напівдорогоцінне каміння, складаються з уламків природних мінералів (бірюзи, карбонатних порід і мінералів, варисциту тощо), які скріплено за допомогою різноманітних синтетичних полімерів або клеїв. Іноді це «напівдорогоцінне» каміння може бути штучно забарвленим (рис. 2, 3).



Рисунок 2. Композит з крихти синтетичного корунду, напівдорогоцінного каміння і синтетичної смоли



Рисунок 3. Композит з уламків бірюзи в полімерній матриці з крихтою природного каміння

Діагностичні властивості композитів

Колір: будь-який.

Структура: зерниста, уламкова.

Текстура: прожилкова, брекчієподібна, вкраплена, прожилково-вкраплена тощо.

Густина: 1,98–2,84 г/см³ (залежить від складу композиту), але зазвичай нижча ніж у природних каменів.

Показник заломлення: може дорівнювати показнику заломлення мінералів, які спресували, а може показнику заломлення полімерів, якими скріпили чи покрили композит – переважно 1,5–1,55, що здебільшого є нижчим ніж у природних каменів.

Твердість за шкалою Мооса: 4–6.

Люмінесценція: залежить від складу композиту, зазвичай відсутня.

Реакція на кислоту: залежить від хімічного складу композиту. У композитах на основі карбонатних порід спостерігається реакція «закипання».

Також у більшості композитів у результаті тесту з розжареною голкою (руйнівний метод) з'являється характерний запах пластику.

Під час візуальних та оптико-мікроскопічних досліджень помітно уламки природного або синтетичного каміння, які спресовані або склеєні/скріплені між собою полімерами (рис. 4), іноді з додаванням крихти природного каміння. У разі штучного фарбування може спостерігатися нерівномірний розподіл фарбника, згущення та цятки фарби.

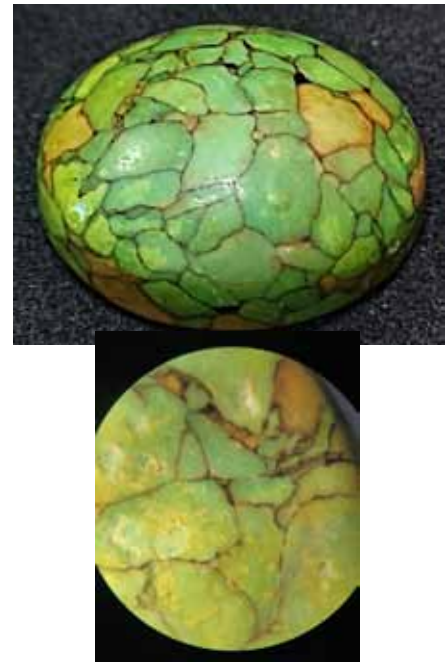


Рисунок 4. Композит на основі уламків карбонатного складу (імітація варисциту), які скріплені між собою

Під час дослідження імітацій методом РФА [1] фіксуються характерні елементи природних мінералів, з яких складено композит. Також у разі штучного забарвлення можуть спостерігатися хромофори (Ті, Ні та інш.) (рис. 5).

Основні критерії діагностики композитів, які імітують напівдорогоцінне каміння, наведено в таблиці 1.



Рисунок 5. Композит на основі уламків карбонатного складу (імітація варисциту), який забарвлений сполуками Ні

Керамічні та полімерно-синтетичні матеріали

Інша велика група штучних заміників – **керамічні матеріали** (кераміка). Це штучні продукти, отримані внаслідок високотемпературного спікання порошків природних мінералів та/або штучних матеріалів завдяки керамічному процесу [5, 6, 9] (рис 6).

Керамічний процес – це процес, під час якого подрібнений порошок нагрівається, іноді під тиском, для отримання дрібнозернистого твердого матеріалу [5]. Найчастіше таким чином отримують імітації популярних напівдорогоцінних каменів, наприклад, бірюзи та лазуриту [9].

Слід зазначити, що не всі імітації одержують завдяки керамічному процесу, деякі з них отримані шляхом пресування синтетичних матеріалів з полімерами, при цьому утворюється полімерно-синтетичний матеріал, який у «Blue Books» (CIBJO, 2022) називається «пресовані камені штучного виробництва» [5]. Найчастіше для такого роду імітацій використовують подрібнений порошок карбонатних порід, з'єднаний з барвниками і полімером [10, 11].

