

УДК 549.892 : 549.086

О. Беліченко, канд. геол. наук, керівник відділу,  
E-mail: lbgems@gmail.com,  
Ю. Ладжун, канд. геол. наук, гол. фахівець,  
E-mail: ladgja@ukr.net,  
Державний гемологічний центр України,  
вул. Дегтярівська, 38–44, м. Київ, 04119, Україна

## КОМПЛЕКСНІ ГЕМОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НОВИХ ВИДІВ ТЕРМООБРОБЛЕНОГО БУРШТИНУ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. В. А. Нестеровським)

Проведено комплексні гемологічні дослідження зразків бурштину, термообробленого новими методами, які останнім часом з'явилися на світовому ринку. Такий бурштин пройшов штучну обробку, про що свідчить наявність ознак облагородження у вигляді значної кількості мікроскопічних газових включень. Метою обробки є створення повністю непрозорих різновидів бурштину, популярних на китайському ринку. Також було вивчено зразки облагородженого бурштину неприродного рожево-оранжевого кольору.

Вивчались основні гемологічні характеристики: показник заломлення, густина, флуоресценція у довгохвильовому та короткохвильовому діапазоні. Проводилось мікроскопічне вивчення поверхні та внутрішніх включень, дослідження ІЧ-спектрів облагороджених зразків. Сукупність отриманих результатів свідчить, що досліджені зразки зазнали схожої штучної обробки, діагностичною особливістю якої є значна кількість мікроскопічних газових включень, які за своїм розміром, формою і розподілом в об'ємі бурштину відрізняються від природних. Можна припустити, що такий бурштин отримують шляхом термообробки в автоклаві під тиском з додаванням води або води з бараніком. Визначено, що гемологічні характеристики досліджених зразків знаходяться в межах, характерних для сукциніту. ІЧ-спектри всіх досліджених зразків бурштину, як блідо-жовтого, так і рожево-оранжевого, мають специфічну конфігурацію, характерну для сукциніту.

Встановлено, що основним методом діагностики є вивчення структури поверхні бурштину на наявність характерних газових включень.

**Ключові слова:** бурштин, сукциніт, облагородження, термообробка.

**Вступ.** Бурштин використовується для виготовлення прикрас та виробів уже більше 12 тисяч років. Найдавніші знахідки амулетів з бурштину датовані X–VI ст. до нашої ери. Традиційно до найдорожчих різновидів відносили прозорий бурштин яскраво-жовтого кольору, оскільки він зустрічається досить рідко в сировині, великою популярністю також користувалися червонуваті різновиди. Відомі старовинні методи облагородження бурштину: його просвітлювали кип'ятінням в лляній олії чи жирі, або за допомогою сухого прожарювання (прогріву) шматочків бурштину в піску за температури понад 100°C [1].

На сучасному виробництві прозорий бурштин отримують шляхом прогріву в автоклавах напівпрозорих і непрозорих різновидів до температури 200–220°C під тиском 50 атм. у атмосфері азоту протягом 12–15 годин. Для отримання більш темних кольорів бурштин прогрівають у спеціальних печах з поступовим збільшенням температури до 200°C. Термооброблений традиційними методами бурштин легко діагностується під час гемологічної експертизи.

**Постановка проблеми.** Останні 5–6 років великим попитом на ювелірному ринку користуються непрозорі

різновиди бурштину білого, блідо-жовтого та жовтого кольорів, що спричинено модними тенденціями в Китаї, де такі різновиди мають торгову назву "beeswax" і коштують дуже дорого [5]. Потреби ринку одразу знайшли своє відображення в появі облагородженого бурштину, що пройшов штучну обробку з метою створення таких різновидів. Практично одночасно в Польщі й Україні експерти звернули увагу на появу виробів з непрозорого білого, блідо-жовтого, жовтого бурштину, характерною особливістю якого є наявність мікроскопічних порожнин (газових включень), які видно під час дослідження під лупою 10-кратного збільшення або в мікроскопі. За усними повідомленнями продавців такої продукції, такий бурштин отримують шляхом термообробки в автоклаві прозорих різновидів під тиском з додаванням води або інших розчинів (?), його робоча назва – "наводнений", "оброблений паром" (рис. 1). Але достовірно метод облагородження не встановлено. Метою обробки бурштину є створення повністю непрозорих різновидів, популярних на китайському ринку. Крім виробів, обробці також піддають сировину (рис. 2).

