

Державний гемологічний центр України  
Інженерно-виробничий центр «Алкон» НАН України  
ННІ «Інститут геології» Київського національного університету ім. Тараса Шевченка  
Київський національний університет будівництва і архітектури  
НТУ «Дніпровська політехніка»  
Брестський державний університет ім. О. С. Пушкіна (Білорусь)  
ІЧЕ – Агентство зовнішньої торгівлі Італії (Італія)  
Internazionale marmi e macchine Carrara S.p.a. (Італія)

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ**  
**МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**  
**«СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИДОБУТКУ, ОБРОБКИ І**  
**ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНОГО КАМІНЯ»**

**07–08 листопада 2019 року**

**м. Київ, Україна**

---

State gemological centre of Ukraine  
Engineering and production center "Alcon" NAS Ukraine  
Institute of geology of Taras Shevchenko national university of Kyiv  
Kyiv national university of construction and architecture  
Dnipro polytechnic university  
Brest state university named after A.S. Pushkin (Belarus)  
ITA – Italian Trade Agency (Italia)  
Internazionale marmi e macchine Carrara S.p.a. (Italia)

**MATERIALS**  
**INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE**  
**«MODERN TECHNOLOGIES AND FEATURES OF QUARRYING,**  
**PROCESSING AND USE OF NATURAL STONE»**

**07–08 November 2019**

**Kyiv, Ukraine**

**УДК 330: 336: 539: 546: 549: 550: 551: 552: 553: 56: 563: 622: 628: 658 : 671: 739**  
**ББК 26.3:79.0:30.609**

Рекомендовано до друку Науково-технічною радою Державного гемологічного центру України (протокол № 24 від 01 листопада 2019 р.)

**Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та особливості видобутку, обробки і використання природного каміння». Київ, 2019. 57 с.**

У збірнику представлено тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та особливості видобутку, обробки і використання природного каміння» (07–08.11.2019, м. Київ), які висвітлюють результати наукових і науково-практичних досліджень із гемології і мінералогії, геології родовищ природного каміння, видобування, обробки, давнього і сучасного використання коштовного та декоративного каміння, технологій, обладнання, методологій і навчання у даній сфері.

Матеріали подано в авторській редакції. Автори опублікованих матеріалів несуть повну відповідальність за підбір, точність наведених фактів, власних імен, цитат, галузевої термінології, статистичних даних та інших відомостей.

**Редакційна колегія:**

**В.А. Михайлов**, проф., док. геол. наук; **В.І. Сідорко**, док. техн. наук; **В.А. Нестеровський**, проф., док. геол. наук; **П.В. Захарченко**, професор, канд. техн. наук; **О.Л. Гелета**, канд. геол. наук; **В.В. Пегловський**, канд. техн. наук

Відповідальний за випуск: **О.Л. Гелета**, канд. геол. наук

© Автори публікацій, 2019  
© Державний гемологічний центр України, 2019

**UDC 330: 336: 539: 546: 549: 550: 551: 552: 553: 56: 563: 622: 628: 658: 671: 739**  
**BBK 26.3:79.0:30.609**

Recommended for publication by the Scientific and Technical Council of the State Gemological Center of Ukraine (Minutes No. 24 of 01 November 2019)

**Materials of the International scientific-practical conference "Modern technologies and features of extraction, processing and use of natural stones". Kyiv, 2019. 57 p.**

The abstract of the International Scientific and Practical Conference "Modern technologies and features of extraction, processing and use of natural stones" (07–08.11.2019, Kyiv), which covers the results of scientific and practical research in hemology and mineralogy, geology, is presented in the collection natural stone fields, mining, processing, ancient and modern use of precious and ornamental stones, technologies, equipment, methodologies and training in this field.

Submitted by the author. The authors of the published materials are solely responsible for the selection, accuracy of the given facts, proper names, quotes, industry terminology, statistics and other information.

**Editors:**

**V. Mikhailov**, Dr. geol. science; **V. Sidorko**, Dr. techn. science; **V. Nesterovskiy**, Dr. geol. science; **P. Zaharchenko**, PhD. techn. science; **O. Geleta**, PhD. geol. science; **V. Pehlovskyy**, PhD. techn. science

Issue responsible: Oleg Geleta, PhD. geol. science

© Authors of publications, 2019  
© State Gemological Center of Ukraine, 2019

## ЗМІСТ

<b>Шевченко С. В.</b> Порівняльна характеристика деяких різновидів гранатів .....	5
<b>Гасвський Ю. Д., Смелянов І. О.</b> Дослідження дволикого силіманіту .....	6
<b>Гасвський Ю. Д., Смелянов І. О.</b> Дослідження червоного синтетичного діаманту .....	8
<b>Бєлєвцев О. Р., Смелянов І. О., Грущинська О. В., Андрєєв О. О., Ковтун О. В.</b> Методичні аспекти прецизійного визначення вмісту елементів-домішок у складі дорогоцінного та напівдорогоцінного каміння методом РФА .....	10
<b>Татарінцева К. В.</b> Гемологічне дослідження коралів та їх імітацій на українському ювелірному ринку .....	12
<b>Нестеровський В. А., Триколенко С. Т.</b> Сучасні корали та їх роль в українській культурній традиції .....	14
<b>Баранов П. М., Жук Б. М., Руденка І. О.</b> Особливості судової експертизи перлів .....	18
<b>Журухіна О. Ю.</b> Кам'яні вставки у прикраси (за археологічними джерелами X – XIII ст. Києва) .....	19
<b>Нестеровський В. А., Дрозд Т. І.</b> Коштовне каміння та літотерапія .....	22
<b>Фоміна О. В., Борняк У. І., Кочубей В. В.</b> Морфологія та речовинний склад новоутворень на алебастровій хрестильниці (з фондів Підгорецького замку) .....	24
<b>Луїс Дж., Гулій В. М., Борняк У. І., Степанов В. Б.</b> Алебастр Арагони: славне монументальне минуле, чарівне сьогодення і прекрасне май .....	27
<b>Деревська К. І., Коженевський С. Р., Ісаєв С. Д., Нестеровський В. А., Руденко К. В.</b> Овруцький кварцит як особливий будівельний матеріал церковних споруд Києва X-XII ст. ....	31
<b>Гелета О. Л., Горобчишин О. В.</b> Гемолого-товарознавча характеристика декоративних різновидів мармуру на ринку України .....	34
<b>Гелета О. Л., Стич О. І., Ляшок В. І., Ткаленко А. М.</b> Дослідження стійкості до хімічного вивітрювання лабрадоритів Коростенського плутону УЩ .....	38
<b>Озерко В. М., Курило М. М.</b> Вплив параметрів кондицій для підрахунку запасів на рентабельність розробки родовищ декоративного каміння .....	40
<b>Пащенко Є. Ю.</b> Геологічний матеріал в урбаністичному просторі , як навчальний і туристичний об'єкт на прикладі Оболонської набережної м. Києва .....	42
<b>Пилипенко Д. О.</b> Підготовчі роботи до експертизи на прикладі черепа волохатого носорога .....	44
<b>Космачова М. В., Колосова І. В.</b> Кольорове каміння в експозиції музею природи харківського національного університету Імені в. Н. Каразіна і можливості його використання для підготовки гемологів .....	48
<b>Грущинська О. В., Стич О. І., Максютя О. В.</b> Запровадження дистанційної форми навчання з гемології у Державному гемологічному центрі України .....	51
<b>Онанко А. П., Чарний Д. В., Онанко Ю. А., Куліш М. П., Дмитренко О. П., Пінчук-Ругаль Т. М., Александров М. А., Шабатура О. В., Хоменко Р. В., Попов С. А.</b> Особливості тріщиноутворення, механічних властивостей природного каміння, цеоліту, пінополістиролу .....	52

## CONTENS

<b>Shevchenko S.</b> Comparative characteristics of some varieties of garnets .....	5
<b>Gaievskiy U., Emelianov I.</b> Properties of sillimanaite .....	6
<b>Gaievskiy U., Emelianov I.</b> Properties of synthetic diamond .....	8
<b>Belevtsev O., Gruchshynska O., Iemelianov I., Andreiev O., Kovtun O.</b> Precision XRF analysis of indicator trace-elements in gemstones: methodical aspects .....	10
<b>Tatarintseva K.</b> The research of corals and their imitations of the ukrainian jewelry market .....	12
<b>Nesterovskiy V., Trykolenko S.</b> Modern corals and their role in the Ukrainian cultural tradition .....	14
<b>Baranov P., Zhuk B., Rudenka I.</b> Features of forensic examination of pearl .....	18
<b>Zhurukhina O.</b> Stone inserts in jewelry (according to archaeological sources of the 10 <sup>th</sup> - 13 <sup>th</sup> centuries from Kyiv) .....	19
<b>Nesterovskiy V., Drozd T.</b> The precious stones and lithotherapy .....	22
<b>Fomina O., Bornyak U., Kochubei V.</b> Morphology and the real composition of tumors on the alabaster baptistry (from the foundations of Pidhirtsi castle) .....	24
<b>Luis J., Guliy V., Borniak U., Stepanov V.</b> Alabaster of Aragona: monumental glorious past, the wonderful presesent and the fine future .....	27
<b>Derevska K., Kozenevskyy S., Isaev S., Nesterovskiy V., Rudenko K.</b> The Ovruch quartzite - a special building material of Kiev church buildings in X-XII cc. ....	31
<b>Geleta O., Gorobchyshyn O.</b> Gemmologic and commodity characteristics of decorative various marbles on the Ukrainian market .....	34
<b>Geleta O., Stych O., Liashok V., Tkalenko A.</b> Research of chemical weather resistance labradorites of Korostensky pluton of the Ukrainian shield .....	38
<b>Ozerko V., Kurylo M.</b> Influence of condition parameters for the calculation of reserves on the profitability of development of decorative stone deposits .....	40
<b>Paschenko E.</b> Geological material in urban space as an educational and tourist object on the example of the Obolon embankment of Kyiv .....	42
<b>Pylypenko D.</b> Preparation for expertise on the example of woolly rhinoceros coelodonta antiquitatis skull .....	44
<b>Kosmachova M., Kolosova I.</b> Gemstones in the exhibition of the natural history museum of v. N. Karazin kharkiv national univercity and possibility of them use for training gemmologists .....	48
<b>Grushchynska O., Stych O., Maksiuta O.</b> Gemological distance course's establishment in State Gemmological Centre of Ukraine .....	51
<b>Onanko A., Charnyi D., Onanko Y., Kulish M., Dmitrenko O., Pinchuk-Rugal T., Aleksandrov M., Shabatura O., Homenko R., Popov S.</b> Peculiarity of cracks creation, mechanical properties of natural rocks, zeolite, porous polystyrene .....	52

УДК 549.091.5

## ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЯКИХ РІЗНОВИДІВ ГРАНАТІВ COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF SOME VARIETIES OF GARNETS

**Шевченко Сергій Вікторович**, кандидат геологічних наук, завідувач кафедри загальної та структурної геології<sup>1</sup>,  
ORCID 0000-0003-3994-1927, [shevchsergey@gmail.com](mailto:shevchsergey@gmail.com)  
**Смєлова Валерія Євгеніївна**, студентка<sup>1</sup>, [lera1999823@gmail.com](mailto:lera1999823@gmail.com)

<sup>1</sup>Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», пр. Д. Яворницького, 19, м. Дніпро, Україна

*Serhii Shevchenko*, PhD in geology, Head of Department of General and Structural Geology<sup>1</sup>, ORCID 0000-0003-3994-1927,  
[shevchsergey@gmail.com](mailto:shevchsergey@gmail.com),

*Valeriya Smyelova*, student<sup>1</sup>, [lera1999823@gmail.com](mailto:lera1999823@gmail.com)

<sup>1</sup>Dnipro Polytechnic University, D. Yavornytskyu ave., 19, Dnipro, Ukraine

**Анотація.** Проведено порівняння результатів вивчення основних різновидів гранатів на РФА-спектрометрі та гемологічних спостережень за допомогою неодимового магніту і фільтру Челсі. Надано практичні рекомендації за ключовими діагностичними ознаками.

**Ключові слова:** дорогоцінне каміння, діагностика, РФА, неодимовий магніт, магнітна сприйнятливість, фільтр Челсі.

### *Актуальність*

У попередніх публікаціях нами було проаналізовано можливості використання фільтру Челсі і неодимового магніту для діагностики дорогоцінного каміння, в тому числі деяких різновидів гранатів.

