

УДК 549.892+691.17

О.П. Беліченко, кандидат геологічних наук, керівник відділу експертизи дорогоцінного каміння, експерт International Amber Association

E-mail: lbgems@gmail.com, bel@gems.org.ua

Державний гемологічний центр України

вул. Дегтярівська, 38–44, м. Київ, 04119, Україна

А.А. Турова, кандидат хімічних наук, комерційний директор компанії "Уорд Ембер Україна"

E-mail: annaturova@ukr.net

ТОВ «УЕУ», оф. 111, вул. О. Теліги, 6, м. Київ, 04112, Україна

БУРШТИН ЧИ ІМІТАЦІЯ?

(Рекомендовано кандидатом геологічних наук Мацуєм В.М.)

У статті описані основні види природних і синтетичних імітацій бурштину (сукциніту), наведена їх класифікація, характерні особливості, гемологічні характеристики та методи діагностики.

Ключові слова: бурштин, копал, імітації.

Сучасною тенденцією світового та українського ринку бурштину є значне збільшення кількості його природних і синтетичних імітацій. Проте історія виготовлення імітацій бурштину-сукциніту нараховує не одне століття.

Завжди особливу увагу і зацікавленість викликав бурштин з включеннями рослин і тварин (інклюдзами), тому в різних європейських країнах ще в XV–XVIII сторіччях розроблялися і зберігалися в таємниці рецепти виготовлення подібних фальсифікатів. Наприклад, рецепт виготовлення «бурштину» з яєчного білка був знайдений у рукописах Леонардо да Вінчі [1].

Одна з перших задокументованих підробок відома завдяки роботі Натана Зенделя з Ельблонга, опублікованій у 1742 році. В ній наведені малюнки сфальшованих інклюдзів – жаби і жука, які знаходилися серед справжніх експонатів дрезденської колекції інклюдзів короля Августа II Сильного. Колекція до наших часів не збереглася, проте книгу можна побачити в бібліотеці Музею Землі у Варшаві, де вона знаходиться у вільному доступі [2].

У XIX ст. виготовлення фальсифікатів «під бурштин» та фальшивих інклюдзів набуло ще більшої популярності. Російський геолог і мінералог Г.Є. Щуровський у 1858 році відмічав, що зна-

чна популярність і висока вартість зразків бурштину з рідкісними включеннями рослин і тварин викликала появу значної кількості підробок: «Появились янтари не только с различными насекомыми, но и с небольшими рыбками, ящерицами и т. п. Для этого брали обыкновенно две одинаковые пластинки янтаря, делали в них углубление, клали туда животных и заливали копалом. То же вещество служило цементом для самих пластинок. Но если таковой кусок янтаря положить в кипящую воду, или в винный спирт, то копал распустится и обнаружит обман. Вместо янтаря часто продавали копал с различными насекомыми и другими органическими телами» [1].

Розвиток хімічної промисловості, відкриття і виробництво штучних матеріалів, таких як різноманітні полімери, призвели до розвитку цілої індустрії підробок, що спонукало приділити більше часу і уваги до їх вивчення та класифікації.

Відповідно до рекомендацій Міжнародної асоціації бурштинників (International Amber Association) [3], відрізняють такі імітації бурштину:

- природні замітники бурштину – природні або термооброблені «молоді смоли» (subfossil resins) – копали;

- штучні матеріали, наприклад, скло, синтетичні смоли тощо;

- бурштин пресований з додаванням пластику або копалу;

- композиційні матеріали із суміші невеликих зерен бурштину з природними або штучними смолами.

Природні імітації

До найбільш розповсюджених заміників сукциніту належить викопний копал.

Копал викопний – природна викопна «молода» смола (subfossil resins) віком до 10 млн років, яку видобувають в Австралії, Новій Зеландії, Західній, Центральній і Східній Африці, Центральній і Південній Америці. Склад копалу – вуглець (85 %), водень (10–11 %) і кисень (3–4 %); бурштинової кислоти не містить. Аморфний, прозорість змінюється від прозорого до непрозорого, може бути всіх відтінків жовтого кольору, але переважає блідо-жовтий. Здебільшого після термообробки використовують для виготовлення виробів, які часто пропонують як «бурштин».