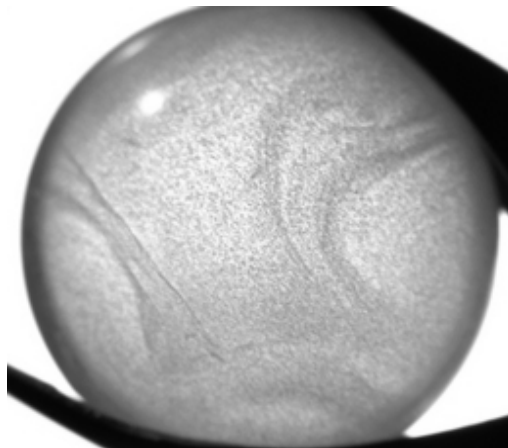


Рис. 1. Куля з бурштину, термообробленого в автоклаві з додаванням пари, мікроскоп Gemmaster L 230V, зб. 8 (фото І.О. Ємельянов)

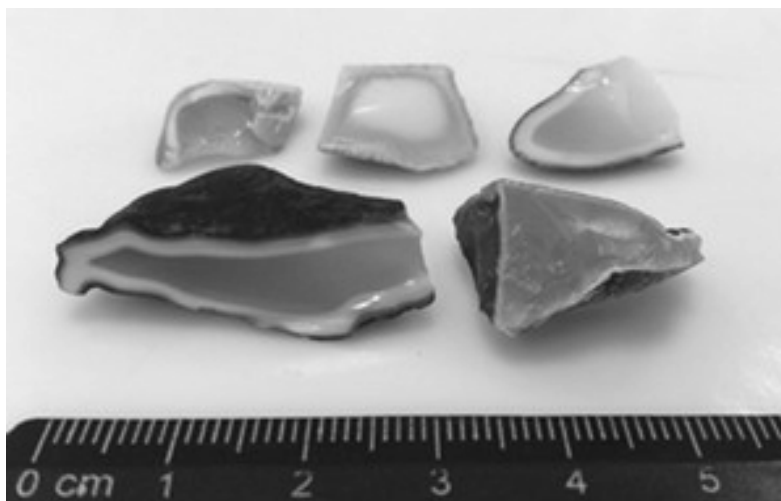


Рис. 2. Сировина бурштину термообробленого в автоклаві з додаванням пари

Навесні 2016 року в Вільнюсі на ювелірній виставці "Amberif" однією з литовських компаній запропоновано в продаж бурштин рожево-оранжевого кольору під торговою назвою "кров дракона". Особливістю цього різновиду бурштину є насичений яскравий рожево-оранжевий колір, не притаманний сукциніту. У багатьох

прозорих каменях було добре помітно внутрішні вклучення, що нагадувало слід блискавки або дендрит (рис. 3). Метод виробництва автори тримають у секреті. На виставці "Amberif 2016" у Гданську, крім виробів, реалізовували вже сировину з рожевим відтінком.



Рис. 3. Бурштин рожево-оранжевого кольору з малюнком, схожим на блискавку

Проте популярністю, на яку розраховували виробники, цей бурштин не користується, бо одразу зрозуміло, що колір отримано штучно, а оскільки метод невідомий, то не можна стверджувати, що він є безпечним для здоров'я.

**Постановка завдання.** Комплексне гемологічне дослідження облагородженого бурштину.

Виклад основного матеріалу. Державним гемологічним центром України (ДГЦУ) було проведено дослідження нових різновидів облагородженого бурштину.

**Об'єкти досліджень.** Було досліджено 12 виробів (кулі) та 6 зразків сировини з газовими вклученнями і 3 кабошони "рожево-оранжевого" кольору, один прозорий і два непрозорі. Зразки були отримані від операторів ринку та придбані на виставці "Amberif" у Польщі.