Виконувана робота проводиться з метою дослідження більшості відомих на ринку торгових марок гранатів за допомогою рентген-флюоресцентного аналізу та порівняння цих результатів з даними інших гемологічних спостережень.

### *Основні результати*

Різнозабарвлені відміни гранатів традиційно користуються попитом серед покупців дорогоцінного каміння. Кількість їх торгових назв вже наближається до

Слід відзначити, що база даних GIA, як і впливає з мети її створення, дійсно служить додатковим ресурсом для порівняння даних РФА деяких видів дорогоцінного каміння, гранатів зокрема.

Далі нами було проведено порівняння спостережень у фільтрі Челсі (ФЧ) та за допомогою неодимового магніту і результатів РФА.

Висока магнітна сприйнятливість (тягнуться за неодимовим магнітом) більшості кольорових різновидів гранатів пояснюється наявністю в їх складі значної кількості іонів Fe: понад 44% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в альмандині і родоліті, понад 28% у демантоїді, та понад 6 % у гранаті Малі, при цьому демантоїд буквально прилипає до неодимового магніту (ключова діагностична ознака, яку досить просто виявити). Разом з тим подібну ж реакцію (тягнуться за неодимовим магнітом) демонструють Mn-вмісні гранати: гранат Малайя (понад 7% MnO і понад 3% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) і гранат з ефектом зміни кольору (понад 17% MnO і понад 1% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), а також спесартин (понад 29% MnO і понад 7% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), який теж, як і демантоїд, буквально прилипає до магніту.

**Abstract.** The results of the study of the main varieties of garnets on XRF spectrometer and gemmologic observations using a neodymium magnet and a Chelsea filter were compared. Practical recommendations on key diagnostic features are provided.

**Keywords:** gemstones, diagnostics, XRF, neodymium magnet, magnetic susceptibility, Chelsea filter.

двох десятків. Серед них є як давно відомі фахівцям альмандин, спесартин, grosular, tsavorite, демантоїд тощо, так і ті, що з'явилися відносно недавно – гранат Малі, гранат Малайя, гранати зі зміною кольорів.

Нами було досліджено 10 різновидів гранатів, у тому числі за допомогою рентген-флюоресцентного аналізу (РФА-спектрометр «ElvaX plus», аналітик – Солдатенко Є.В., канд. геол. наук). Деякі результати досліджень представлено у таблиці.

Для перевірки коректності отриманих результатів було проведено порівняння з результатами РФА, розміщеними у базі даних GIA на відповідному сайті [1]. Більшість порівнюваних гранатів має аналогічну країну походження, а гранати зі зміною кольорів навіть демонструють однаковий кольоровий реверс [2].

Гранат Малі і гранат Малайя демонструють слабку зміну кольорів під різними джерелами світла. Більш сильний ефект можна спостерігати у граната з відповідною назвою, до складу якого входять іони багатьох елементів-хромофорів.

При цьому альмандин, родоліт і grosular жодних змін у кольорі під ФЧ не виявляють, зелені tsavorite і демантоїд демонструють забарвлення від блідо-рожевого до стійкого рожевого, решта гранатів – як кальцієвих, так і алюмінієвих – демонструють відтінки червоного, зокрема гранат Малайя і гранат зі зміною кольорів мають найбільш яскраве червоне забарвлення у ФЧ, що теж може слугувати додатковою діагностичною ознакою.

### *Висновок*

Наявність домішок певних хімічних елементів, таких як Cr, Mn, V, Ti тощо викликає як зміну кольорів гранатів у різних джерелах світла, так і зміну або посилення певної кольорової гами при спостереженні у ФЧ. Наявність високого вмісту Fe та Mn, яку можна виявити за допомогою неодимового магніту, разом зі спостереженнями у ФЧ слугує додатковим джерелом

№	Назва, країна	Природний колір	Зміна кольору	Показник світлоза-ломлення	Колір у фільтрі Челсі	Магнітна сприйнят-ливість	Хімічний склад, %
1	Альмандин, невідома	Червоний	–	1,759	Не змінюється	Тягнеться за магнітом	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 44,1; CaO 6,46 MgO 1,88; MnO 0,9
2	Гросуляр, кристал, невідома	Зелений	–	1,74	Не змінюється	Не тягнеться за магнітом	CaO 49,5; Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 9,68 TiO <sub>2</sub> 0,52; MnO 0,24
3	Родоліт, Мозамбик	Фіолетовий	–	1,768	Не змінюється	Тягнеться за магнітом	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 44,75; CaO 1,22 MnO 0,69; NiO 0,25 TiO <sub>2</sub> 0,16
4	Гранат Малі, Малі	Жовто-коричневий	У жовтому світлі – золотистий	1,775	Темно-червоний	Тягнеться за магнітом	CaO 36,96; Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 6,55 TiO <sub>2</sub> 0,73; MnO 0,08
5	Гранат Малайя, Танзанія	Рожевий	У білому світлі - з персиковим відтінком	1,75	Яскраво-червоний	Тягнеться за магнітом	MgO 20,64 ; MnO 7,58 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 3,54; CaO 2,11 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,09
6	Гесоніт, Шрі-Ланка	Коричнево-помаранчевий	У білому світлі – коричневий з зеленим	1,749	Червоний	Флоатаційний метод – притягується	CaO 43,81; Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2,7 TiO <sub>2</sub> 0,14; MnO 0,13
7	Тсаворит, Кенія	Зелений	–	1,731	Блідо-блідо-рожевий	Флоатаційний метод – притягується	CaO 44,2; MnO 0,45 V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0,44; TiO <sub>2</sub> 0,26 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,12; Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,11
8	Гранат з ефектом зміни кольору, Танзанія	Зелено-коричневий	У білому світлі зелений. У жовтому – коричневий	1,776	Яскраво-червоний	Тягнеться за магнітом	MnO 17,1; MgO 8,65 CaO 3,6; Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 1,6 V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0,46; Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,08
9	Гранат-спесартин, невідома	Яскраво-коричневий	–	> 1,78	Червоний	Прилипає до магніту	MnO 29,8; Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 7,75
10	Демантоїд Росія	Зелений с жовтим	–	> 1,78	Рожевий	Прилипає до магніту	CaO 37,5; Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 28,5 TiO <sub>3</sub> 0,21; Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ? V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ?

інформації для експерта, особливо за відсутності РФА-спектрометра.

Список використаних джерел

GIA Gem Project Garnet: [Електронний ресурс] – Режим доступу <https://www.gia.edu/gia-gem-project-garnet>

Z. Sun, A. C. Palke, N. Renfro. Vanadium and Chromium-Bearing Pink Pyrope Garnet: Characterization and Quantitative Colorimetric Analysis // *Gems&Gemology*, Winter 2015: [Електронний ресурс] – Режим доступу <https://www.gia.edu/gems-gemology/winter-2015-vanadium-chromium-bearing-pink-pyrope-garnet-characterization-quantitative-colorimetric-analysis>

УДК 549.091.3: 549.091.4: 549.091.5: 549.091.7

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДВОЛИКОГО СИЛІМАНІТУ PROPERTIES OF SILLIMANAITE

**Гасвський Юрій Дмитрович**, головний фахівець відділу експертизи дорогоцінного каміння<sup>1</sup>, +38 044 492-9321, [gud@gems.org.ua](mailto:gud@gems.org.ua)

**Ємельянов Ігор Олександрович**, головний фахівець науково-дослідної лабораторії<sup>1</sup>, +38 044 492-9323, [i.emelianov@gems.org.ua](mailto:i.emelianov@gems.org.ua)

<sup>1</sup>Державний гемологічний центр України, 04119, вул. Дегтярівська 38-44, м. Київ, Україна

*Yuriy Gaievskiy*, chief specialist of the Department of Examination of Precious Stones, +38 044 492-9321, [gud@gems.org.ua](mailto:gud@gems.org.ua)

*Igor Yemelyanov*, chief specialist of the research laboratory, +38 044 492-9323, [i.emelianov@gems.org.ua](mailto:i.emelianov@gems.org.ua)

<sup>1</sup>State Gemmological Centre of Ukraine, 38-44 Deghtyarivska Str., Kyiv, 04119, Ukraine

**Анотація.** Проведені дослідження гемологічних властивостей, хімічних і фізичних діагностичних характеристик двох різновидів силіманіту.

**Ключові слова:** гемологічні властивості, хімічні та

фізичні характеристики, силіманіт.

**Abstract.** Gemological properties, chemical and physical diagnostic features of sillimanite have been studied.

**Keywords:** gemmological properties, chemical and physical

*characteristics, sillimanite.*

В гемологічній лабораторії ДГЦУ було проведено дослідження мінералу, який рідко або під іншою назвою зустрічається на ювелірному ринку України у вигляді огранованих вставок – силіманіту. Необхідно відмітити, що силіманіт практично не зустрічається в ювелірних виробках за своєю назвою, проте досить широко використовується як замітник інших, більш дорогих, дорогоцінних каменів.

Мета роботи – дослідження гемологічних властивостей, хімічних і фізичних діагностичних характеристик.

Визначення діагностичних гемологічних характеристик проводилося за допомогою стандартного гемологічного обладнання.

Дослідження методом РФА проводилося відповідно до «Методики діагностики дорогоцінного каміння та його заміників методом рентгенофлуоресцентного аналізу». Вимірювання проводилися у лабораторних умовах за допомогою спектрометра енергій рентгенівського випромінювання "SER-01" моделі "ElvaX-Light" (далі – спектрометр ElvaX) з інтервалом досліджень від Na до U [1].

Для мікроскопічних досліджень використовувався гемологічний мікроскоп Gemmaster L 230V.

Було вивчено два зразка силіманіту:

- вставка червоного кольору, яка продавалася під назвою «рубін», масою 2,88 ct – силіманіт 1;
- вставка коричневого кольору з оптичним ефектом «котяче око», яка продавалася як «котяче око» без назви мінералу, масою 1,15 ct – силіманіт 2.

Обидва камені непрозорі (рис. 1, рис. 2), країна походження не визначена. При вивченні за допомогою мікроскопу у кожному із силіманітів добре видно велику кількість дуже витягнутих включень.



Рис. 1. Силіманіт 1, збільшення x16



Рис. 2. Силіманіт 2, збільшення x22

Загальні характеристики силіманіту 1:

Група мінералів – група алюмосилікатів.

Назва мінералу – силіманіт.

Походження – природний.

Облагородження – фарбування.

Класифікаційні характеристики:

Форма ограновування – овал.

Маса (ct) – 2,88.

Колір – фіолетово-рожевий.

Гемологічні характеристики:

Показник заломлення – 1,51–1,71.

Двозаломлення – 0,02.

Оптичний характер – анізотропний, 2+.

Густина – 3,22 г/см<sup>3</sup>.

Плеохроїзм – помірний.

Характер флуоресценції:

довжина хвилі 365 нм – помірна; колір : рожевий.

довжина хвилі 254 нм – помірна, слабка; колір : рожевий, оранжевий.

Присутня плямистість забарвлення.

Загальні характеристики силіманіту 2:

Група мінералів – група алюмосилікатів.

Походження – природний.

Оптичні ефекти – «котяче око».

Класифікаційні характеристики:

Тип/форма огранування каменя – кабошон/круг.

Маса (ct) – 1,15.

Колір – темно-коричнево-сірий.

Гемологічні характеристики:

Оптичний характер – анізотропний, 2.

Показник заломлення – 1,57–1,77.

Двозаломлення – 0,02.

Густина – 3,27 г/см<sup>3</sup>.

Плеохроїзм – помірний.

Характер флуоресценції:

довжина хвилі 365 нм – відсутня;

довжина хвилі 254 нм – відсутня.

При мікроскопічному дослідженні у силіманіті 1 було виявлено чисельні довгі блискучі вигнуті включення. За складом ці включення також є силіманітом, який кристалізувався раніше материнського кристалу та при трохи нижчій температурі [2]. Також у цьому камені спостерігаються не рівномірна плямиста забарвленість рожевого кольору, що створюється штучно, шляхом фарбування по тріщинам [3, 4]. Таке облагородження має на меті створити з силіманіту імітацію більш цінного дорогоцінного каменя - рубіну.

