

УДК 549.02:549.08:549.642.26

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 рідкісного зеленого жадеїта

DOI: [https://doi.org/10.53036/2022-3\(109\)-4](https://doi.org/10.53036/2022-3(109)-4)*(Рекомендовано кандидатом геологічних наук Бєлевцевим О.Р.)*

Проведено комплексні гемологічні, хімічні, фізичні та оптико-мікроскопічні дослідження зеленого жадеїту. Встановлено, що це зелений необлагороджений жадеїт, який дуже зрідка зустрічається на українському ювелірному ринку.

Ключові слова: жадеїт, комплексні гемологічні дослідження, мікроскопія, рентгенофлуоресцентний аналіз.

Вступ

Експертами ДГЦУ була проведена комплексна гемологічна експертиза огранованої вставки зеленого кольору. Встановлено, що це природний зелений жадеїт.

Мета роботи – гемологічні, хімічні, фізичні та оптико-мікроскопічні дослідження наданого на експертизу каменя (рис. 1).



Рисунок 1. Зелений жадеїт, зб. 23

Жадеїт $\text{NaAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ – мінерал групи лужних моноклінних піроксенів. Згідно із Законом України «Про державне регулювання видобутку, виробництва і використання дорогоцінних металів і дорогоцінного каміння та контроль за операціями з ними», високоякісний зелений жадеїт, який має торгову назву «імперіал», відносять до дорогоцінного каміння другого порядку і класифікують відповідно до ТУ У 36.2-21587162.003:2009 «Каміні дорогоцінні (другого-четвертого порядку)». Інші різновиди жадеїтів належать до напівдорогоцінного каміння першого порядку. Необхідно зазначити, що на світовому ювелірному ринку переважна кількість жадеїтів є облагородженими. Облагородження жадеїту має довгу історію, але в останні роки це стало особливо поширеним явищем. Питанням гемологічної експертизи жадеїту, методам комплексної інструментальної діагностики, дослідженню облагородження та зіставленню з нефритом присвячені кілька публікацій ДГЦУ [1-3].

Методи досліджень

Визначення діагностичних гемологічних характеристик проводилось за допомогою стандартного гемологічного обладнання.

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

Дослідження методом ІЧ-Фур'є спектроскопії проводилося за допомогою спектрометра моделі «Nicolet 6700» виробництва «Thermo Fisher Scientific» на приставці «Collector II» відповідно до «Методики діагностики дорогоцінного каміння методом ІЧ-Фур'є спектроскопії» [4].

Вимірювання спектрів рентгенівського випромінювання виконувалося методом напівкількісного РФА (EXDRF) 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 замінників методом рентгенофлуоресцентного аналізу» [5].

Виклад основного матеріалу

Опис та гемологічні характеристики зразка:

Форма огранування – круг.

Тип огранування – кабошон.

Геометричні розміри – \varnothing 3,38–3,57;

$h = 2,15$ мм.

Маса – 0,21 карата.

Прозорість – непрозорий.

Показник заломлення $n = 1,65$.

Густина – $3,31$ г/см³.

Плеохроїзм – помірний.

Флуоресценція в довгохвильовому (365 нм) і короткохвильовому діапазонах (254 нм) відсутня.

Під час оптико-мікроскопічних досліджень каменя методом темнопольної мікроскопії разом із застосуванням спрямованого оптико-волоконного освітлення виявлено зерна більш насиченого зеленого кольору. Подібна крупнозерниста структура жадеїту (рис. 2) була описана раніше [7, 8].

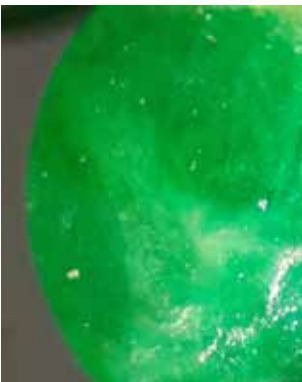


Рисунок 2. Кольорова зернистість у жадеїті, зб. 44

Нерівномірний розподіл елементів-барвників підтверджується під час вивчення зразка у приладі «DiamondView™». Зразок має плямисте світіння під впливом УФ-хвиль, $\lambda_{\text{випр.}} < 225$ нм. У вищеописаних темно-зелених зернах виявлено червоне світіння (рис. 3).