**Методи досліджень.** Для мікроскопічних досліджень використано гемологічний мікроскоп Gemmaster L 230V і промисловий мікроскоп Nikon Eclipse LV150.

ІЧ-спектри були отримані в лабораторії ДГЦУ на спектрометрі моделі "Nicolet 6700" виробництва "ThermoFisher Scientific" з приставкою ATR за кімнатної

температури в спектральному діапазоні  $4000-600 \text{ см}^{-1}$ . Кількість сканувань у циклі вимірювання – 36 за роздільної здатності  $4 \text{ см}^{-1}$ .

**1.** Бурштин блідо-жовтого кольору, непрозорий, з газовими вклученнями по всьому об'єму.

В ДГЦУ було досліджено 18 зразків бурштину, а саме: 9 зразків жовтого кольору і 9 зразків блідо-жовтого. Встановлено, що гемологічні характеристики досліджених зразків знаходяться в межах, характерних для сукциніту [3], а саме: показник заломлення коливається від 1,535 до 1,540, густина –  $1,05-1,07 \text{ г/см}^3$ , флуоресценція змінюється від значної блідо-блакитної у довгохвильовому діапазоні 365 нм до незначної і середньої блакитної у діапазоні 254 нм.

Під час дослідження під лупою добре помітні порожнини округлої, овальної, витягнутої та дископодібної форми. Під час дослідження під мікроскопом видно, що порожнини мають приблизно однаковий розмір, досить рівномірно розподілені по об'єму зразків, на відміну від газових порожнин у природному бурштині, які мають різний розмір та нерівномірний розподіл (рис. 4) [1].