При мікроскопічному дослідженні у силіманіті 2 було виявлено чисельні взаємопаралельні тонковолокнисті включення. Встановлено [5], що за складом ці включення відповідають мінералу ільменіту, який залягає у площинах спайності силіманіту. Завдяки цим включенням у камені присутній ефект «кошачого ока», який добре видно при підсвічуванні будь якою лампою.

Хімічний склад, визначений за результатами кількісного рентген-флуоресцентного аналізу, наведено в таблиці 1, що відповідає даним, наведеним на сайті [www.webmineral.com](http://www.webmineral.com) [5].

Таким чином, при дослідженні у ДГЦУ двох зовні не схожих вставок, було встановлено, що обидві

представлені мінералом силіманіт: перша – це силіманіт штучно фарбований, який імітує за кольором рубін, друга – силіманіт ювелірної якості з ефектом «кошачого ока».

Таблиця 1 – Хімічний склад силіманіту 1 і силіманіту 2 (мас. %)

Елемент	Концентрація у силіманіті 1	Концентрація у силіманіті 2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	62,93	63,19
SiO <sub>2</sub>	36,42	36,73
TiO <sub>2</sub>	0,13	-
FeO заг	0,50	0,07
ZrO <sub>2</sub>	0,03	-

Список використаних джерел

- Методика діагностики дорогоцінного каміння та його заміників методом рентгенофлуоресцентного аналізу / Київ . – ДГЦУ. - 2013. – 37 с.  
[www.gemologyonline.com](http://www.gemologyonline.com)  
Singbamroong S. Fibrolite (sillimanite) dyed and impregnated to imitate ruby. 2005 G&G, Vol. 41, No. 3, p. 274.  
Hainschwang T. Dyed sillimanite as an emerald imitation 2009 G&G, Vol. 45, No.4 , p. 308-309.  
Gübelin E.J., Weibel M, Woensdregt C.P. SOME UNUSUAL SILLIMANITE CAT'S-EYES 1986 G&G, Vol., No., p. 96-98.  
[www.webmineral.com](http://www.webmineral.com).

УДК 549.091: 549.086

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЧЕРВОНОГО СИНТЕТИЧНОГО ДІАМАНТУ PROPERTIES OF SYNTHETIC DIAMOND

**Гасвський Юрій Дмитрович**, головний фахівець відділу експертизи дорогоцінного каміння<sup>1</sup>, +38 044 492-9321, [gud@gems.org.ua](mailto:gud@gems.org.ua)  
**Ємельянов Ігор Олександрович**, головний фахівець науково-дослідної лабораторії<sup>1</sup>, +38 044 492-9323, [i.emelianov@gems.org.ua](mailto:i.emelianov@gems.org.ua)

<sup>1</sup>Державний гемологічний центр України, 04119, вул. Дегтярівська 38-44, м. Київ, Україна

*Yuriy Gaievskiy, chief specialist of the Department of Examination of Precious Stones, +38 044 492-9321, [gud@gems.org.ua](mailto:gud@gems.org.ua)*  
*Igor Yemelyanov, chief specialist of the research laboratory, +38 044 492-9323, [i.emelianov@gems.org.ua](mailto:i.emelianov@gems.org.ua)*

<sup>1</sup>State Gemmological Centre of Ukraine, 38-44 Deghtyarivska Str., Kyiv, 04119, Ukraine

**Анотація.** Наведено результати гемологічних досліджень синтетичного діаманту незвичного червоного кольору. Встановлені основні гемологічні характеристики, проведено мікроскопічне вивчення внутрішніх включень, дослідження методом ІЧ-Фур'є спектроскопії, проаналізовано особливості структур росту досліджуваного зразку в УФ – світлі за допомогою приладу "DiamondView™"

Встановлено, що діамант синтезовано методом CVD та обнароджено за допомогою методів LPHT та радіаційного опромінення.

**Ключові слова:** синтетичний діамант, CVD діамант, комплексні гемологічні дослідження, УФ дослідження, мікроскопія, ІЧ-Фур'є спектроскопія.

**Abstract.** The results of gemological studies of unusual red color synthetic diamond are given. Main gemological characteristics were determined, microscopic study of the internal inclusions was carried out, IR-Fourier spectroscopy study was conducted as well as differences of growth patterns of the sample in UV light were analyzed with the help of the "DiamondView™" instrument. As a result it was clarified that the stone is a laboratory grown diamond which was synthesized by CVD method. Furthermore, the IR Fourier

spectroscopy use helped to conclude that the stone has been treated by LPHT method and radiation.

**Keywords:** synthetic diamond, CVD diamond, complex gemological studies, UV studies, microscopy, IR Fourier spectroscopy.

Характерною особливістю ювелірного ринку в останні роки є зменшення природних діамантів високої якості. Натомість, завдяки технічному прогресу в сфері виробництва алмазів, зростає частка лабораторно вирощених діамантів. Відповідно, виникла потреба їх надійної діагностики, виявлення критеріїв, які б дозволяли відрізнити природний алмаз від його синтетичного аналогу. Практика провідних гемологічних лабораторій свідчить, що хоча синтетичні алмази на відміну від природних мають деякі особливості (характерні структури росту, залишки включень мінералів-катализаторів тощо), дедалі складніше стає їх виявляти. До методів, які з великим ступенем надійності, дають можливість відрізнити синтезовані камені від природних, відноситься вивчення діамантів в УФ світлі за допомогою приладу "DiamondView™" та ІЧ-Фур'є спектроскопії.



Для проведення гемологічної експертизи до Державного гемологічного центру України (далі – ДГЦУ) було надано ограновану вставку фіолетово-червоного кольору (рис. 1).

Авторами були проведені комплексні дослідження гемологічних властивостей та встановлено, що наданий на дослідження зразок є синтетичним діамантом, синтезованим шляхом пошарового нарощування на алмазній підкладці з нерівноважної вуглеводневої плазми при низькому тиску і високій температурі (CVD метод). Також було визначено, що у цьому камені було змінено колір за допомогою радіаційного опромінення та облагородження за допомогою LPHT (low-pressure/high-temperature) методу.



Рис. 1. Загальний вигляд синтетичного CVD діаманту. Збільш. x8,5



Рис. 2. Чітка границя розподілу між кристалом та пластною-зародком синтетичного алмазу, зб. x36

#### Методи досліджень

Визначення діагностичних гемологічних характеристик проводилося 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 «ThermoFisherScientific», на приставці Collector II закімнатної температури, в спектральному діапазоні 7000-400 см<sup>-1</sup>, кількість сканувань у циклі вимірювання – 512, при роздільній здатності 4 см<sup>-1</sup>. Вимірювання проводилося відповідно до «Методики діагностики дорогоцінного каміння методом ІЧ-Фур'є спектроскопії» [1].

Вивчення каменя під дією ультрафіолетового опромінення проводилось за допомогою гемологічної лампи для спостереження люмінесценції каменів з довжиною хвилі 254 та 365 нм та приладу «DiamondView™».

#### Виклад основного матеріалу

Для проведення гемологічної експертизи було надано ювелірну вставку фіолетово-червоного кольору.

Загальні характеристики:

Назва мінералу – діамант.

Походження – синтетичний.

Метод синтезу – CVD (Chemical Vapor Deposition)

Методи облагородження - радіаційне опромінення та LPHT (low-pressure/high-temperature).

Фірма виробник – невідомий.

Країна виробник – невідомий.

Класифікаційні характеристики:

Форма огранування – круг.

Вид огранування – Кр-57.

Геометричні розміри (мм) – Ø 6,41-6,45; h – 4,17(65%).

Маса (ct) – 1,11.

Колір – фіолетово-червоний.

Гемологічні характеристики:

Показник заломлення – 2,42.

Оптичний характер – ізотропний.

Густина – 3,50 г/см<sup>3</sup>.

Характер флуоресценції:

довжина хвилі 365 нм – значна оранжево-червоного кольору.

довжина хвилі 254 нм – значна оранжево-червоного кольору.

Якісні характеристики каменю визначалися згідно з ТУ У 36.2-21587162.001:2002

Колір – 6С, темно фіолетово-червоний.

Дефектність – L.

Група геометричних параметрів – В.

Симетрія – добра.

Поліровка – дуже добра.

При дослідженні на приладі «DiamondView™», при опроміненні зразка УФ-хвилями, λ випр. < 225 нм, фіксується флуоресценція оранжево-червоного кольору, що характерно для CVD синтетики. Також, завдяки змінам у хімічному складі, на поверхнях зростання чітко простежується смугастість. Ці характерні особливості CVD синтетики добре спостерігаються з боку павільйону. При вивченні каменя в іншому ракурсі (з боку корони), було виявлено границю розподілу між пластною-зародком та кристалом синтетичного алмазу, яка проявлена чіткою смугою більш темного кольору. Встановлено, що пластина-зародок не є цільною. На жаль, авторам не вдалося достовірно визначити точну назву складових частин пластини-зародку.

При мікроскопічному дослідженні у синтетичному діаманті було також виявлено цю границю розподілу, що підтверджує дослідження в приладі «DiamondView™» (рис. 2). Крім цього відмічається наявність включення графіту [2], якій утворювався під час синтезу каменя.

За результатами досліджень синтетичного CVD діаманту методом ІЧ-Фур'є спектроскопії встановлено:

1. Виявлені ІЧ-піки поглинання близько 1362 см<sup>-1</sup> (так званий плетлейс) та 1332 см<sup>-1</sup>. Ці піки дозволяють із високою вірогідністю визначити фізичний тип алмазу І. Також, у першій фононній зоні ІЧ-спектру встановлено піки 1371, 1351, 1341 см<sup>-1</sup>, які інколи присутні у спектрах синтетичних CVD-діамантів в дуже невеликих кількостях [3].

2. Встановлено пік 3123 см<sup>-1</sup>, який пов'язують з наявністю у кристалічній ґратці діаманту водню [2,3]. Цей пік також є досить надійним критерієм для діагностики кольорових синтетичних CVD-діамантів.

3. Виявлені піки поглинання 2949 та 2695 см<sup>-1</sup>, пов'язані з коливаннями типу С-Н [3].

4. У діапазоні 4000-7000 см<sup>-1</sup> присутня велика серія піків поглинання. Визначено [4], що в даному діапазоні у синтетичних CVD діамантах такі піки присутні тільки в інтенсивно забарвлених каменях.

5. В ІЧ-спектрі досліджуваного діаманту також присутній пік 1450 см<sup>-1</sup> (H1a), який, за думкою

експертів, пов'язаний із штучним забарвленням у азотовмісних діамантах. Таке забарвлення з'являється, зазвичай, після радіаційного опромінення із послідувачим нагрівом [2].

6. Виявлено комплекс піків близько 3031, 2936, 2900 2870, 2808 см<sup>-1</sup>, які пов'язують із проведенням так званого LPHT (low-pressure/high-temperature)

облагородження [5].

#### Висновки

Проведені комплексні дослідження гемологічних властивостей діаманту. Під час вивчення каменя було виявлено, що діамант синтезований методом CVD та облагороджений за допомогою методів LPHT та радіаційного опромінення.

#### Список використаних джерел

Методика діагностики дорогоцінного каміння методом ІЧ-Фур'є спектроскопії. Київ, ДГЦУ, 2012, 37 с.

W. Wang, P. Doering, J. L. R. Tower et al., "Strongly colored pink CVD lab-grown diamonds," *Gems&Gemology*, vol. 46, no. 1, pp. 4–17, 2010.

Zaitsev A.M. *Optical Properties of Diamond: A Data Handbook*, 2001, Springer-Verlag, Berlin, 502 pp.

Wang W., Hall M.S., Moe K.S., Tower J., Moses T.M. Latest-generation CVD-grown synthetic diamonds from Apollo Diamond Inc. 2007, *G&G*, Vol. 43, No. 4, pp. 294–312.

Y. Mengetal., Enhanced optical properties of chemical vapor deposited single crystal diamond by low-pressure/high-temperature annealing, // *PNAS*, Vol. 105, No. 46, 2008, pp. 17620–17625

#### References

Method of precious stones diagnostics with IR-Fourier spectroscopy use. SGCU, Kyiv, 2012, 37 с.

W. Wang, P. Doering, J. L. R. Tower et al., "Strongly colored pink CVD lab-grown diamonds," *Gems&Gemology*, vol. 46, no. 1, pp. 4–17, 2010.