Результати досліджень свідчать, що керамічні та полімерно-синтетичні матеріали важко відрізнити один від одного без застосування складних і дорогих методів діагностики, оскільки їхні діагностичні властивості та мікроскопічні особливості дуже схожі між собою. Потрібно зауважити, що і невисока вартість керамічних і полімерно-синтетичних матеріалів також не відрізняється одна від одної.

Зважаючи на вищенаведене, ми пропонуємо такі імітації називати керамічними матеріалами (керамікою), об'єднати в одну діагностичну групу з керамічними матеріалами.



Рисунок 6. Імітації напівдорогоцінного каміння з керамічного матеріалу

Діагностичні властивості керамічних матеріалів

Колір: будь-який.

Структура: однорідна, щільна дрібнозерниста, структура «манної каші» (рис. 5), сліди течії.

Текстура: однорідна, прожилкова, смугаста, концентрично-зональна, вкраплена, прожилково-вкраплена тощо.

Густина: 1,98–3,29 (залежить від складу кераміки), переважно 2,0–2,4.

Показник заломлення: 1,45–1,69, переважно 1,5–1,55.

Твердість за шкалою Мооса: 4–6.

Люмінесценція: залежить від складу кераміки, зазвичай відсутня.

Реакція на кислоту: залежить від хімічного складу кераміки. Керамічні матеріали на основі порошку з карбонатних порід реагують на дію кислоти реакцією «закипання».

Під час візуального та оптико-мікроскопічного дослідження помітно кутуваті/«цукроподібні» уламки в однорідній масі, структуру «манної каші» (рис. 7а), сліди течії, включення металевої крихти, сульфідів (пірит) (рис. 7б) [12]. Також часто спостерігається нерівномірний розподіл фарбника, згущення та цятки фарби.

За нашими спостереженнями, більшість керамічних матеріалів, що імітує напівдорогоцінне каміння, виготовлено на основі подрібнених карбонатних порід та мінералів, які

скріплені за допомогою полімерів. Такі зразки реагують на кислоту (реакція «закипання») та на нагрівання – з'являється характерний запах пластику.

Слід зауважити, що композитні матеріали часто не полірують, а покривають полімерами, тоді можна спостерігати округлі пухирці у плівці, яка покриває зразок, тому в результаті тесту з розжареною голкою з'являється характерний запах пластику.

Дослідження імітацій з керамічного матеріалу методом РФА [1] свідчить, що їхній хімічний склад відрізняється від складу природного каміння. Наприклад, для поширених імітацій бірюзи з кераміки характерна присутність Si, Ca, Al, а в ролі хромофору виступає Ti, тоді як у природній бірюзі хромофором є Cu та Fe.

Основні критерії діагностики керамічних матеріалів, які імітують напівдорогоцінне каміння, наведено в таблиці 1.

Порівнюючи ІЧ-Фур'є спектри природних мінералів та їхніх імітацій на основі керамічних матеріалів, можна спостерігати значну різницю між ними, що свідчить про велику різницю в їх хімічному складі (рис. 9) та може слугувати одним з діагностичних критеріїв.

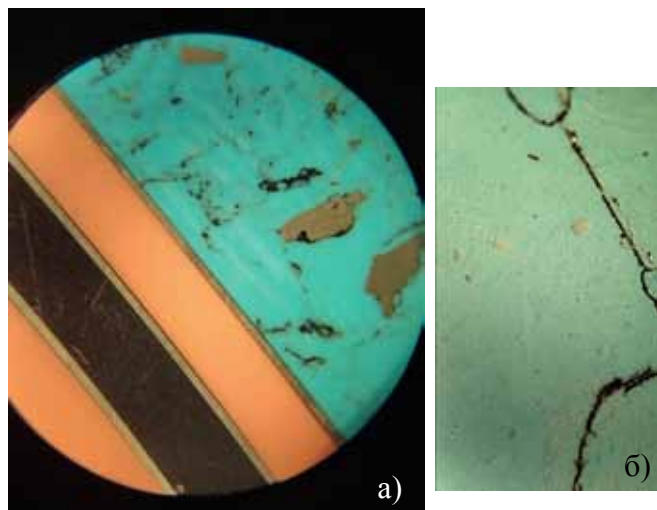


Рисунок 7. Керамічні матеріали: а) однорідна текстура з вкрапленнями піриту, б) структура «манної каші»