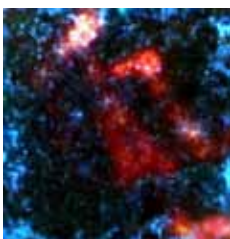


Рисунок 3. Плямисте світіння жадеїта у приладі «DiamondView™»

Хімічний склад жадеїта, визначений за результатами напівкількісного рентгенофлуоресцентного аналізу, наведено в таблиці.

Таблиця. Хімічний склад жадеїта (мас. %)

Елемент	Концентрація
Na ₂ O	14,82–16,70
Al ₂ O ₃	20,84–25,08
SiO ₂	56,07–59,75
CaO	0,44–0,77
TiO ₂	0,10–0,13
Cr ₂ O ₃	0,58–1,76
FeO _{заг}	0,57–2,20
Ga ₂ O ₃	0,00–0,003
SrO	0,001–0,003

Звертає на себе увагу наявність домішок Cr, Fe. Ці домішки, за літературними відомостями [6, 7, 8], значною мірою впливають на наявність зеленого кольору в жадеїтах.

Дослідження методом ІЧ-Фур'є спектроскопії здійснювалося за кімнатної температури в спектральному діапазоні 7000–400 см⁻¹, кількість сканувань у циклі вимірювання – 768 за роздільної здатності 4 см⁻¹.

За результатами досліджень виявлено:

- наявність широкої зони поглинання в діапазоні 2700–3800 см⁻¹, яку пов'язують з присутністю в кристалічній ґратці коливань типу М-ОН [9] (рис. 4);

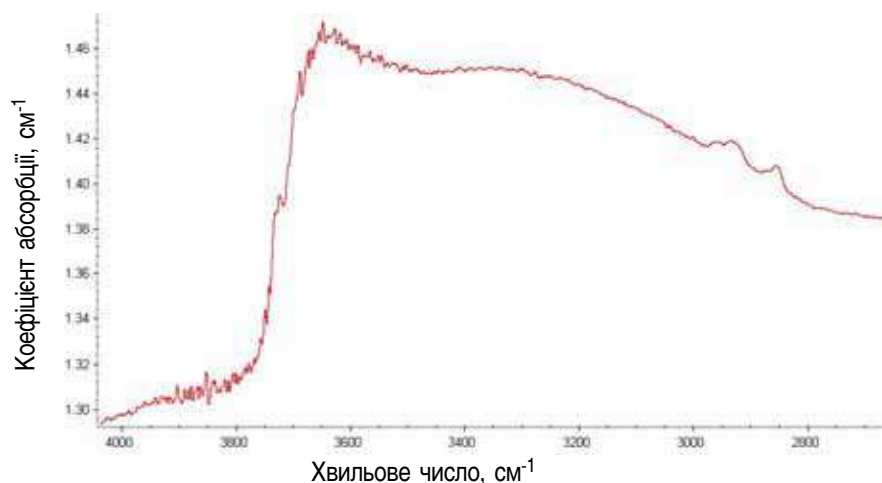


Рисунок 4. Зона поглинання в діапазоні 2700–3800 см⁻¹ в інфрачервоному спектрі жадеїта

- серію піків поглинання близько 1129, 1055, 1002, 753 см⁻¹. За даними [9], їх пов'язують з коливаннями типу Si-O в структурі мінералу.

Ці піки можуть служити діагностичною ознакою для групи мінералів піроксену взагалі та жадеїту зокрема.

- присутність піків поглинання 2657, 2927, 2872, 2855 см⁻¹, які відповідають за наявність залишків парафіну [6]. Ця сполука використовується для надання додаткового блиску поверхні жадеїтів.