Вироби з копалу, підданому термічній обробці, дуже схожі на бурштин, проте їх можливо діагностувати гемологічними методами (рис. 1): густина копалу – 1,026–1,049 г/см³, люмінес-

ценція слабка або взагалі відсутня, реакція поверхні на розчинники – сильна, на поверхні залишається відбиток пальця. Копал, який пройшов обробку в автоклаві, характеризується слабкою реакцією на розчинник, проте його поверхня під дією розчинника втрачає блиск, стає матовою. Реакція на нагрів необробленого копалу дуже сильна (до закипання поверхні), термообробленого копалу – помірна.

До заміників з копалу, на які треба звертати **особливу увагу**, належить так званий «**зелений бурштин**». У 2006 році на ювелірному ринку з'явився прозорий ювелірний матеріал жовтувато-зеленого кольору, названий «зелений бурштин». В Україні виробники пропонують його як «**український зелений бурштин**» [4], проте він є результатом багатостадійної термообробки копалу за контрольованих умов. Під час обробки матеріал стає твердішим і стабільнішим, оскільки зникають леткі компоненти. Отриманий матеріал має жовто-зелений та блідо-зелений колір (іноді трохи нерівномірний), прозорий, може мати включення – дископодібні тріщини, дрібні газові бульбашки (рис. 2). За допомогою мікроскопа і потужного джерела світла можна побачити хмарки найдрібніших включень, вкрай рідко в них зустрічалися рослинні залишки і комахи.

Твердість отриманого матеріалу – 2–2,5 за шкалою Мооса, густина – 1,05–1,06 і показник заломлення – 1,54–1,55. Під дією довго- і короткохвильового ультрафіолетового випромінювання зразки світяться білясто-блакитним і темно-зеленим світлом відповідно. Запах «зеленого бурштину» (копалу) слабший, ніж запах необробленого бурштину. Також змінюється реакція на дію розчинника (очищеного ацетону): до термообробки під час попадання спирту на поверхню зразки копалу ставали матовими – втрачали блиск полірованої поверхні, а натискання кінчиком пальця залишало відбиток на поверхні зразків. З обробленими зразками нічого подібного не відбувається. До теплової обробки зразки копалу починали плавитися від дотику кінчиком гарячої голки, даючи білий димок. Після обробки плавлення не було помічене на жодному зразку навіть від дотику гарячої голки, хоча димок виділявся. Дослідження за допомогою ІЧ-

спектроскопії і ядерного магнітного резонансу показали, що зелене забарвлення не пов'язане з жодною зміною в молекулярній будові копалу. Термообробка призводить до появи хмар найдрібніших включень, видимих у мікроскопі під сильним джерелом світла. Зелений колір імовірно пов'язаний з розсіюванням світла в «колоїдному розчині» (хмари в матриці), як і в рідкісному мексиканському зеленому бурштині [3, 5].

Для ІЧ-спектрів копалів характерні інтенсивні смуги поглинання близько 4720, 4607, 3076, 1643, 1541, 887, 744, 698, 640, 540 cm^{-1} , інтенсивність яких зменшується після термообробки. Також після термообробки максимум смуги поглинання близько 1698 cm^{-1} зміщується на смугу близько 1728 cm^{-1} [6].

Дослідження спектрів «зеленого бурштину», проведене автором у ДГЦУ, а також у лабораторії бурштину на ювелірних виставках «Amberif» і «Ambermart» свідчить про схожість спектрів досліджуваних зразків із спектрами копалів (рис. 3).

Інші викопні смоли, такі як глесит [7], руменіт [8], домініканський чи мексиканський бурштин [9, 10], зазвичай не використовують як заміники сукциніту, оскільки вони мають власну цінність.