Zaitsev A.M. *Optical Properties of Diamond: A Data Handbook*, 2001, Springer-Verlag, Berlin, 502 pp.

Wang W., Hall M.S., Moe K.S., Tower J., Moses T.M. Latest-generation CVD-grown synthetic diamonds from Apollo Diamond Inc. 2007, *G&G*, Vol. 43, No. 4, pp. 294–312.

Y. Mengetal., Enhanced optical properties of chemical vapor deposited single crystal diamond by low-pressure/high-temperature annealing, // *PNAS*, Vol. 105, No. 46, 2008, pp. 17620–17625

УДК 549.08: 550.4.07

### МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ПРЕЦИЗІЙНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ЕЛЕМЕНТІВ-ДОМІШОК У СКЛАДІ ДОРОГОЦІННОГО ТА НАПІВДОРОГОЦІННОГО КАМІННЯ МЕТОДОМ РФА PRECISION XRF ANALYSIS OF INDICATOR TRACE-ELEMENTS IN GEMSTONES: METHODOLOGICAL ASPECTS

**Бєлєвцев Олександр Рудольфович**, кандидат геологічних наук, керівник науково-дослідної лабораторії<sup>1</sup>, [belevtsev@gems.org.ua](mailto:belevtsev@gems.org.ua)

**Грушинська Олена Володимирівна**, кандидат геологічних наук, керівник сектору організації навчальних заходів<sup>1</sup>, [leng@gems.org.ua](mailto:leng@gems.org.ua)

**Ємельянов Ігор Олександрович**, головний фахівець науково-дослідної лабораторії<sup>1</sup>, [i.emelianov@gems.org.ua](mailto:i.emelianov@gems.org.ua)

**Андрєв Олексій Олександрович**, кандидат геологічних наук, провідний науковий співробітник відділу фізико-хімічних досліджень<sup>2</sup>, [geotech@ukr.net](mailto:geotech@ukr.net)

**Ковтун Олександр Васильович**, провідний інженер-геолог відділу геології рудних та нерудних корисних копалин<sup>3</sup>, ORCID 0000-0003-0475-8778

<sup>1</sup>Державний гемологічний центр України, 04119, вул. Дегтярівська, 38-44, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Національний науково-дослідний реставраційний центр України, 01004, вул. Терещенківська, 9б, м. Київ, Україна

<sup>3</sup>Український державний геологорозвідувальний інститут, 04114, вул. Автозаводська, 78-А, м. Київ, Україна

*Oleksandr Belevtsev, PhD in Geology, Head of the Research Laboratory, [belevtsev@gems.org.ua](mailto:belevtsev@gems.org.ua)*

*Olena Gruchshynska, PhD in Geology, Head of the Sector of organization of training events, [leng@gems.org.ua](mailto:leng@gems.org.ua)*

*Igor Yemelyanov, chief specialist of the Research Laboratory, [i.emelianov@gems.org.ua](mailto:i.emelianov@gems.org.ua)*

*Oleksiy Andreiev, PhD in Geology, Leading researcher of Physical-chemical Research Department*

*Oleksandr Kovtun, Leading geological engineer, ORCID 0000-0003-0475-8778*

<sup>1</sup>State Gemological Center of Ukraine, 04119, Degtyarivska st., 38-44, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>National research-and-development restoration center of Ukraine, 01004, Tereschenkivska st., 9-b, Kyiv, Ukraine

<sup>3</sup>Ukrainian State Geological Research Institute (UKRSGRI), 04114, Avtozavodska st., 78-A, Kyiv, Ukraine

**Анотація.** Запропоновано спосіб емпіричного елементів-домішок у складі видів дорогоцінного та калібрування для визначення вмісту індикаторних напівдорогоцінного каміння методом РФА на основі

вимірювання виготовлених порошкових сумішей з відомим складом. Наведено результати калібрування у вигляді градувальних залежностей.

**Ключові слова:** рентгенофлуоресцентний аналіз, методика, вимірювання, елементи-домішки, дорогоцінне та напівдорогоцінне каміння

**Abstract.** *The approach of empirical calibration to measure the content of indicator trace-elements in gemstones by XRF analysis on the base of powder mixes with defined composition is proposed. Calibration results are presented*

**Keywords:** *XRF, methods, measurement, trace-elements, gemstones*

Рентгенофлуоресцентний спектральний аналіз (РФА) відноситься до опосередкованих (непрямих) та відносних вимірювань. Результатом РФА є перетворення прямого вимірювання інтенсивності (потіку фотонів) флуоресцентного (вторинного) випромінення хімічних елементів внаслідок іонізації їх атомів у кількісний вміст (концентрацію) у складі зразку. Процедура такого перерахунку, яка закладається у методику, реалізує різні підходи в залежності від об'єкту та вимог до вимірювання (діапазону елементів, точності тощо).

Один із таких підходів до кількісного РФА - метод фундаментальних параметрів (МФП), базується на розв'язанні системи диференціальних рівнянь, які зв'язують між собою інтенсивність з концентрацією елементу у складі зразку з врахуванням впливу інших елементів. Компенсація впливу на вимірювану інтенсивність флуоресценції елементу, вміст якого визначається, інших елементів у складі зразку (матричний ефект) є головним завданням кількісного РФА. З огляду на фізичні принципи методу це завдання полягає у врахуванні поглинання та розсіювання флуоресцентного випромінення вимірюваного елементу іншими елементами матриці [1]. При вимірюванні елементів-домішок «універсальний» МФП може дати велику похибку і для її мінімізації потребуватиме наявності еталонних зразків зі складом (матрицею) аналогічним до складу досліджуваного зразку.

Для вирішення завдання гемологічного дослідження щодо з'ясування походження дорогоцінного та напівдорогоцінного каміння, систематизації та взаємного порівняння даних визначень вмісту елементів-домішок [3] з можливістю контролю якості отриманих в результаті аналітичних даних (похибки або невизначеності вимірювання) використовується спосіб емпіричного калібрування. Він базується на вимірюванні комплексу еталонів (стандартних зразків) з відомим складом для побудови градувальної залежності «Інтенсивність» – «Концентрація». Потім градувальну залежність використовують для перерахунку вимірів інтенсивності випромінення елементу у його концентрацію, за умови подібності матриці зразку до матриці еталонів. Необхідно зазначити відсутність окремих зразків мінералів із сертифікованим вмістом елементів, які були б застосовні для вимірювання на РФА спектрометрі. Тому для визначення домішкового елементного складу у зразках мінералів найчастіше використовують такі аналітичні методи як ICP-MS, ICP-

OES та інші. Однак, лабораторію, яка окрім апаратури мала б впроваджену на належному рівні методику, знайти досить складно.

В рамках розроблення методики визначення вмісту індикаторних елементів у складі видів дорогоцінного та напівдорогоцінного каміння методом РФА було прийнято рішення використовувати еталонні зразки у вигляді штучних сумішей хімічних речовин (хч) з відомим вмістом елементів-домішок, на основі вимірювання яких мала бути побудована градувальна залежність. До таких елементів (хч сполук) відносяться: Ti (Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), V (V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), Cr (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Fe (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Zn (ZnSO<sub>4</sub>\*7H<sub>2</sub>O), Ga (Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Sr (Sr(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), Zr (ZrO<sub>2</sub>). Порошок оксиду алюмінію (хч) використаний як матеріал, що представляє матрицю. Таким чином, було виготовлено 7 штучних сумішей шляхом додавання до оксиду алюмінію визначених (зважених) різних кількостей порошоків хімічних сполук, виходячи із розрахунку вмісту в них зазначених елементів у діапазоні, який відповідає вмісту цих елементів у складі дорогоцінного та напівдорогоцінного каміння (насамперед групи корунду).

За попередніми теоретичними розрахунками середньозваженого масового коефіцієнту ослаблення випромінення (внаслідок поглинання) елементів (Ti, Fe, Zr) відповідною матрицею мінералів [2] з'ясовано, що матричний ефект при визначенні домішкових елементів є подібним для деяких видів дорогоцінного та напівдорогоцінного каміння: група корунду, група топазу, група кварцу, шпінель, діаспор, кордієрит, сподумен, група берилу, група турмаліну та олександрит. Оцінка матричного ефекту для різних видів каміння в такий спосіб є коректною тому, що енергії випромінювання домішкових елементів у їх складі мають набагато вищі енергії ніж енергії випромінювання їх матриці. Тобто ефекти пов'язані з їх розсіюванням або підсиленням є малоймовірними. Зрозуміло, що маємо протилежну ситуацію, наприклад, для визначення мінералоутворюючих елементів (Mg, Al, Si) у складі гранатів. В цьому разі без корекції впливу перерахованих ефектів на інтенсивність флуоресценції елементів, що визначаються, за допомогою метода фундаментальних параметрів не обійтися.

Таким чином, результат побудови градувальних залежностей шляхом лінійної апроксимації та їх статистичної обробки за рентгеновськими спектрами штучних сумішей зареєстрованими на спектрометрі РФА «СЕР-01» представлено на рисунку. З точки зору контролю точності такий підхід мінімізує систематичну похибку вимірювання, а випадкова похибка стає контрольованою і може бути охарактеризована величиною відтворюваності результатів вимірювання еталонних зразків.

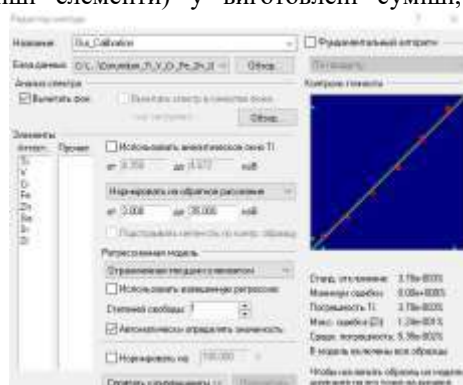
Узагальнюючи експериментальний досвід виготовлення та вимірювання штучних сумішей в якості еталонів необхідно звернути увагу на деякі аспекти. По перше, важливим є подрібнення до певної однакової крупності та гомогенізація порошкового матеріалу сумішей, яка була виконана на вібраційному млині MM 200 RETSCH. По-друге, при вимірюванні сумішей

необхідно контролювати «насиченість шару» для зазначених (особливо легких) елементів через розущільненість порошкового зразку, на відміну від зразків каміння, для яких ця умова, як правило, виконується.

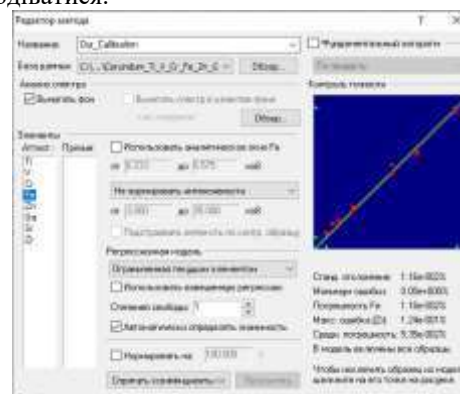
Представлений підхід емпіричного калібрування спектрометру РФА відкриває можливість прецизійного визначення вмісту домішкових елементів у широкому діапазоні індикаторних елементів методом РФА. При цьому залишається можливість розширення діапазону елементів як шляхом додавання хімічних сполук (що містять інші елементи) у виготовлені суміші, так і

шляхом апроксимації коефіцієнту нахилу градувальних залежностей.

Також зазначимо, що не всі дослідники демонструють розуміння коректного методичного підходу до кількісного РФА. Наприклад, для калібрування спектрометру РФА з метою дослідження складу корундів автори публікації [4] обрали стандартні зразки алюмінієвих сплавів із сертифікованим в них вмістом домішкових елементів. У зв'язку з викладеним вище цей спосіб не компенсує матричний ефект, тож на точне визначення абсолютного вмісту елементів-домішок годі й сподіватися.



а)



б)

Рис. 1. Градувальні залежності, отримані за допомогою програмного забезпечення спектрометру РФА «СЕР-01» для: а) Ti; б) Fe

Список використаних джерел

Ладжун Ю.І. Діагностика дорогоцінного каміння за допомогою спектрометра енергій рентгенівського випромінювання "СЕР-01" // Коштовне та декоративне каміння. - 2011. - № 3. - С. 16-19.