Необхідно зазначити, що в ІЧ-спектрі зразка не виявлено піки, які пов'язані з облагородженням жадеїта, зокрема з наявністю органічних заповнювачів.

Висновки

Проведено комплексні гемологічні, хімічні, спектроскопічні та оптико-мікроскопічні дослідження жадеїту. Сукупність отриманих результатів свідчить, що наданий на експертизу жадеїт не містить ознак облагородження. Зелених необлагоджених жадеїтів є рідкісними каменями не тільки на українському, але й на світовому ювелірного ринку.

Використані джерела

1. Суrowa В.М. Діагностика жадеїту і нефриту за допомогою ІЧ-Фур'є спектрометра. *Коштовне та декоративне каміння*. 2011. № 1 (63). С. 4–7.
2. Беліченко О.П., Гаєвський Ю.Д. Комплексна інструментальна діагностика жадеїтів і нефритів. *Коштовне та декоративне каміння*. 2014. № 1 (75). С. 4–8.
3. Гелета О., Стич О. Порівняльний аналіз гемологічних характеристик нефриту і жадеїту. *Коштовне та декоративне каміння*. 2019. № 3 (97). С. 7–14.
4. Методика діагностики дорогоцінного каміння методом ІЧ-Фур'є спектроскопії: затв. наказом ДГЦУ від 21.12.2012 № 149/12-1. Київ, ДГЦУ. 2012. 10 с.
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. Fritsch E., Wu, S.T., Moses, T., McClure, S.F., Moon, M., Identification of bleached and polymer-impregnated jadeite. *Gems & Gemology*. Fall 1992, Volume 28, No 3, pp. 176–187.
7. Gem Reference Guide. Gemological Institute of America, 1995, Santa Monica, CA, 270 p.
8. Howard K. B. Jadeite. C.I.G. – 2001. URL: <http://www.cigem.ca/431.html> (дата звернення: 05.07.2022).
9. Shurvella H.F., Rintoul L., Fredericks P.M. Infrared and Raman spectra of jade and jade minerals. *The internet journal of vibrational spectroscopy*. 2001, Volume 2, № 5. URL: <http://www.ijvs.com/volume5/edition5/section2.html> (дата звернення: 14.11.2001).

References

1. Surova V. Diagnostics of Jadeite and Nephrite with the help of the IR-Fourier spectrometer. *Precious and Decorative Stones*. 2011. № 1 (63). P. 4–7. [in Ukrainian]
2. Belichenko O., Gayevsky Yu. Complex instrumental diagnostic of jadeites and nephrites. *Precious and Decorative Stones*. 2014. № 1 (75). P. 4–8. [in Ukrainian]
3. Geleta O., Stych O. Nephritis and jadeite's comparative gemological analysis. *Precious and Decorative Stones*. 2019. № 3 (97). P. 7–14. [in Ukrainian]
4. 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]
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. Fritsch E., Wu, S.T., Moses, T., McClure, S.F., Moon, M., Identification of bleached and polymer-impregnated jadeite. *Gems & Gemology*. Fall 1992, Volume 28, No 3, pp. 176–187.
7. Gem Reference Guide. Gemological Institute of America, 1995, Santa Monica, CA, 270 p.
8. Howard K. B. Jadeite. C.I.G. – 2001. URL: <http://www.cigem.ca/431.html> (accessed 05.07.2022).
9. Shurvella H.F., Rintoul L., Fredericks P.M. Infrared and Raman spectra of jade and jade minerals. *The internet journal of vibrational spectroscopy*. 2001, Volume 2, № 5. URL: <http://www.ijvs.com/volume5/edition5/section2.html> (accessed 14.11.2001).

UDC 549.02:549.08:549.642.26

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 rare green jadeite

Complex gemmological, chemical, physical and optical-microscopic studies of green jadeite were carried out. It was determined that this is green untreated jadeite, which is very rarely found on the Ukrainian jewelry market.

Keywords: jadeite, complex gemmological studies, microscopy, X-ray fluorescence analysis.