Синтетичні імітації

Частіше за інших як імітації бурштину використовують синтетичні смоли, такі як фенопласти (бакеліт, резолан, новолак), амінопласти (казеїн, галаліт), поліестери (полімал, алкідні смоли), поліефіри (епоксидні смоли), вінілові полімери (полістирол, акрилові смоли) та скло [11–16].

Скло є найдавнішим матеріалом, який використовували як імітацію бурштину. Перші імітації були виготовлені саме з пофарбованого скла.

Целулоїд – це найстаріший синтетичний органічний матеріал, який використовували для імітації бурштину. Вперше він був отриманий у 1869 році з нітроцелюлози в процесі пошуку матеріалу, що міг замінити слонячу кістку для виготовлення більярдних шарів. Проте цей матеріал вирізнявся підвищеною займистістю і вибухонебезпечністю. Зараз для виготовлення підробок використовують безпечні целюлозні матеріали.

Галаліт – штучна речовина, за допомогою якої імітують не тільки бурштин, а й кістку, продукт конденсації казеїну і формальдегіду. Під час горіння має характерний запах підгорілого молока. Широко використовувався для виготовлення імітацій у 40-х роках ХХ ст., зараз практично не зустрічається.

До найвідоміших якісних імітацій бурштину належать фенольні смоли (фенопласти), а саме **бакеліт**, **новолак** і **резолан**, що є продуктами поліконденсації фенолу і формальдегіду.

Бакеліт – перший по-справжньому синтетичний матеріал, синтезований Лео Бакеланом у 1907 році. Це по суті сильно вулканізований каучук. У процесі виробництва формальдегідні смоли конденсують з фенолами в присутності луку. Кольоровий діапазон бакеліту від світло-жовтого до чорного. Бакеліт доволі міцний і не горючий пластик, легкий за масою і не розчиняється в спирті. Він стійкий до хімічних реагентів і розчиняється лише в концентрованій сірчаній або азотній кислотах.

У період між Першою і Другою світовими війнами бакеліт набув широкої популярності як якісна альтернатива бурштині і навіть виготовлявся на Кенігсберзькій бурштиновій мануфактурі (Staatliche Bernstein-Manufaktur Königsberg).

Бакеліт широко використовувався в ювелірній галузі не тільки як імітація бурштину, але і як матеріал для виготовлення різних прикрас. Сама Коко Шанель пропонувала своїм клієнтам прикраси з бакеліту. Дизайнерів вабили необмежені можливості кольорової гами, що створювалася штучно на виробництві.

Зараз ювелірні вироби з бакеліту міжвоєнного періоду є популярним об'єктом колекціонування.

Новолак – термопластичний алігомерний продукт, що отримують поліконденсацією фенолів з альдегідами. Його синтезують у кислому середовищі в присутності каталізаторів. Це формальдегідна смола, тверда речовина. Твердіння відбувається виключно за наявності агентів твердіння. Добре розчинний у метиловому, етиловому спиртах, ацетоні, однак зовсім не розчинний в ароматичних вуглеводнях. Використовують у виробництві прес-матеріалів, лаків і пінопластів.



Рисунок 1. Копал у сировині (1) та термооброблений копал (2) (фото Ємельянова І.)



Рисунок 2. «Зелений бурштин» – результат багатостадійної термообробки копалу (фото Татарінцевої К.)