Рентгеноспектральний справочник / Блохин М.А., Швейцер И.Г. – М.:Наука, 1985 – 91с.

Sorokina E.S., etc. Sapphire megacrysts in syenite pegmatites from the Ilmen Mountains, South Urals, Russia: New Mineralogical Data // The Canadian Mineralogist. – 2017. – Vol 55(5). – P. 823-843.

Portable XRF: A Tool for the Study of Corundum Gems / Barone G., Mazzoleni P., Bersani D., Raneri S.// Open Archeology. - 2017. - Vol. 5(1). – P. 194–201.

УДК 593.6: 549.09

## ГЕМОЛОГІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ КОРАЛІВ ТА ЇХ ІМІТАЦІЙ НА УКРАЇНСЬКОМУ ЮВЕЛІРНОМУ РИНКУ THE RESEARCH OF CORALS AND THEIR IMITATIONS OF THE UKRAINIAN JEWELRY MARKET

**Татарінцева Катерина Володимирівна**, головний фахівець відділу експертизи дорогоцінного каміння, кандидат технічних наук, [tatarintseva.k@gmail.com](mailto:tatarintseva.k@gmail.com)  
Державний гемологічний центр України, 04119, вул. Дегтярівська 38-44, м. Київ, Україна

*Kateryna Tatarintseva, PhD, chief specialist of the Department of Examination of Precious Stones, tatarintseva.k@gmail.com  
State Gemmological Centre of Ukraine, 38-44 Deghtyarivska Str., Kyiv, 04119, Ukraine*

**Анотація.** Зроблено огляд типових видів коралів та їх імітацій, які широко пропонуються на продаж на українському ювелірному ринку. Наведено результати гемологічних досліджень методів облагородження коралів.

**Ключові слова:** корал, гемологічні дослідження, облагородження

**Abstract.** The overview of typical species of corals and their imitations, which are widely offered for sale in the Ukrainian

jewelry market, is made. The results of hemological studies of methods of coral refinement are presented.

**Keywords:** coral, gemological studies, treatment.

Корал – коштовний органічний матеріал, який з давніх часів був дуже популярним в ювелірній справі. Коралами зазвичай вважають скелетні залишки колонії коралових поліпів, що залишаються після загибелі множини дрібних поліпів [5]. У ювелірній промисловості

здебільшого використовують корали класу Anthozoa типу Cnidaria (згідно таксономічної класифікації), які мають достатньо міцний скелет [3].

Всесвітня конфедерація ювелірів (CIBJO) - у липні 2015 року вперше випустила «Синю книгу» про корали – «The Coral Book». Ця «Синя книга» включає термінологію і класифікацію коралів та штучних продуктів, які зазначені з урахуванням комерційного використання, відповідно до класифікацій і практики торгівлі коралами, штучними продуктами і ювелірними виробами [1]. Вона рекомендована для використання організаціям, які представляють країни-члени CIBJO.

Згідно CIBJO, корали поділяють на дорогоцінні, що обмежені видами, які належать до родів *Paracorallium* і *Corallium* (сімейство *Coralliidae*), зокрема червоних, рожевих і білих сортів з порцеляновим блиском після полірування та інші (звичайні/недорогоцінні корали), які можуть використовуватись здебільшого після облагородження. Серед недорогоцінних різновидів найбільш часто на українському ювелірному ринку зустрічаються бамбуковий корал, чорний корал, блакитний корал та губчастий корал.

Дорогоцінні види коралів завжди були високо затребуваним матеріалом в ювелірній промисловості, що призвело до їх активного знищення. Внаслідок чого останнім часом пропозиція природних високоякісних коралів на ринку стрімко зменшилась, а низькоякісних облагороджених коралів та їх штучних замінників збільшилась.

Метою роботи є дослідження гемологічних властивостей, діагностика облагородження коралів, виявлення їх імітацій.

Природний *Corallium* має суцільну текстуру без ямок з поздовжніми смужками, на їх полірованій поверхні видно дуже мало отворів, окрім скупчень маленьких отворів, які є залишками центрального каналу корала. *Corallium* може варіюватися за кольором від темно-червоного до рожевого, майже білого.

Серед імітації *Corallium* часто зустрічається скло, кераміка, пофарбований халцедон, пластик і т. ін., які не мають поздовжніх смужок, а менш цінні корали інших видів часто пропонують в облагородженому стані, тому що справжній *Corallium* коштує дуже дорого. Наприклад, бамбукові корали виду *Keratoisis profunda* (сімейство *Isididae*) використовують як замінник *Corallium* [2, 4]. Корали сімейства *Isididae* широко розповсюджені, мають скелетну структуру, яка нагадує бамбук. Його скелет складають вапняні частини з карбонату кальцію, розділені вузлами білку горгоніну. Природний колір вапняних частин корала кремово-білий або блідо-коричневий, а вузлів – темно-коричневий або чорний.

У бамбукових коралів використовують лише кальцитові ділянки, тому дуже важко їх відрізнити від *Corallium*, якщо під час експертизи не виявлено залишків барвника або воску.

Чорний корал *Antipatharia* spp. – термін, що вживається для групи глибоководних, деревоподібних коралів, які зазвичай зустрічаються в тропіках. Жива тканина чорного корала має блискучу поверхню, він відрізняється насиченим чорним або темно-коричневим кольором

скелета. Чорний корал не вапняний, його скелет складений міцним кератиноподібним білком, який називається конхіоліном, або горгоніном [4].

Блакитний корал *Heliopora coerulea* – природний кальцитовий корал блакитного кольору з грубим і пористим скелетом [2, 4]. Він має обмежену цінність в ювелірних виробках завдяки його пористості. Цей корал зазвичай піддають облагородженню шляхом фарбування та заповнення порожнин для підвищення їх довговічності.

Губчастий корал торгової назви «Sponge coral» належить до виду *Melithaea ochracea* [4]. Має грубу та пористу поверхню, сітчастий візерунок з плямами або завихреннями, які видно на полірованих поверхнях. Губчасті корали стабілізують шляхом заповнення смолою або полімером та полірують. Крім заповнення порожнин його також часто фарбують або подрібнюють, змішують з епоксидною смолою і надають бажаної форми виробу.

Основними методами облагородження коралів є:

B – Bleaching – відбілювання;

C – Coating – покриття поверхні;

D – Dyeing – фарбування;

F – Filling – заповнення тріщин;

H – Heating – термообробка;

I – Infilling – заповнення тріщин речовинами з затверджувачем;

Imp – Impregnation – просочування речовинами;

R – Irradiation – опромінення.

Для дослідження коралів, які зазвичай пропонуються для широкого продажу на українському ювелірному ринку, автором було відібрано дванадцять типових зразків. Діагностика коралів проводилась за допомогою стандартних гемологічних досліджень фізичних та хімічних властивостей, морфологічних спостережень, також вивчалася реакція поверхні на розчинники і високу температуру.

Визначення діагностичних гемологічних характеристик проводилося за допомогою стандартного гемологічного обладнання. Вимірювання проводилися у лабораторних умовах за допомогою спектрометра енергій рентгенівського випромінювання "SER-01" моделі "ElvaX-Light" (далі – спектрометр ElvaX) з інтервалом досліджень від Na до U. Для мікроскопічних досліджень використовувався гемологічний мікроскоп Gemmaster L 230V.

Встановлено, що десять досліджених зразків відносяться до звичайних/недорогоцінних видів коралів, які, з великою долею ймовірності, є бамбуковими коралами. З них п'ять зразків мали ознаки штучного заповнення тріщин, колір всіх дванадцяти зразків був змінений барвниками або іншими фарбуючими речовинами. Ще два зразка є не природними, а реконструйованими коралами, які складаються із суміші шматків губчастого коралу з полімерами.

Таким чином, більшість типових коралів, які широко пропонуються для продажу на українському ювелірному ринку та мають невелику вартість, зазвичай є облагородженими або реконструйованими коралами. Найбільш розповсюдженими методами облагородження коралів є фарбування, заповнення тріщин та покриття

поверхні. Дорогоцінні види коралів *Corallium* не є дорогих або брендових ювелірних виробів. товаром широкого вжитку, зустрічаються у складі

Список використаних джерел

CIBJO. The Coral Book. CIBJO standard E 2015-1. 2015-7-1, 37 p.

Cooper Ernest W.T., Torntore Susan J., Leung Angela S.M., Shadbolt T., Dawe Carolyn. Guide to the identification of precious and semi-precious corals in commercial trade. September 2011. URL: [https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/cites/manuale\\_identificazione\\_CORALLI.pdf](https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/cites/manuale_identificazione_CORALLI.pdf) (date of appeal: 06.04.2019).

<http://www.coralsoftheworld.org/page/classification/>

Identification of precious corals. Green Customs. Knowledge Series No. 9. Developed by the CITES Secretariat. URL: <https://cites.unia.es/cites/mod/resource/view.php?id=58> (date of appeal: 14.03.2019).

Smith Christopher P., McClure Shane F., Eaton-Magaña Sally, Kondo David M. Pink-to-Red Coral: A Guide to Determining Origin of Color. *Gems & Gemology*, Spring 2007, Volume 43, No. 1, pp. 4-15.

УДК 563.6: 739.2[477]

## СУЧАСНІ КОРАЛИ ТА ЇХ РОЛЬ В УКРАЇНСЬКІЙ КУЛЬТУРНІЙ ТРАДИЦІЇ MODERN CORALS AND THEIR ROLE IN THE UKRAINIAN CULTURAL TRADITION

**Нестеровський Віктор Антонович**, доктор геологічних наук, професор, директор Геологічного музею<sup>1</sup>, [v.nesterovski@ukr.net](mailto:v.nesterovski@ukr.net)

**Триколенко Софія Тарасівна**, кандидат мистецтвознавства, доцент кафедри основ архітектури та дизайну<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ННІ «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 03022, вул. Васильківська, 90, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Національний авіаційний університет, 03058, просп. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, Україна

*Viktor Nesterovskiy, Doctor of geological sciences, director of the Geological Museum, Professor<sup>1</sup>, [v.nesterovski@ukr.net](mailto:v.nesterovski@ukr.net)*  
*Sofia Trykolenko, PhD, Associate Professor, Department of Architecture and Design<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Institute of Geology, National Taras Shevchenko University of Kyiv, 03022, Vasylkivska str., 90, Kyiv, Ukraine*

<sup>2</sup>*National Aviation University, 03058, ave. Cosmonaut Komarova, 1, Kyiv, Ukraine*

**Анотація.** В роботі наведено дані про систематику, особливості будови, поширення сучасних коралів та їх використання у ювелірній справі. Розглянуто культурно-історичні аспекти коралів в Україні.

**Ключові слова:** корали, мистецтво, ювелірне мистецтво, геологія, прикраси, цінності, історія

**Abstract.** This paper provides information on the systematics, structural features, distribution and jewelry using of modern corals. Also their cultural and historical aspects in Ukraine are considered.

**Keywords:** corals, art, jewelry, geology, jewelry, values, history

В сучасній гемологічній класифікації корали відносяться до коштовного каміння органічного походження. Це, насамперед, стосується лише скелетного залишку відмерлих морських поліпів, а не тварин в цілому.

В таксономічному відношенні коралові поліпи виділяються в окремий клас – Anthozoa, який входить до типу Cnidaria (жалкі).

Коралові поліпи з'явилися в ранньому палеозої (ордовіку), зазнали значної еволюції і мають численні різновиди в сучасних акваторіях Світового океану. Відомо понад 6000 видів коралових поліпів, частина з них є викопними та породотворювальними.

Людина знайома з коралами ще з давніх часів, але лише у 1727 р. завдяки дослідженням французького лікаря Андре Пейсонеля вони були визнані тваринами. Перша їх систематизація зроблена німецьким природознавцем, зоологом і геологом Христіаном Готфридом Еренбургом у 1831 році.

Викопні корали та підходи до методики оцінювання зразків і колекцій, що їх містять, нами були представлені в роботі [7] і тому в даній публікації ми акцентуємо увагу тільки на сучасних видах.

Більшість сучасних коралових поліпів населяють теплі моря, з температурою води понад +20 °С, глибиною до 50 м та солоністю 36-41 ‰, що відповідають умовам значної кількості планктону, необхідного для харчування. Ареал їх розповсюдження лежить у смузі між 30° північної і 30° південної широти. Частина коралових поліпів існує за рахунок симбіозу з автотрофними водоростями, що живуть всередині їх тіла.