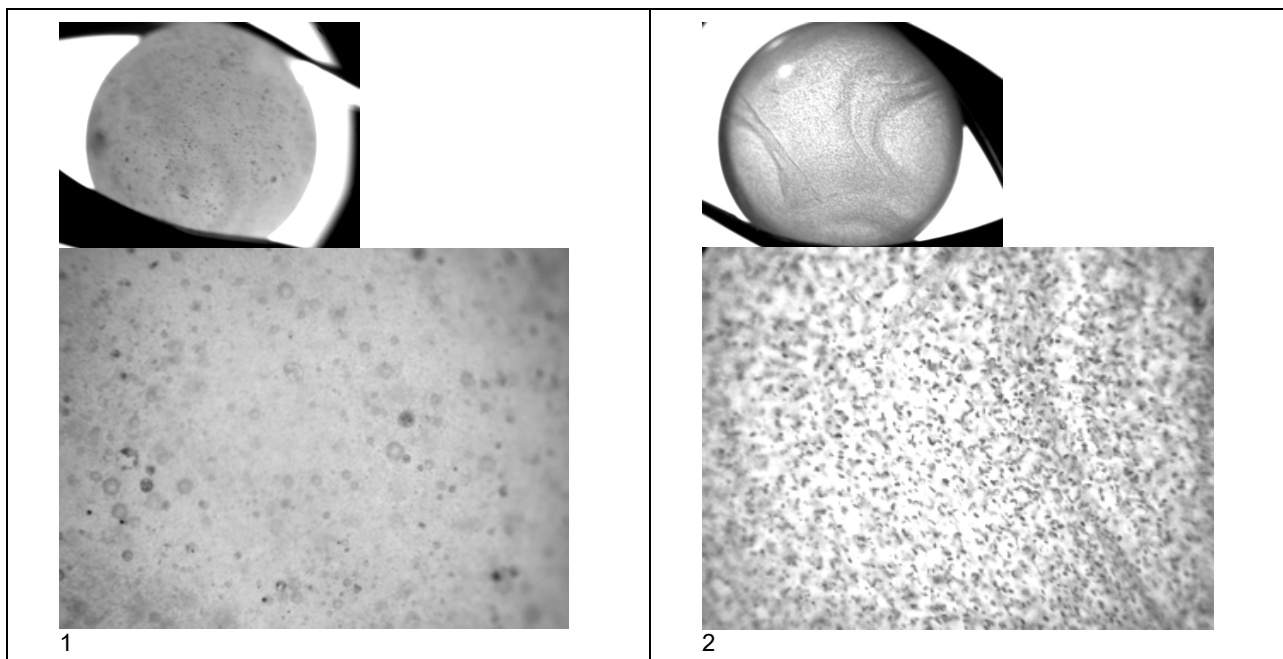


Рис. 4. Мікрофотографії порожнин у природному (1) і термообробленому (2) бурштині, мікроскоп Gemmaster L 230V, зб. 36 (фото І.О. Ємельянов)

Було здійснено порівняння поверхні сировини непрозорого блідо-жовтого необлагородженого бурштину і непрозорого блідо-жовтого бурштину, обробленого парюю, в мікроскопі Nikon Eclipse LV150. Добре помітна

відмінність структури природного й облагородженого зразків (рис. 5), значна різниця в розмірі мікроскопічних порожнин та їх кількості на одиницю площі.

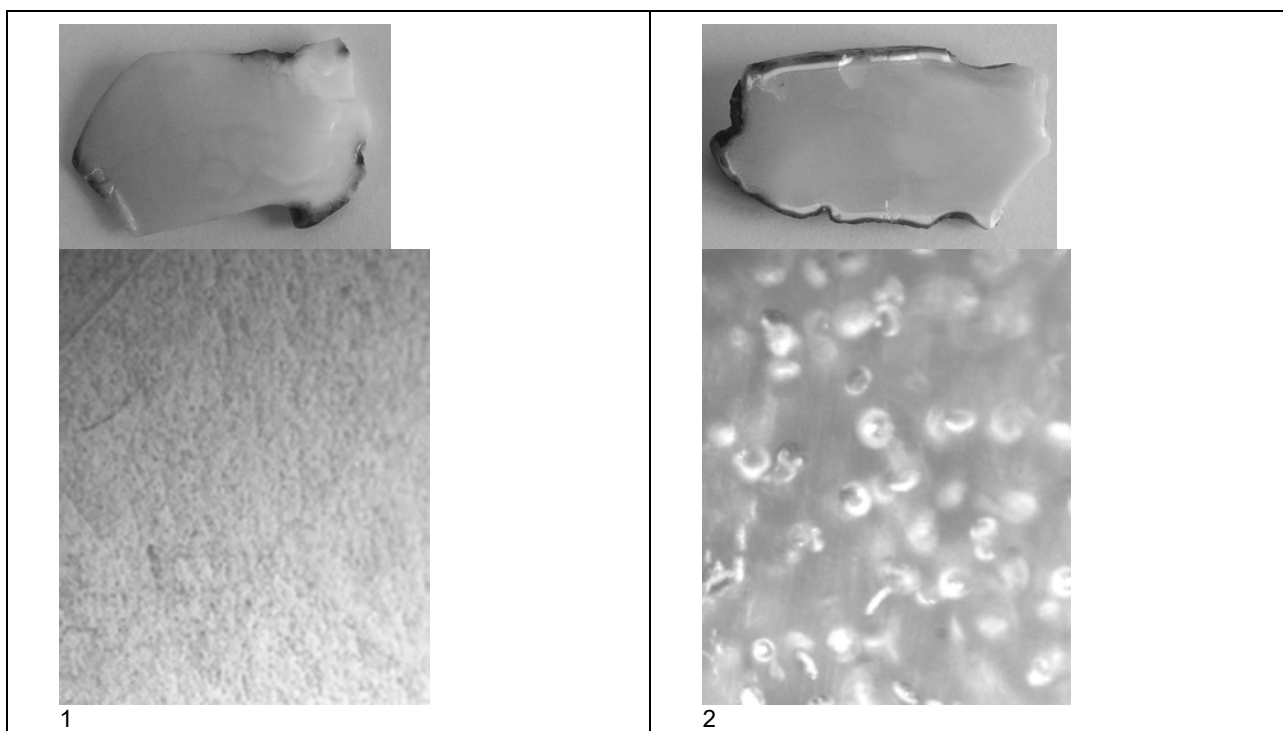


Рис. 5. Мікрофотографії поверхні природного (1) і термообробленого бурштину (2), Nikon Eclipse LV15, зб. 170 (фото І.О. Ємельянов)