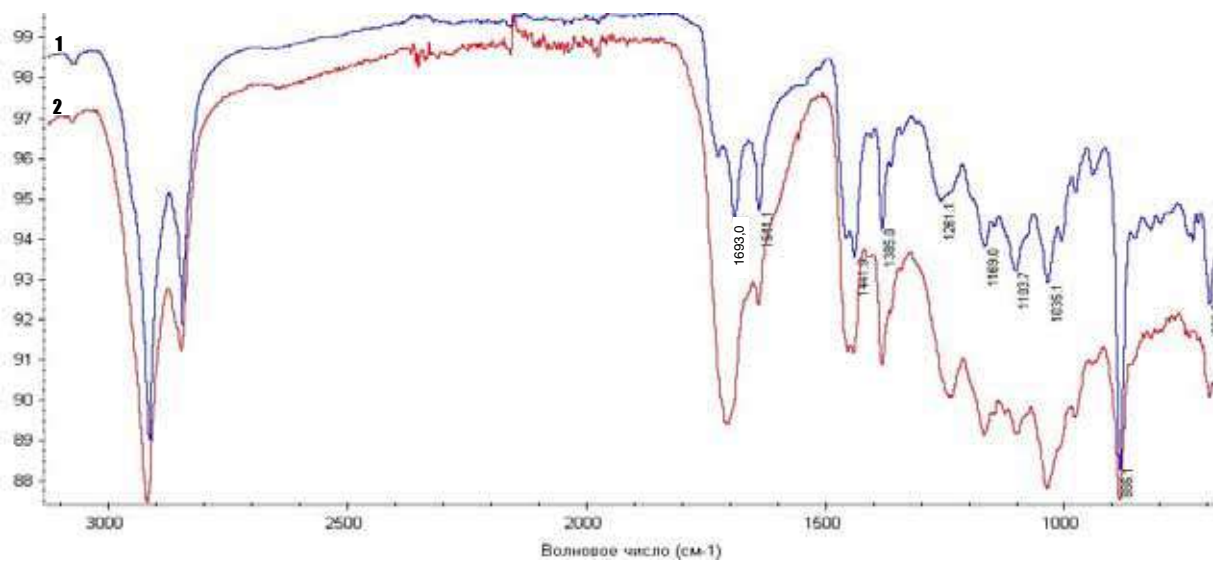


Рисунок 3. Інфрачервоний спектр природного (1) та термообробленого (2) копалу – «зеленого бурштину»

Забарвлення має від світло-жовтого до темно-коричневого, менш крихкий, ніж бакеліт. Використовують і як заміник бурштину, однак за теплостійкістю, хімічною стійкістю і ряду інших властивостей значно поступається резольним смолам. Вироби з новолаку насиченого вишневого кольору, що нагадує колір старовинного бурштину з музейних колекцій, на початку ХХ сторіччя видавали за «античний бурштин». Сучасні вироби з темно-червоного новолаку іноді продають на чорному ринку і навіть в деяких магазинах та виставках як «рідкісний червоний бурштин».

Резолан (резол) – це фенол-формальдегідна смола, яку отримують поліконденсацією фенолу з альдегідами в лужному середовищі під час нагрівання. Резольні смоли отримують виключно взаємодією 2-функціональних фенолів з формальдегідами. Розчиняються в спиртах, кетонах, фенолах та складних ефірах. Їх забарвлення може бути від світло-жовтого до темно-коричневого кольору. Резолани часто використовують для імітації саме бурштину, оскільки після твердіння мають досить гладку поверхню, більш стійкі до руйнування і хімічних реагентів.

Поліестери – складні поліефіри, які отримують внаслідок поліконденсації багатофункціональних спиртів з полікарбонowymi кислотами. З'явилися на ринку в 1942–1947 роках, хоча були відомі з 1936 року. До сьогодні дуже популярним матеріалом для виготовлення бурштинових імітацій залишається модифікована стиролом алкідна смола, відома під власною назвою «стирезол». Характерною особливістю поліестрів є квітковий запах під час нагрівання.

Полістирол – синтетична речовина, яку отримують шляхом полімеризації

стиролу. Широке виробництво полістиролу почалося з 1930 року в Німеччині, де він був відкритий німецьким вченим Едуардом Симоном у 1839 р.

Епоксидна смола – синтетична речовина, зшитий полімер, отриманий у результаті реакції епоксидного мономеру і сомономерів (отверджувачів). Її досить часто використовують для імітації бурштину.