Поліпи ведуть бентосний спосіб життя, нерухомо закріплюються на загальному для всієї колонії скелястому субстраті і зв'язані між собою живою мембраною. Розмножуються як статевим шляхом, так і брунькуванням.

Сучасні корали класифікуються на два підкласи: Октакорали (Octacoralia) і Гексакорали (Hexacoralia). В кожному підкласі виділяється по декілька загонів.

Найбільш чисельними є октакорали, в цьому підкласі нараховується близько 4000 видів морських організмів. Серед них зустрічаються як одиночні, так і колоніальні поліпи з шестипроменевою симетрією [4, 5].

Найбільш чисельним загоном серед октакоралів є мандрепорові або каменисті корали (близько 3600 видів). Вони формують вапняковий скелет і відносяться до головних рифоутворювальних організмів.

Коралові рифи займають площу близько 0,1 % території Світового океану, вони є домівкою майже для 4000 видів риб та багатьох інших тварин. Понад 60 % всіх коралових рифів розташовані в акваторії Тихого океану, особливо Азійському регіоні (Філіппіни, Індонезія, Таїланд тощо). На акваторію Індійського океану припадає близько 17 % коралових рифів, а на Атлантику – біля 14 %. Значні поселення сучасних коралів існують в Червоному морі (понад 6 % від загальної кількості).

Найбільший сучасний кораловий риф – Великий Бар'єрний риф Коралового моря в Тихому океані, що знаходиться в біля північно-східного узбережжя Австралії. Він займає площу близько 400 км<sup>2</sup> з протяжністю до 2500 км. Загальна площа коралових рифів оцінюється приблизно у 284000 км<sup>2</sup>.

Морфологія рифів досить різноманітна – бар'єрні, платформні, банки, лінійні, кей-рифи, атоли тощо. З великої кількості коралів для виробництва ювелірних виробів використовується 7 видів. Вони складені переважно кальцитом і рідше арагонітом. До числа основних належать 6-ти променеві горгонарії червоного і білого кольору, 8-ми променеві скірантіни і антипатарії (чорні корали).

Колонії одиночних коралів досягають маси до 40 кг і більше, а висота їх гілок від 20 см до 3 м. Товщина окремих стовбурів може досягати до 25 см. Швидкість росту коралових поліпів у середньому становить 3-5 см на рік.

Колір коралів залежить від умов освітлення під час росту, концентрації конхіоліну, домішок мікроелементів. Основними хромофорами є Fe, Mn, V. Відомі корали червоного, рожевого, оранжевого, коричневого, чорного, жовтого, блакитного і білого кольору.

В торгівлі, залежно від кольору і якості, існує багато назв, які часто мають географічне походження: іспанський, гавайський, сардинський, японський, сицилійський, алжирський тощо. У світовій практиці частіше застосовується італійська шкала за кольором: білий – «бьянко», тілесно-рожевий – «кожа ангела», блідо-рожевий – «троянда паліда», яскраво-рожевий – «троянда віва», оранжево-рожевий – «секундо колоро», темно-червоний – «россо скуро».

Видобуток коралів за останні роки суттєво скоротився, оскільки запаси благородних різновидів катастрофічно зменшуються. В середньому у світі видобувається близько 50 т благородних коралів. Корали не довговічні, згодом втрачають яскравість кольору, стають блідими. Для відновлення забарвлення використовують розчин перекису гідрогену або фарбники.

Масову обробку коралів розпочали ще в Древньому Єгипті, країнах Межиріччя, Індії, Китаї. Коралові

намистини знайдені археологами в печерах палеолітичної людини, вік яких становить близько 25 тис років. Корали мали місце в культурі шумерів, кельтів. Ними прикрашали зброю, кинджали, браслети, одяг, кінську зброю тощо. На території Європи корали зустрічаються в похованнях віком не менше 10 тис р. до н.е.

Сучасними центрами обробки коралів є Таїланд, Японія, Гонконг, Індія, Італія. Білі корали використовують, головним чином, для виробництва предметів церковного призначення, мозаїки, дрібних форм жіночого туалету. Червоні корали застосовуються для виготовлення браслетів, кулонів, чоток, кабошонів, намиста. Ним інкрустують зброю, предмети культу, ікони, церковні книги тощо. Чорні корали нині популярні для виробництва атрибутів ритуальної тематики.

Особливу популярність корали набули у якості шийних прикрас. Традиція прикрашати шию намистом з'явилась ще в давнину.

Протягом історії намиста змінювалися за формою, кольором, розміром та способом носіння. Вони виготовлялись низками, від однієї до 25, маса їх становила від декількох грам до 1 кг.

На території України намиста з коралів мали популярність у жінок всіх верств населення: селянок, міщанок, шляхти, дворянства. За кількістю низок в намисті визначалось положення жінки у суспільстві. Бідні дівчата носили дешеві коралові намиста з декількох низок, а форма намистин була циліндричною. Зможні жінки прикрашали себе намистами від 10-15 до 25 низок, а форма намистин була овальною.

Коралові намиста зберігалися жінками усе життя та передавались донькам у спадок. Корали мали містичні, лікувальні та захисні властивості. Вони були оберегами від поганих людей та злих духів. За словами відомої дослідниці українських народних прикрас Ганни Врочанської, «У числі широко вживаних прикрас було і намисто з червоного коралу. У розмовній мові воно дістало назву «доброго», «щирого» намиста. Корал вважали також благодійним і лікувальним» [1].

В козацькі часи намиста часто носили в комплекті з іншими прикрасами з золота та срібла, інколи між намистинами застосовувались роздільники – з срібла чи латуні. До намистин додавалися золоті монети «дукати», хрестики. Коралові прикраси дарували на коралову свадьбу – 35 років шлюбного життя.

Корали знайшли відображення в численних творах образотворчого, літературного й поетичного мистецтва.

Масове надходження коралів на територію України почалося з XVI століття. Головним джерелом імпорту стала Венеція. Саме торгові шляхи цього періоду замінили стали увагу ще з часів Київської Русі до перлів і бурштину. Про активізацію надходжень коралів з Венеції згадує і Михайло Грушевський в «Історії України Русі» [3]. Проте корали не витіснили бурштин і перли – вони їх гармонійно доповнили, створивши вже значний для сучасного українця образ жіночої прикраси з великою кількістю низок коралів, бурштину, перлів та баламуту.

Ми намагалися знайти головну причину любові українців до коралів. Чому цей матеріал, який коштував досить дорого, став символічним для народу України.

Колір коралів, що імпортувалися з Венеції був теплим – червоним, оранжевим, рожевим. Ця кольорова палітра була свіжою, вона вигідно виділялась на фоні перлів, підсилювала колір бурштину. Цей колір був популярний на землях Речі Посполитої, в країнах Західної Європи. Ще з часів Римської імперії червоний колір вважався ознакою аристократизму, влади, перемоги. Все це, напевно, і обумовило швидке «вживання» коралів в українську культуру. Майже повсюдно поширюється традиція носіння дукачів на низках коралів – синтез двох венеціанських елементів став основою української традиції нашійних прикрас.

XVII століття позначилося розвитком козацтва та Національно-Визвольною війною 1648-1657 років. Розграбування панських маєтків козаками або ж кріпаками стає буденною справою. В цей час корали потрапляють і до нижчих верств суспільства, таких, як селяни та дрібні міщани. В подальшому «добрі намиста» стануть асоціюватися саме з селянством, як з найчисельнішим та найконсервативнішим носієм національних традицій.

XVIII століття стало продуктивним для розвитку торговельних відносин між Російською імперією, до складу якої увійшли лівобережні українські землі, та країнами Заходу. Правобережні землі, які до 1772 року належали Польщі, були приєднані до Росії після поділів Польщі 1772 – 1795 років. Варто відзначити відносно спокійну соціально-політичну ситуацію другої половини століття – відсутність масштабних воєнних дій, великих повстань сприяли зростанню добробуту як мешканців міст, так і вільних селян. Пожвавлення міждержавної торгівлі призвело до збільшення іноземних товарів, до яких належали коралі.

Найбільш «продуктивним» у плані накопичення коралових виробів на території України стало XIX століття. Це насамперед пояснюється суттєвим економічним піднесенням і великими поставками, можливими внаслідок розгрому татар та забезпечення таким чином торгових шляхів. Саме в цей період остаточно формуються регіональні традиції носіння коралів. Окрім вже звичного синтезу корали-бурштин-перли намиста доповнюються скляними намистинами, додатково оздоблюються дукачами, хрестами, кованими намистинами, що у народі називалися «пугвицями». Потужний розвиток образотворчого мистецтва на території України дає нам можливість назвати кілька живописних творів, які зображують власниць коралів. Послугуючись цими портретами можна розглянути особливості носіння коралів, їх поєднання з іншими матеріалами, оздоблення дукачами [1, 2].

На портреті «Дівчини з Поділля» (рис. 1) пензля Василя Тропініна, датованому початком XIX століття, ми бачимо молоду дівчину, шия якої під самим комірцем прикрашена п'ятьма низками невеликих червоних коралів. Варто сказати, що ще у XVIII столітті носіння прикрас регулювалося не лише економічними статками, а й за віковим принципом: дівчатам надівали прості намиста з дерева та кераміки ще у віці 3-4 років. Фактично з кожним роком низок намиста на шії ставало все більше, а матеріали намиста ставали все дорожчими.

Відсутність нашійних прикрас у дівчат та молодих жінок вважалася припустимою лише у дні жалоби. Дівчата надівали хоча б одну низку щодня, а у святкові дні – весь свій запас намиста. Розкішними вважалися намиста понад 20 низок, різних за розмірами. Після весілля молодиці ще кілька років носили багатий запас намиста, але з віком кількість низок зменшувалася; літні жінки або носили 1-2 низки темного або нейтрального кольору, або ж взагалі відмовлялися від намиста. Дукачі й хрести із срібла та золота передавалися у спадок, ставали своєрідним запасом на лиху годину. На іншому портреті Тропініна «Дівчина-українка у пейзажі» 1820-тих років коралове намисто доповнюється крупним дукачем (рис. 2). Ми бачимо молоду дівчину, шию якої вкривають десятки коротких низок коралів з невеликими намистинами. Варто згадати, що довжина низок регулювалася на різних територіях по-різному, і багато в чому залежала від значно давнішої традиції – вишивки. Оскільки у вишивані орнаменти вплітався потужний сакральний зміст, а також інформація про соціальний стан власниці, їх намагалися розміщувати на видноті. На території Наддніпрянщини й Поділля вишивка вкривала груди й сягала шиї, тому низки робили короткими, щоб відкрити орнаментацию сорочки.

Микола Брянський на картині «Дівчина із соняшником» (рис. 3) 1862 року зобразив інший принцип носіння намиста – довші низки сягають грудей, корали надіті разом з низками скляного намиста й бурштину. Подібна манера носіння намиста властива і наступній портретованій – «Оксані» (рис. 4), персонажу ілюстрації до твору М. Гоголя «Ніч перед Різдом» у виконанні Харитона Платонова 1888 року. Шию та груди панянки вкривають численні намиста з різнокольорового скла, коралів й перлин. Коралів тут лише дві низки, більша частина низок – скляні намистини. Посередині намиста підвішений дукач із золотистого металу – позолочений срібний чи латунний.

Український художник Іван Соколенко, відомий також за польським ім'ям Ян Засідатель, створив портрети дівчат з Вінничини, шиї яких пишно оздоблені кораловими намистами. «Українка» (рис. 5), 1870-тих років – молода дівчина, на шию якої надіто чотирнадцять низок яскраво-червоних коралів, а посередині намиста підвішений срібний хрест. «Портрет селянської дівчини» (рис. 6) 1892 року – аналогічний принцип носіння намиста. Численні низки вкривають шию та ключиці, посередині намиста прикріплено хрест.