2. Бурштин яскравого рожево-оранжевого кольору. Досліджено 1 зразок прозорого бурштину з блискавкоподібним малюнком та 2 зразки непрозорого бурштину (рис. 6). Необхідно зазначити, що колір прозорого кабошону, згідно зі зразками еталонів кольору GIA GemSet Color Samples, був визначений як жовтувато-оранжевий (уО 4/3).

Велику зацікавленість у спеціалістів викликає метод створення блискавкоподібного малюнку. Припускають, що він пов'язаний з ефектом Ліхтенберга, оскільки малюнок у бурштині дуже нагадує картини розподілу іскрових каналів, що утворюються на поверхні та в середині твердого діелектрика в процесі електричного пробою. Нині фігури Ліхтенберга створюються в

середині твердих діелектричних матеріалів, таких як скло або акрил [2]. Як відомо, бурштин є діелектриком, отже подібне припущення цілком імовірне. Достовірно

технологію створення блискавкоподібного малюнку встановити в умовах лабораторії ДГЦУ не можливо.

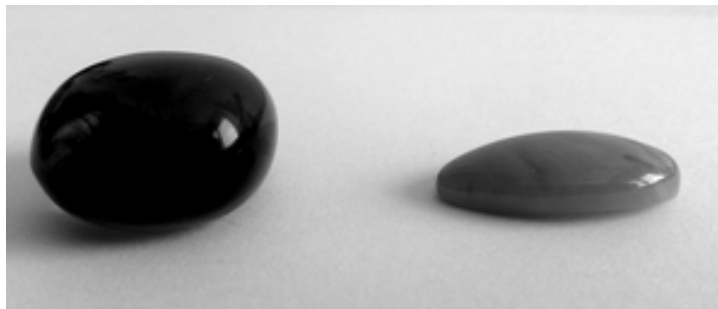


Рис. 6. Зразки бурштину рожево-оранжевого кольору

У непрозорих зразках під час дослідження під мікроскопом помітні дрібні включення червоно-оранжевого кольору. Подібні ознаки облагородження описані гемологами з China University of Geosciences,

Wuhan [5], що свідчить, що штучний колір цього зразка також може бути утворено методом обробки паром з барвником в автоклаві (рис. 7).