Діагностика штучних імітацій

Під час гемологічної експертизи визначення **штучних імітацій** насамперед спирається на визначення густини, оскільки одразу дозволяє виділити штучні замітники, які здебільшого мають значно більшу густину, ніж бурштин. Густина бурштину переважно знаходиться в інтервалі 1,050–1,096 г/см³. Густина синтетичних смол: целулоїд – 1,36–1,43–1,8 г/см³, галаліт – 1,32–1,43 г/см³, новолак – 1,267 г/см³, епоксидна смола – 1,187 г/см³, але полістирол – 1,059 г/см³ (!).

Реакція на нагрівання та запах залежить від хімічного складу речовини. Внаслідок нагрівання бурштину відчувається легкий тонкий аромат живиці, пластмаси ж виділяють різкі хімічні запахи, наприклад, галаліт має характерний запах горілого молока, а складні поліефіри мають квітковий синтетичний запах. Запахи всіх синтетичних заміників відрізняються від запаху природного бурштину.

Дослідження реакції поверхні на розчинники свідчить, що більшість штучних заміників не реагують на розчинник (очищений ацетон).

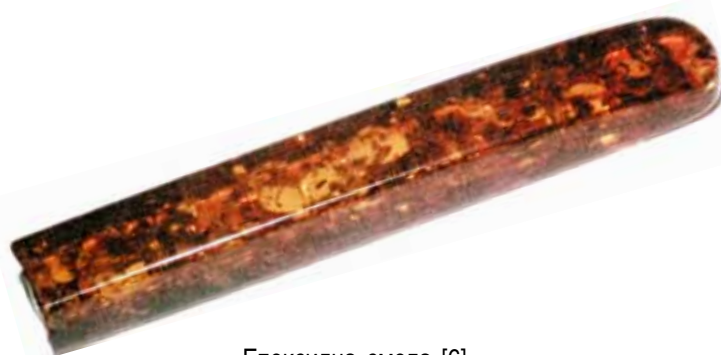
Необхідно підкреслити, що всі синтетичні замітники, які використовують для імітації бурштину, добре ідентифікуються методом ІЧ-спектроскопії і мають характерні спектри [6].

Композиційні матеріали із суміші невеликих зерен бурштину зі штучними смолами зустрічаються під назвою «поліберн», «берніт». Зазвичай, як і бурштин пресований з додаванням пластику, використовуються для виготовлення дешевих виробів, сувенірів, плитки тощо. Перспективним методом для виявлення більш високоякісних імітацій з суміші бурштину (сукциніту), копалу та синтетичних матеріалів є метод хімічного інфрачервоного картування за допомогою мікроскопа Nicolet iN10 MX FT-IR (Thermo Scientific) [17].

Висновок

Огляд ринку імітацій бурштину свідчить, що для виготовлення якісних заміників здебільшого використовують природний матеріал – копал, водночас для більш дешевого сегмента використовують синтетичні замітники. Постійно підвищується якість синтетичних імітацій, зовні вони стають все більше схожими на вироби з природного бурштину. Так, на деяких сайтах вже пропонують «кульки з бурштинового пластику», які під час гемологічної експертизи здебільшого виявляються виробами з поліестрів. У подальшому експерти прогнозують появу виробів із суміші бурштину і синтетичних матеріалів, однак сучасні методи гемологічних досліджень дають можливість їх ідентифікувати. Проте найперспективнішим напрямом розширення ринку є виготовлення якісного пресованого бурштину, а не природних або синтетичних імітацій.

Отже, бурштин чи імітація – звичайно, бурштин!



Епоксидна смола [6]



Целулоїд [6]



Галаліт [6]



Новолак (фото Беліченко О.)



Резолан [6]



Полістирол [6]



Поліестер (фото Беліченко О.)