На роботах Миколи Пимоненка, присвячених селянським мотивам, дівчата й молодиці незмінно постають з низками коралів на шиях. Зокрема варто назвати такі картини, як «Свати» 1882 року (рис. 7), «Різдяні ворожіння» 1888 року (рис. 8), «З лісу» 1900 року (рис. 9), «Гуси, додому» 1911 року (рис. 10), «Сінокіс» 1910-х років (рис. 11), «Суперниці. Біля криниці» 1909 року (рис. 12). Ці картини демонструють буденне носіння коралового намиста, кількість низок якого залежить від добробуту власниці. Микола Пимоненко поправу вважається найвидатнішим художником народних мотивів, пензлі якого знайомлять сучасне покоління з побутом й традиціями межі XIX –



XX століття. Його творчість висвітлює різні сфери народного життя і дає можливість дійти висновку про широку розповсюдженість коралового намиста в даний історичний період. Таким чином, протягом двох століть надзвичайно дорогий і рідкісний матеріал, привезений з далекої Італії, став широкодоступним та знайшов величезне коло шанувальників серед українського селянства.

Не оминула корали і літературна творчість: зокрема, часто корали або ж добре намисто, як їх називали, фігурують в поезії Тараса Шевченка, де оспівуються як позитивно (символ жіночої вроди й достатку), так і негативно (підкуп дівчини спокусником, журба за втраченою молодістю, бажання помсти). У роботі «Роковий український ярмарок» Івана Нечуй-Левицького згадується безпосередньо історія доставки коралів на українські ярмарки: «Міщанка якась навозить коралів на продаж десь із Почаєва, од австрійської границі. Певно в Почаїв навозять їх з Італії. Проти цієї ятки на пішоході сидять молодіці, і кожна держить добре намисто в руках на продаж, неначе вони сидять з червоними букетами в руках» [6]. Корали фігурують також у творах Лесі Українки, Марко Вовчок, М. Гоголя та інших.

Чимало зразків коралового намиста XIX століття добре збереглися і нині перебувають у складі музейних експозицій. Оглядаючи наявність старовинних коралів у музейних колекціях, варто назвати фонди Національного музею українського народного декоративного мистецтва, Національного центру народної культури – музею Івана Гончара, Черкаського краєзнавчого музею, Музею-заповідника Садиба Попова (с. Василівка), Меморіального музею-садиби гончарської родини Пошивайлів, та ін.

Підсумовуючи розглянуту проблематику, можна зробити висновки про надзвичайну любов українців до

коралового намиста, що сформувала своєрідну культурну традицію. Причиною захоплення коралами, радше за все, стала їхня кольорова гамма, яка на території Західної Європи асоціювалася з представниками вищої аристократії та військової еліти. Українська еліта XVI – XVII століття прагнула наслідувати західну моду, внаслідок чого корали стали популярними серед заможних людей. Насичені кольори коралів та їх специфічне походження спричинили появу численних легенд й забобонів, що на пряму асоціювалися з людським здоров'ям. Наступні століття були багатими на історичні події, зміну територіальних меж та соціально-економічних відносин. Корали стають доступнішими, і значно затребуванішими. Відтепер вони виступають не лише легендарним оберегом й індикатором фізичного стану, а й ознакою заможності. У XVIII столітті вони масово потрапляють до найпотужнішого носія народних традицій – селянства, яке і перетворює червоне коралове намисто на символ українського духу. Таким чином, прикраси, що імпортували з Італії через половину Європи не просто прижилися на вітчизняних теренах, а й стали невід'ємним елементом народного вбрання. XIX століття охарактеризоване піднесенням художньої творчості – корали, а саме коралові «добрі» намиста, у які вбрані дівчата і молодіці, постають на живописних полотнах та у літературних творах. На початку XX століття коралові намиста залишалися найпопулярнішою народною прикрасою, про що свідчать фотографії, які стали доступні для широкого загалу в цей період. Трагічні події першої половини XX століття, що спіткали українські землі, на десятиліття змусили вітчизняні традиції переховуватися: народний одяг й прикраси опинилися вглибині скринь, в далеких комірчинах. Проте вогняно-червоні намиста, немов міфічний фенікс, відродилися з небуття, щоб знову сяяти на шиях українок.



Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4



Рис. 5



Рис. 6



Рис. 7



Рис. 8



Рис. 9



Рис. 10



Рис. 11



Рис. 12

#### Список використаних джерел

1. Врочинська Г.В. Українські народні жіночі прикраси XIX – початку XX століть: Моногр. / Г.В. Врочинська. – К.: Родовід, 2007. – 232 с.
2. Бюлов М. Травник – переклад «Hortus Sanitatis» / Микола Бюлов. – Харків: зберігається у бібліотеці Харківського університету, 1534. – 584 с.
3. Грушевський М. С. Життя економічне, культурне, національне 14–17 віків. Том 6//Історія України-Руси. – К.: Наукова думка, 1995. – 680 с. – (Пам'ятки історичної думки України).
4. Зоология беспозвоночных. Т. 1. От простейших до моллюсков и артропод. Под редакцией В.Вестхайде и Р. Ригера: М.: Т-во научн. изд. МКМ, 2008.- 512 с.
5. Наумов Д.В. Пропп М.В., Рыбаков С.Н. Мир кораллов.- Гидрометеиздат, 1985.- 360 с.
6. Нечуй-Левицький І. Роковий український ярмарок [Електронний ресурс] / Іван Нечуй-Левицький // ukrlib - Бібліотека української літератури – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ukrlib.com.ua/books/printit.php?tid=2649>.
7. Огар В.В., Нестеровский В.А. Критерії експертної оцінки зразків і колекцій викопних коралів і губок // Коштовне та декоративне каміння, №2(96).- 2019.- с. 16-23.

УДК 340.692, 547-3

### ОСОБЛИВОСТІ СУДОВОЇ ЕКСПЕРТИЗИ ПЕРЛІВ FEATURES OF FORENSIC EXAMINATION OF PEARL

**Баранов Петро Миколайович**, доктор геологічних наук, професор, судовий експерт<sup>1</sup>, [pn2dsbaranov@gmail.com](mailto:pn2dsbaranov@gmail.com)  
**Жук Борис Миколайович**, заступник завідувача відділу - завідувач сектору гемологічних досліджень<sup>2</sup>, [borys.home@gmail.com](mailto:borys.home@gmail.com)

**Руденька Ірина Олександрівна**, експерт-гемолог, судовий експерт<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Дніпропетровський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України, тупик Будівельний, 1, м. Дніпро, Україна

<sup>2</sup>Державний науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України, 03170, вул. Велика Кільцева, 4, м. Київ, Україна

*Petro Baranov, Doctor of Geological Sciences, Professor, forensic expert<sup>1</sup>, [pn2dsbaranov@gmail.com](mailto:pn2dsbaranov@gmail.com)*

*Borys Zhuk, Deputy Head of the Department - Head of the hemological research sector<sup>2</sup>, [borys.home@gmail.com](mailto:borys.home@gmail.com)*

*Iryna Rudenka, expert-hemologist, forensic expert<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Dnipropetrovsk Scientific and Forensic Expert Center, deadlock Budivelnny, 1, Dnipro, Ukraine*

<sup>2</sup>*State Scientific-Forensic Expert Forensic Center, 03170, str. Velyka Kiltseva, 4, Kyiv, Ukraine*

**Анотація.** Особливості судової експертизи перлів в Україні визначаються критеріями ідентифікації якості, ієрархічними організаційними структурами ринку і законодавством України.

**Ключові слова:** судова експертиза, перли, імітація, культивация, вартість, преїскуранти

**Abstract.** Features of forensic examination of pearls are defined by criteria of identification of quality, hierarchical organizational structures of the world market and legislative acts of Ukraine

**Keywords:** forensic examination, pearls, imitation, cultivation, cost, price lists

Перли завдяки своїм естетичним характеристикам є одними з найбільш затребуваних каменів у світі. Вони не потребують ніякої додаткової обробки, що пояснюється їх тривалим (близько 6000 років) застосуванням у ювелірній справі та декоративно-прикладному мистецтві. Попит на перли постійно зростає на тлі вичерпання природних запасів. Тому зараз, головним чином, використовуються культивовані та штучні перли.

Під терміном «перли» розуміється природне утворення, не пов'язане з діяльністю людини. Для інших генетичних типів необхідно конкретизувати походження в їх назві, тобто «культивовані перли» та «штучні перли».

Відповідно до законодавства України перли (як

природні так і культивовані) належать до дорогоцінного каміння органогенного утворення. При цьому на території України перли не видобувають і не вирощують.

У країнах-імпортерах культивовані перли не є дорогоцінним каменем. Тому, як тільки перли перетинають український кордон, вони відразу ж відповідно до закону набувають статусу дорогоцінного каменю. Але довести, що він є таким законодавчо неможливо, тому що немає державних стандартів.

Існуючі суперечності в ринкових відносинах з іншими країнами і відсутність підзаконних актів породжують тупикові ситуації в судовій експертизі. У зв'язку з цим розглянемо особливості судової експертизи перлів з урахуванням реальної ситуації.

Відповідно до принципу збереження речових доказів руйнівні методи, що можуть застосовуватись в судовій експертизі, вкрай обмежені, або навіть заборонені.

Судова гемологічна експертиза перлів проводиться в два етапи.

На першому етапі визначається назва речовини – перли або імітація. Відрізнити перли від імітації можливо навіть при візуальному огляді. У разі необхідності однозначно це завдання вирішує рентгенівська мікротомографія. Іноді експерти, враховуючи особливі запобіжні заходи щодо порушення якості об'єкта, використовують руйнівні методи – визначення твердості, випробування 3 % соляною кислотою.

При негативному результаті попереднього тестування складається висновок про результати ідентифікації представленого об'єкта як імітації перлів, подальше дослідження (визначення матеріалу та його вартості) не проводиться.

Другий етап здійснюється при позитивному результаті, коли досліджувана речовина визначена як перли. При подальшому дослідженні визначається якість перлів, походження, спосіб вирощування і вартість.

Якість перлів визначається за шістьма характеристиками: колір, блиск, розмір, форма, товщина

перламутрового шару, характер поверхні.

Вартість перлів

Процес визначення вартості об'єктів дослідження регламентується Законом України «Про оцінку майна, майнових прав та професійну оціночну діяльність в Україні» та Національним стандартом 1 «Загальні засади оцінки майна і майнових прав».

Ринок перлів формується за схемою: організації-виробники – великі оптовики – дрібні оптовики – роздрібний продаж. Звідси преїскуранти з різними назвами: оптові, роздрібні, закупівельні тощо.

Преїскуранти впорядковують ціни, але насправді, як зазначають фахівці, вони існують для того щоб розіграти ринок. В умовах ринкової економіки ціна на перли визначається переважно попитом, тісно пов'язаним з модою і рекламою. Відомо, що закордонні преїскуранти, як правило, завищують ціни в 1,5 рази. Тому, такі преїскуранти відображають лише запитувану ціну і передбачають можливу знижку, яка є обов'язковим елементом торгів.

Так в роздрібній торгівлі, тобто продавець завжди готовий зробити знижку до 10%, директор до 15%, власник (засновник) на свій розсуд. Такі маркетингові схеми практикується у фірмових торгових центрах.

Отримати уявлення про вартість перлів в роздріб можна з мережі Інтернет, тут же можливо зібрати матеріал для аналізу ринку по регіонах. Складніше, вірніше дорожче, отримати преїскуранти на сайтах комерційних організацій «Gem Key Market Monitor by Palmieri», «Michelsen Gemstone Index», «Gemstone Price Reports» за відповідну оплату.

Висновок

Судова гемологічна експертиза дозволяє з великою точністю ідентифікувати перли, визначити їх якість і встановити спосіб вирощування. Вартість перлів визначається місцем угоди в ієрархічній організаційній структурі ринку (великий опт, дрібний опт, роздріб, скупка), яка коливається в значних межах.

УДК 904.2

### КАМ'ЯНІ ВСТАВКИ У ПРИКРАСИ (ЗА АРХЕОЛОГІЧНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ X – XIII СТ. КИЄВА) *STONE INSERTS IN JEWELRY (ACCORDING TO ARCHAEOLOGICAL SOURCES OF THE 10TH - 13TH CENTURIES FROM KYIV)*

**Журухіна Олена Юріївна**, завідувач науково-дослідного відділу, ORCID 0000-0002-1768-3747, [lenzhurukh@gmail.com](mailto:lenzhurukh@gmail.com)  
Музей історії Десятинної церкви, 01001, вул. Обсерваторна, 21А, м. Київ, Україна

*Olena Zhurukhina, Head of scientific research department, ORCID 0000-0002-1768-3747, [lenzhurukh@gmail.com](mailto:lenzhurukh@gmail.com)  
Museum of Desiatynna church history, 01001, Observatorna str. 21 A, Kyiv, Ukraine*

**Анотація.** У статті розглянуто окрему категорію виробів – кам'яні вставки у прикраси, знайдені під час археологічних досліджень давньоруських поховань та культурних шарів на території Києва. Увага приділена морфологічній та технологічній характеристикам предметів, питанням шляхів надходження сировини та готових виробів, а також вподобанню певних типів цієї категорії прикрас.