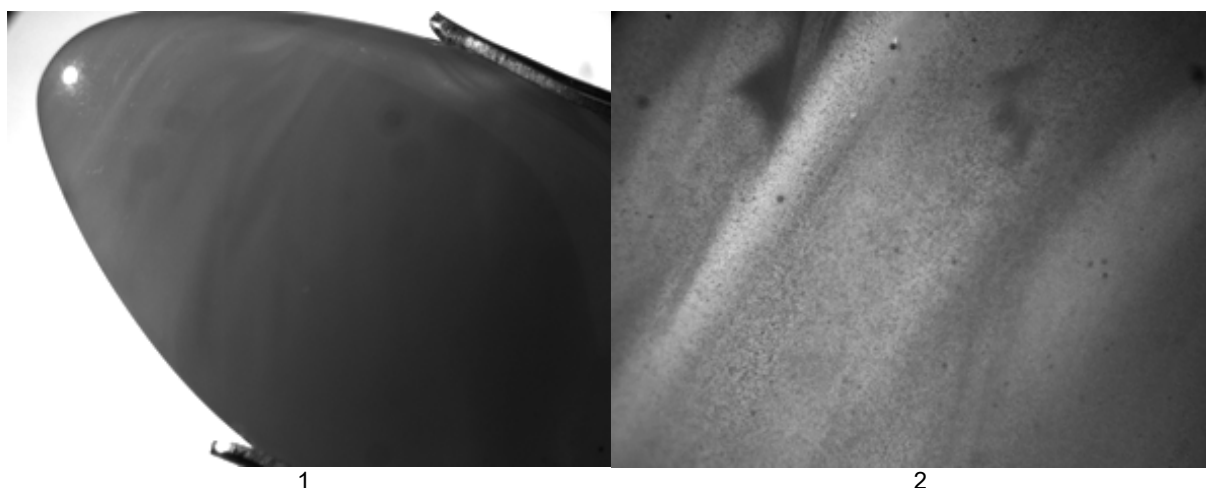


Рис. 7. Кабошон непрозорого рожево-оранжевого бурштину (1), зб. 8 та мікрофотографія порожнин з барвником, мікроскоп Gemmaster L 230V, зб. 36 (фото І.О. Ємельянов)

Гемологічні характеристики досліджених зразків: показник заломлення – 1,530–1,540, густина – 1,07–1,09 г/см<sup>3</sup>, флуоресценція – незначна зеленувата для прозорого кабошона в діапазонах 254 та 356 нм, для непрозорого кабошона – значна біла в діапазоні 356 нм та відсутня в діапазоні 254 нм.

ІЧ-спектри всіх досліджених зразків бурштину, як блідо-жовтого, так і рожево-оранжевого, мають специфічну конфігурацію, характерну для сукциніту [4]. Порівняння ІЧ-спектрів природних і термооброблених з додаванням пари та пари з барвником зразків свідчить про їхню загальну подібність. Відносна інтенсивність характерних піків у діапазоні коливань C = O (1736, 1705 см<sup>-1</sup>), C = C (~3080, 1640, 888 см<sup>-1</sup>), C = H (981 см<sup>-1</sup>) і валентних коливань груп C-O-H (1012 см<sup>-1</sup>) змінюється від зразка до зразка, але для узагальнення необхідна більша кількість дослідного матеріалу.

**Висновки.** Сукупність отриманих результатів свідчить, що досліджені зразки зазнали схожої штучної обробки, діагностичною особливістю якої є значна кількість мікроскопічних газових включень, які за своїм розміром, формою та розподілом в об'ємі бурштину відрізняються від природних. Можна припустити, що такий бурштин отримують шляхом термообробки в автоклаві під тиском з додаванням води або води з барвником.

Облагороджені новим методом термообробки зразки бурштину за комплексом гемологічних ознак: показник заломлення, густина, флуоресценція та ІЧ-спектри – не відрізняються від необлагороджених зразків. Основним методом діагностики є вивчення структури поверхні бурштину на наявність характерних газових включень за допомогою лупи і мікроскопу.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Сребродольский Б. И. Янтарь Украины / Б. И. Сребродольский. – К. : Наук. думка, 1980. – 124 с.
2. Фігури Ліхтенберга [Електронний ресурс] / Матеріал з Вікіпедії – вільної енциклопедії. – Режим доступу : [https://uk.wikipedia.org/wiki/Фігури\\_Ліхтенберга](https://uk.wikipedia.org/wiki/Фігури_Ліхтенберга). – Загол. з екрану.
3. Kosmowska-Ceranowicz B. Bursztyń w Polsce i na świecie / B. Kosmowska-Ceranowicz. – Warszawa, 2012. – 299 p.
4. Kosmowska-Ceranowicz B. ATLAS Infrared Spectra of the World's Resins : Holotype Characteristics. Widma IR żywic świata : Charakterystyka ich holotypów S / B. Kosmowska-Ceranowicz, N. Vavra. – Warszawa : PAN Muzeum Ziemi w Warszawie, 2015. – 280 p.
5. Steam-Dyed Amber / Yamei Wang, Fen Liu, Shufang Nie, Andy Shen // Gems&Gemology. – Summer 2016. – Vol. 52. – No. 2.

#### REFERENCES:

1. Srebrodol'skiy B. I. (1980). Amber of Ukraine. Kyiv: Nauk. dumka. [in Russian].
2. Lichtenberg figure. wikipedia.org. Retrieved from [https://en.wikipedia.org/wiki/Lichtenberg\\_figure](https://en.wikipedia.org/wiki/Lichtenberg_figure).
3. Kosmowska-Ceranowicz B. (2012). Amber in Poland and in the World. Warszawa. [in Polish&English].