Використані джерела

1. Полякова И.А. О лягушке и ящерице в янтаре: «прусская тема» в натурфилософии и поэзии XVI века. *Янтарь и его имитации: материалы междунар. науч.-практ. конф.* (Калиниград, 27 июля 2013). Калининград, 2013. С. 101–110.
2. Пелиньская А., Щепаняк К. Имитации янтаря и фальсификаты органических инклюзов в янтаре из нескольких музейных коллекций. *Янтарь и его имитации: материалы междунар. науч.-практ. конф.* (Калиниград, 27 июля 2013). Калининград, 2013. С. 64–70.
3. Беліченко О.П., Ладжун Ю.І., Татарінцева К.В. Атестація та експертна оцінка дорогоцінного каміння органогенного походження. Бурштин: навч. посіб. Част. 2. Київ: ДГЦУ, 2017. 20 с.
4. Беліченко О.П. Природні та штучні замітники бурштину на ринку ювелірних каменів України. *Коштовне та декоративне каміння*. 2013. №3 (73). С. 4–7.
5. Matuszewska A. Bursztyn (sukcynit), inne żywice kopalne, subfossylne I wspolczesne. Katowice, 2010. 234 s.
6. Kosmowska-Ceranowicz B. Vavra N. ATLAS Infrared Spectra of the World's Resins / Holotype Characteristics. Widma IR żywic świata. Charakterystyka ich holotypów. Warszawa, 2015. PAN Muzeum Ziemi w Warszawie. 280 p.
7. Беліченко О.П. Глесит – «індонезійський бурштин». *Коштовне та декоративне каміння*. 2015. № 3 (81). С. 16–19.
8. Беліченко О.П. Високі смоли світу. Група руменіту. *Коштовне та декоративне каміння*. 2018. №1-2 (91-92). С. 4-9.
9. Беліченко О.П. Високі смоли світу. *Коштовне та декоративне каміння*. 2012. № 1 (67). С. 4–9.
10. Corday A., Dittrich Y. Amber – The Caribbean Approach // *InColor*. Fall/Winter, 2009. 12. P. 16–20.
11. Gierłowska G. Guide to Amber Imitations. Gdansk, 2003, 22 p.
12. Kosmowska-Ceranowicz B. Amber forgeries – copal and artificial resin. *Bursztyn. Poglady, opinie* : Materialy z seminariow Amberif 1994–2004. Warszawa, 2005. S. 86–92.
13. Bursztyn i jego imitacje: kat. / Warszawa, 2013–2014. 52 s.
14. Матушевская А. Натуральные и искусственные смолы - некоторые аспекты структуры и свойств. *Янтарь и его имитации: материалы междунар. науч.-практ. конф.* (Калиниград, 27 июля 2013). Калининград, 2013. С. 7–20.
15. Вагнер-Высецкая Э. Имитации янтаря глазами химика. *Янтарь и его имитации: материалы междунар. науч.-практ. конф.* (Калиниград, 27 июля 2013). Калининград, 2013. С. 29–34.
16. Герловская Г. Имитации янтаря в коллекции Габриэллы Герловской. *Янтарь и его имитации: материалы междунар. науч.-практ. конф.* (Калиниград, 27 июля 2013). Калининград, 2013. С. 71–76.
17. Софиньская-Хмель В., Комоса З., Мендык Э. Химическое картирование в изучении имитаций из янтаря. *Янтарь и его имитации: материалы междунар. науч.-практ. конф.* (Калиниград, 27 июля 2013). Калининград, 2013. С. 24–28.