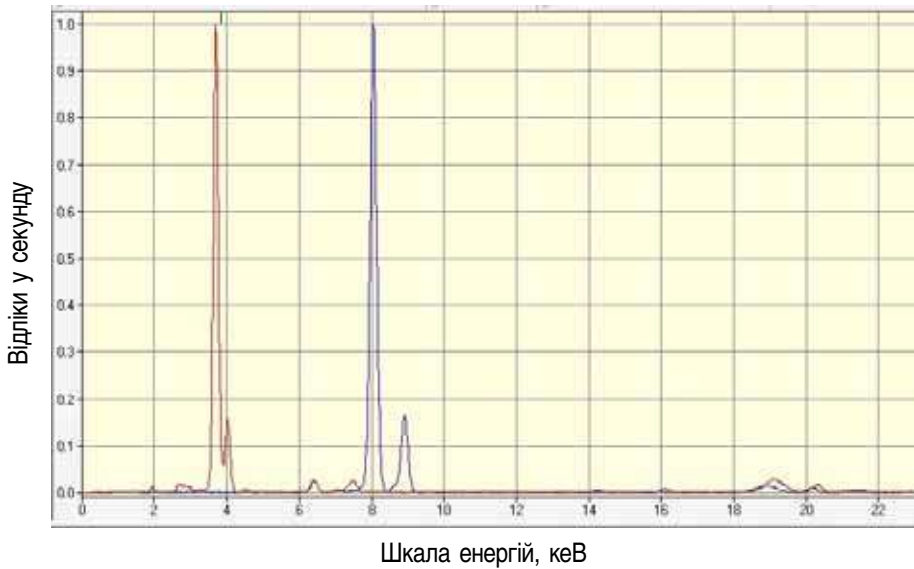


Рисунок 8. Зіставлення спектрів РФА: кераміка (червона крива), природна бірюза (синя крива)

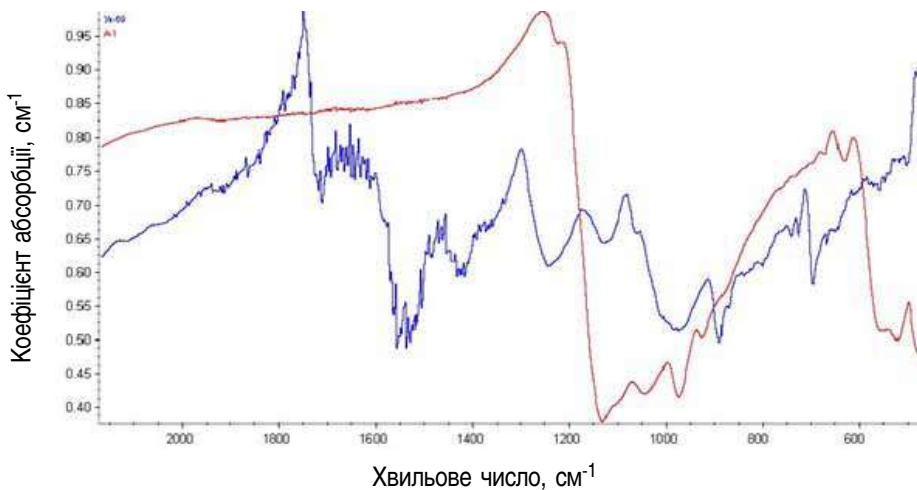


Рисунок 9. Інфрачервоні спектри природного лазуриту (червона крива) та кераміки (синя крива)

Таблиця 1. Діагностичні властивості композитних і керамічних матеріалів

Назва	Показник заломлення	Густина, г/см ³	Реакція на соляну кислоту	Візуальні й оптико-мікроскопічні дослідження
Композитні матеріали	Або дорівнює показнику спресованих мінералів, або полімеру; переважно 1,5–1,55	1,98–2,84; переважно 2,2–2,5	Для композитів, що виготовляють на основі карбонатних порід, характерна реакція «закипання»	Спостерігаються уламки природного або штучного каміння, які спресовані та місця пресування/скріплення між собою уламків. У разі штучного фарбування – нерівномірний розподіл фарбника
Керамічні матеріали	1,45–1,69; переважно 1,5–1,55	1,98–3,29; переважно 2,0–2,4	Для керамічних матеріалів на основі карбонату характерна реакція «закипання»	Спостерігається щільна дрібнозерниста структура, структури «манної каші», течії, вкраплення металевої крихти. У разі штучного фарбування – нерівномірний розподіл фарбника

Висновки

1. Виконано гемологічні дослідження імітацій напівдорогоцінного каміння з композитних і керамічних матеріалів. Визначено і узагальнено діагностичні властивості, проведено оптико-мікроскопічні дослідження, дослідження методами РФА і ІЧ-Фур'є спектроскопії.