4. Kosmowska-Ceranowicz B., Vavra, N. (2015). ATLAS Infrared Spectra of the World's Resins / Holotype Characteristics [Widma IR żywic świata / Charakterystyka ich holotypów S]. PAN Muzeum Ziemi w Warszawie. [in Polish&English].

5. Yamei Wang, Fen Liu, Shufang Nie, Andy Shen. (2016). Steam-Dyed Amber. *Gems & Gemology*, summer 2016, 52, 2.

Надійшла до редколегії 14.09.16

Belichenko O., Cand. Sci. (Geol.), Head of Department  
E-mail: lbgems@gmail.com,  
Ladzhun J., Cand. Sci. (Geol.), Chief Specialist  
E-mail: ladgjra@ukr.net,  
State gemological centre of Ukraine,  
38–44 Degtyarivska St., Kyiv, 04119, Ukraine

#### COMPLEX GEMOLOGICAL RESEARCH OF NEW TYPES OF TREATED AMBER

*Complex gemological research of heat-treated amber that appeared on global market recently was conducted. Amber like that was artificially treated, which is indicated by evidence of treatment, such as large amounts of microscopical gas bubbles. The goal of treatment is to create fully opaque amber which is popular at Chinese market. Samples of unnaturally pink-orange color were examined as well.*

*Primary gemological characteristics: refractive index, specific gravity, LWUV and SWUV fluorescence were studied. Microscopical examination of surface and gas inclusions and study of IR-specters of treated samples were conducted. Obtained results indicate that the samples underwent similar artificial treatment, diagnostic feature of which is the significant amount of microscopical gas inclusions, whose size, shape and distribution differ from naturally occurring ones. It can be assumed that amber like this is obtained via heat treatment in autoclave under pressure with addition of water or water with dye. It was determined that gemological characteristics of studied samples are in range of those typical for succinite. IR-specters of all studied samples, both pale-yellow and pink-orange ones, have specific configuration, typical for succinite.*

*It was established that the primary diagnostic method is the detailed examination of surface structure for characteristic gas bubbles.*

**Keywords:** *amber, succinite, artificial treatment, heat treatment.*

Беличенко Е., канд. геол. наук, руководитель отдела,  
E-mail: lbgems@gmail.com,  
Ладжун Ю., канд. геол. наук, главный специалист,  
E-mail: ladgjra@ukr.net,  
Государственный геммологический центр Украины,  
ул. Дегтяревская, 38–44, г. Киев, 04119, Украина

#### КОМПЛЕКСНЫЕ ГЕМОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБЛАГОРОЖЕННОГО ЯНТАРЯ

*Авторами были проведены комплексные геммологические исследования образцов янтаря, обработанного искусственно, о чем свидетельствует наличие признаков облагораживания в виде значительного количества микроскопических газовых включений. Целью обработки является создание полностью непрозрачных разновидностей янтаря, популярных на китайском рынке. Также были изучены образцы облагороженного янтаря неестественного розово-оранжевого цвета. Было выполнено определение геммологических характеристик (показатель преломления, плотность, флуоресценция в длинноволновом и коротковолновом диапазоне), микроскопическое изучение поверхности и внутренних включений, исследование ИК-спектров облагороженных образцов. Совокупность полученных результатов свидетельствует, что исследованные образцы подверглись похожей искусственной обработке, диагностической особенностью которой является значительное количество микроскопических газовых включений, которые по своему размеру, форме и распределению в объеме янтаря отличаются от природных. Можно предположить, что такой янтарь получается путем термообработки в автоклаве под давлением с добавлением воды или воды с красителем.*

*Установлено, что геммологические характеристики исследованных образцов находятся в пределах, характерных для сукцинита. Наиболее перспективным для геммологической диагностики является детальное изучение структуры поверхности на наличие характерных газовых включений.*

**Ключевые слова:** *янтарь, сукцинит, облагораживание, термообработка.*