References

1. Polyakova I. A. A frog and a lizard in amber: «Prussian themes» in natural philosophy and poetry of 16th century. Amber and its imitations: proceeding of the International Scientific and Practical Conference. (Kaliningrad, 27 June 2013). Kaliningrad, 2013. P. 101-110.
2. Pielinska A., Szczepaniak K. Amber imitations and counterfeit products of organic inclusions in amber from several museum collections. Amber and its imitations: proceeding of the International Scientific and Practical Conference. (Kaliningrad, 27 June 2013). Kaliningrad, 2013. P. 64-70.
3. Belichenko O., Ladzhun Y., Tatarintseva K. Certification and expert assessment of organogenic precious stones. Amber : tutorial. Part 2. Kyiv, 2017, 20 p.
4. Belichenko O. Natural and artificial amber substitutes on the jewelry market of Ukraine. *Precious and decorative stones*. №3 (73). 2013. С. 4-7
5. Matuszewska A. Bursztyn (sukcynit), inne żywice kopalne, subfossilne i współczesne. Katowice, 2010. 234 s.
6. Kosmowska-Ceranowicz B. Vavra N. ATLAS Infrared Spectra of the World's Resins / Holotype Characteristics. *Widma IR żywic świata. Charakterystyka ich holotypów*. Warszawa, 2015. PAN Muzeum Ziemi w Warszawie. 280 p.
7. Belichenko O. Glessite – «Indonesian amber». *Precious and decorative stones*. 2015. № 3 (81). С. 16–19.
8. Belichenko O. Fossil resins of the world. Rumanite group. *Precious and decorative stones*. 2018. №1-2 (91-92). с. 4-9.
9. Belichenko O. Fossil resins of the world. *Precious and decorative stones*. № 1 (67). 2012. С.4–9.
10. Corday A., Dittrich Y. Amber – The Caribbean Approach . *InColor*. Fall/Winter 2009. 12. P. 16–20.
11. Gierlowska G. Guide to Amber Imitations. Gdansk, 2003. 22 p.
12. Kosmowska-Ceranowicz B. Amber forgeries – copal and artificial resin. *Bursztyn. Poglady, opinie: materialy z seminariow Amberif 1994-2004*. – Warszawa, 2005. – S. 86–92.
13. Bursztyn i jego imitacje: kat. / Warszawa. 2013–2014. 52 s.
14. Matuszewska A. Natural and artificial resins – chosen aspects of structure and properties. *Amber and its imitations: proceeding of the International Scientific and Practical Conference*. (Kaliningrad, 27 June 2013). Kaliningrad, 2013. P. 7-23.
15. Wagner-Wysiecka E. Amber imitations through the eyes of a chemist. *Amber and its imitations: proceeding of the International Scientific and Practical Conference*. (Kaliningrad, 27 June 2013). Kaliningrad, 2013. P. 29-34.
16. Gierlowska G. Amber imitations in the collection of Gabriela Gierlowska. *Amber and its imitations: proceeding of the International Scientific and Practical Conference*. (Kaliningrad, 27 June 2013). Kaliningrad, 2013. P. 71-76.
17. Sofinska-Chmiel W., Komosa Z., Mendyk E. Chemical mapping in examination of amber imitations. *Amber and its imitations: proceeding of the International Scientific and Practical Conference*. (Kaliningrad, 27 June 2013). Kaliningrad, 2013. P. 24-28.

УДК 549.892+691.17

Е.П. Беличенко, кандидат геологических наук
руководитель отдела экспертизы драгоценного камня,
эксперт International Amber Association
E-mail: lbgems@gmail.com, bel@gems.org.ua

Государственный геммологический центр Украины
ул. Дегтяревская, 38– 44, г. Киев, 04119, Украина

А.А. Турова, кандидат химических наук, коммерческий директор
компании "Уорд Эмбер Украина"
E-mail: annaturova@ukr.net

ООО «УЕУ», оф. 111, ул. О. Телиги, 6, г. Киев, 04112, Украина

Янтарь или имитация?

В статье описаны основные виды природных и синтетических имитаций янтаря (сукцинита), приведена их классификация, характерные особенности, геммологические характеристики и методы диагностики.

Ключевые слова: янтарь, копал, имитации.

UDC 549.892+691.17

O. Belichenko, PhD (Geol.)
Head of the Department of Examination of Precious Stones,
expert of the International Amber Association
E-mail: lbgems@gmail.com, bel@gems.org.ua

State Gemmological Centre of Ukraine
38– 44 Deghtyarivska Str., Kyiv, 04119, Ukraine

A. Turova, PhD, Chief Sales Officer of the LLC World Amber Ukraine
E-mail: annaturova@ukr.net

LLC World Amber Ukraine
111 off., 6 Oleny Telegi Str., Kyiv, 04112, Ukraine

Amber or imitation?

Main types of natural and synthetic amber (succinite) imitations are described in the article and their classification, characteristics, gemological features and diagnostic methods are given as well.

Key words: amber, copal, imitations.