2. Сукупність отриманих результатів свідчить, що найперспективнішим для гемологічної діагностики імітацій з композиту і кераміки є комплексне дослідження, яке включає визначення основних діагностичних властивостей (показника заломлення, густини), реакція поверхні на соляну кислоту чи нагрівання, візуальне і мікроскопічне вивчення об'єктів.

3. 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 та встановити назву об'єкта експертизи.

Використані джерела

1. Сузова В.М., Гаєвський Ю.Д., Горобчишин О.В., Ляшок В.І. Штучні замітники напівдорогоцінного каміння (частина перша). *Коштовне та декоративне каміння*. 2023. № 2 (112). С. 18–24.
2. Gagan Choudhary. A New Type of Composite Turquoise. *Gems & Gemology*. 2010. July 23.
3. Shu-Hong Lin, Yu-HoLi, Hwei-Fen Chen. Barite-Calcite Composite as Imitation "Wulanhua" Turquoise from Hubei Province, China *Gems & Gemology*, 2022. May, 13.
4. Kiefert L., Groenenboom P. Imitation Larimar. *Gems & Gemology*. 2013. Vol. 49. No. 2. Gem News International. P. 124.
5. The CIBJO Blue Books. URL: <https://www.cibjo.org/the-blue-books> (дата звернення: 05.12.2022).
6. 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. Горобчишин. Київ, 2022. 98 с. № 0122U000039.
7. Гелета О.Л., Сузова В.М. Атестація та експертна оцінка напівдорогоцінного каміння: навч. посіб. Київ: ДГЦУ, 2020. 60 с.
8. 'Stephan Buhre Sea Sediment Jasper', a Dyed Composite. *The Journal of Gemmology*. 2017. 35(6). P. 498–500.
9. Gem Identification Lab Manual. GIA. 2005. 496 p.
10. Kiefert L. Rainbow Calsilica. Gem News International. *Gems & Gemology*. 2002. 38 (4). P. 360–362.
11. Natural vs Enhanced: Navigating Lapidary Materials. *Gems & Jewellery*. 2017. V. 26. No. 1. P. 14–17.
12. Imitation TURQUOISE with "Veins" and Pyrite Gem Trade Lab Notes. *Gems & Jewellery*. 1988. Spring. 52 p.

References

1. Surova V., Gayevsky Yu., Horobchysyn O., Lyashok V. Artificial analogues of semi-precious stones. Part 1. *Precious and Decorative Stones*. 2023. № 2 (112). С. 18–24. [in Ukrainian]
2. Gagan Choudhary. A New Type of Composite Turquoise. *Gems & Gemology*. 2010. July 23.
3. Shu-Hong Lin, Yu-HoLi, Hwei-Fen Chen. Barite-Calcite Composite as Imitation "Wulanhua" Turquoise from Hubei Province, China *Gems & Gemology*, 2022. May, 13.
4. Kiefert L., Groenenboom P. Imitation Larimar. *Gems & Gemology*. 2013. Vol. 49. No. 2. Gem News International. P. 124.
5. The CIBJO Blue Books. URL: <https://www.cibjo.org/the-blue-books> (date of access: 05.12.2022).
6. 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. Horobchysyn. Kyiv, 2022. 98 p. № 0122U000039. [in Ukrainian]
7. Geleta O.L., Surova V.M. Certification and expert assessment of semi-precious stones: tutorial. Kyiv: SGCU, 2020. 60 p. [in Ukrainian]
8. 'Stephan Buhre Sea Sediment Jasper', a Dyed Composite. *The Journal of Gemmology*. 2017. 35(6). P. 498–500.
9. Gem Identification Lab Manual. GIA. 2005. 496 p.
10. Kiefert L. Rainbow Calsilica. Gem News International. *Gems & Gemology*. 2002. 38 (4). P. 360–362.
11. Natural vs Enhanced: Navigating Lapidary Materials. *Gems & Jewellery*. 2017. V. 26. No. 1. P. 14–17.
12. Imitation TURQUOISE with "Veins" and Pyrite Gem Trade Lab Notes. *Gems & Jewellery*. 1988. Spring. 52 p.

UDC 549.091+671.16

V. Surova, Chief Specialist of the Department of Semi-precious and Decorative Stones Examination.

E-mail: surver@ukr.net

Yu. Gayevsky, Chief Specialist of the Department of Examination of Precious Stones.

E-mail: gud@gems.org.ua

O. Horobchysyn, 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 2

The article describes the results of gemmological studies of semiprecious stones imitations made of composite and ceramic materials, which presented on 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 of semiprecious stone, composite materials, ceramic materials, composite, ceramic.