**Ключові слова:** Давня Русь, вставки, коштовне каміння  
**Abstract.** The article discusses one of the categories of jewelry – stone inserts found during archaeological research in Kyiv. The morphological and technological characteristics of objects, ways of delivery of raw materials and products, as well as preferences of certain types of inserts are considered.  
**Keywords:** Ancient Rus', inserts, gemstone

Однією з основних сфер застосування коштовного каміння було їхнє використання в ювелірних виробках у якості вставок [2, с. 6, 8]. За часів середньовіччя вставками оздоблювали різноманітні речі – прикраси (персні, підвіски, булавки, браслети), посуд, елементи одягу, церковне начиння (книги, хрести, оклади ікон), меблі (шафи, скрині), зброю та архітектурні споруди. Іноді коштовне каміння замінювали кольоровим склом, тоді скляні вставки або імітували за кольором коштовне каміння (безбарвне, червоне) або доповнювали кольорову гаму (синій, зелений) [2, с. 9]. Під час археологічних досліджень зафіксовано кілька десятків вставок, знахідки яких розподілено у двох хронологічних періодах: у складі інвентарю поховальних пам'яток кінця X – початку XI ст. та культурному шарі XII – XIII ст.

На підставі археологічних знахідок давньоруського часу (X – XIII ст.) можна простежити динаміку побутування вставок. Матеріал, з якого виготовлені вставки – це каміння, а саме представники групи кварцу (гірський криштал та аметист), викопні смоли, серед яких найбільше цінували бурштин, а також штучний матеріал – кольорове скло (рис. 1).

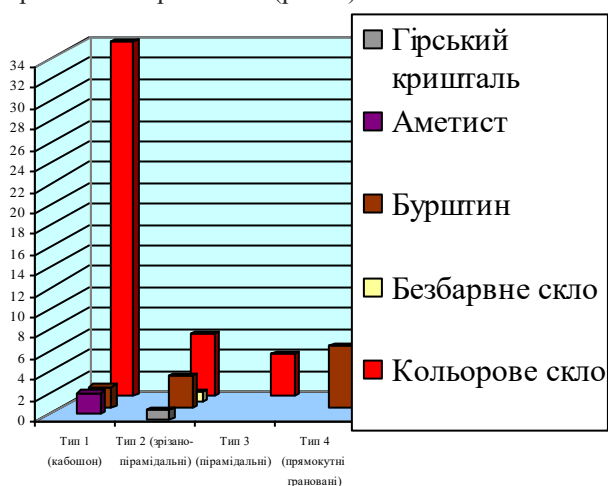


Рис. 1. Співвідношення кількості вставок певного типу до матеріалу, з якого вони виготовлені

До першого хронологічного періоду можна віднести знахідки 3 вставок з коштовного каміння та 1 екземпляр зі скла. У поховальній камері X ст. (парне поховання, можливо, з конем) серед багатого інвентарю (намисто, навершя шолому, умбон щита, металева фурнітура для паска, срібні накладки для оздоблення дерев'яних чаш, залізні предмети) зафіксовано вставку у перстень трапецієподібної (зрізано-пірамідальної) форми з прозорого безбарвного каміння, скоріше за все, з гірського кришталю. Вставка складається з двох частин, між якими знаходився прошарок червоної речовини, яка під дією повітря перетворилась на порошок [4, с. 12; 5, с. 8]. Аналоги такої вставки зафіксовано у шарах середньовічних міст Поволжя [12, с. 82].

Ще одне місце фіксації – камерне поховання кінця X – першої половини XI ст., де знайдена прямокутна у плані вставка з безбарвного прозорого скла (рис. 2, 1), яка зверху по контуру огранена й складається з двох пластин – нижня має залишки золотої фольги, розмірами

0,9x0,7x0,2 см, а також дві аметистові вставки у персні (рис. 2, 2–3) овальної у плані форми, плоско-опуклі (кабошони), розмірами 0,8 x 1,0 см та висотою 0,5 см [7, с. 70, рис. 5, 24].

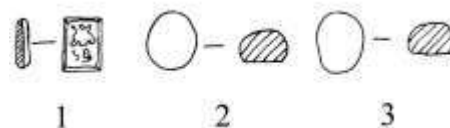


Рис. 2. Основні форми вставок

«Забарвлення» за допомогою металевої фольги безбарвної скляної основи – все це може вказувати на імітацію вставки з коштовного каміння, як, наприклад, намистини з металевою фольгою могли нагадувати перли. Металеву фольгу підкладали під коштовне каміння для збільшення блиску, а для безбарвного каміння фольгу фарбували кольоровими лаками для надання виробу забарвлення. Такий спосіб відомий ще з елліністичного періоду [1, с. 376–377]. Аналоги двошаровим вставкам з гірського кришталю, між частинами якого містився пофарбований шар, зафіксовано також на пам'ятках Русі більш пізнього часу – з другої половини XIV ст. – коли вони вважаються імпортом із Західної Європи [2, с. 14].

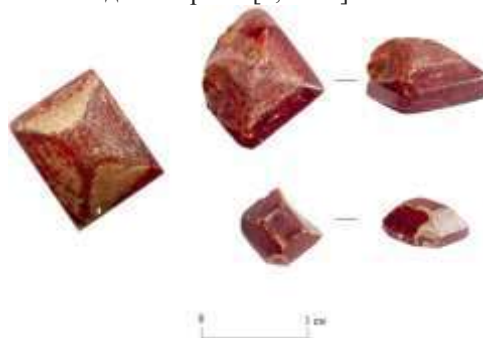


Рис. 3. Вставки

У Східній Європі за часів середньовіччя круглі та овальні у плані плоско-опуклі вставки (у вигляді кабошонів) були доволі поширені й зустрічаються у шарах з XI ст. [11, с. 197–198]. Аметист, як і гірський криштал, порівняно з іншими представниками групи кварцу, більш прозорий та блискучий. Родовища досить розповсюджені, тому визначити напрямки надходження прикрас складно. Найбільшою популярністю у середньовіччі користувалися середньо- та центральноазійські місця видобутку [12, с. 12, 34–36, 39].



Рис. 4. Ювелірні вироби

Другий хронологічний період відзначений більш

численними знахідками. Вставки з гірського кришталю в археологічних комплексах не простежено (одиночний випадок зі знахідками прикрас з аметистом), натомість, зафіксовано велику кількість бурштинових та скляних виробів.

Бурштинові вставки для металевих перснів виявлені при дослідженні ремісничих комплексів на Київському Подолі (вул. Щекавицька, 25–27 та вул. Покровська, 7) [6, с. 125–127; 8, с. 80, 100–102]. Серед них можна виділити овальні пласко-опуклі (кабошони) та прямокутні грановані. Один із кабошонів, зроблений з напівпрозорого темно-червоного бурштину, мав розміри 18×20×8 мм. Розміри вставок прямокутної форми: 9–13×6–9×3–4 мм і зроблені з прозорих сортів бурштину помаранчевого кольору. Всі екземпляри вставок з бурштину прямокутної гранованої форми (9–13 х 6–9 х 3–4 мм) з яскраво-помаранчевого прозорого бурштину (6 екземплярів) [6, с. 126], не відшліфовані (крім одного екземпляру). У цих майстернях крім обробки бурштину виготовляли й скляні вироби, про що свідчать знахідки браслетів, намистин, перснів, вставок у персні та численні уламки скляного посуду [6, с. 123, 130].



Рис. 5. Ювелірний виріб із вставками із коштовного каміння

Серед знахідок на території Михайлівського Золотоверхого монастиря (розкопки стовпа апсиди XII ст. у вівтарній частині собору) виявлені три вставки з бурштину (рис. 3). Вони зрізано-пірамідальної форми яскравого темно-помаранчевого кольору, вкриті кіркою вивітрянання. На одному екземпляріві помітні сліди від дії пилки для різання. Предмети знайдено з іншими речами для прикрашання церковного начиння (вставки з кольорового скла пласко-опуклої та зрізано-пірамідальної форми, мідні та бронзові цвяшки, шляпка декоративного цвяшка напівсферичної форми, срібні з позолотою оправы для каміння, шматки необробленого бурштину) [7, с. 78], що може вказувати на використання бурштинових вставок разом із цими речами для оздоблення окладу книги чи ікони [7, с. 78].

#### Список використаних джерел

Абу-р-Райхан Муххамед ибн ал-Бируни. Собрание сведений для познания драгоценностей (минералогия). – Москва: Издательство Академии наук СССР, 1963.

Аксентон Ю.Д. «Дорогие камни» в культуре Древней Руси (по памятникам прикладного искусства и литературы XI – XV вв.): автореф. дис. на соискание ученой степени канд. ист. наук: спец. 07.00.06 «Археология» – Москва, 1974.

Богданова Т. Формування колекції мистецької спадщини Михайлівського Золотоверхого собору в фондах Державного історико-архітектурного заповідника «Стародавній Київ» / Культурна спадщина Києва: дослідження та охорона історичного середовища. Михайлівський Золотоверхий монастир. Ювілейний випуск, присвячений 900-річчю.

Треба згадати знахідку ювелірного скарбу на території Михайлівського Золотоверхого монастиря, що походить з ями XII – XIII ст., до складу якого, ймовірно, входили дві золоті каблучки XII ст. (рис. 4) зі вставкою (аметист) та ланки золотого фестончатого браслета XIII – XIV ст. (рис. 5) з округлими (діаметром близько 5 мм) прозорими вставками фіолетового та бузкового кольору. Речі зі скарбу знаходяться в експозиції Музею історії Михайлівського Золотоверхого монастиря. Дані РФА дозволяють висловити припущення про належність каменю з браслета до групи кварцу, одним з найпоширеніших каменів якої у Давній Русі були аметисти [7, с. 172, 183–184; 3, с. 114].

Найвний археологічний матеріал дозволяє створити уявлення про спосіб тримання вставок у прикрасах: камінь закріплювали або за допомогою лапок, або вкладали у глухий каст. У заповненні однієї з майстерень (по вул. Щекавицька, 25–27) знайдено пірофілітову формочку для відливання бронзових виробів, яка являла собою частини роз'ємної форми зі вставним стрижнем для виготовлення щиткових перснів з круглою вставкою у центрі та імітацією зерні по боках, також там були зроблені прорізи для лапок, щоб тримати вставку [8, с. 80, 92–94, 100–103].

Можна звернути увагу на схожість вставок з різного матеріалу за формою (див. рис. 1). За археологічними даними Сілезії (у межах сучасної Польщі) при порівнянні скляних предметів з бурштиновими прикрасами, що побутували одночасно, було простежено схожість як за формою, так і за декором, що можна пояснити як модою або наданням предмету певного ідеологічного змісту, так і заміною коштовної сировини більш дешевою й доступною покупцю [13, р. 43].

Треба зазначити, що основна маса бурштину з комплексів XII – XIII ст. належить до місцевих сортів, що було виявлено за результатами мінерально-геохімічних досліджень, проведених у Київському Національному університеті імені Тараса Шевченка (геологічний факультет) [9, с. 19; 10, с. 304–306].

Ремісничі комплекси кінця XII ст. могли бути багатопрофільними і пов'язаними із ювелірною справою, а також склоробним виробництвом та обробкою бурштину. Із розвитком власного склоробства на території Давньої Русі, й Києва зокрема, зростає виробництво скляних вставок у персні, а також самих перснів разом із іншими типами прикрас. Каміння (гірський кришталю, аметист, сердолик), поклади яких переважно знаходяться за межами Київської Русі, замінює більш дешевий та доступний матеріал – скло, а у випадку із сердоликом – також і бурштин.

– Київ: Фенікс, 2008. – С. 109–118.

Боровський Я.Е., Калюк А.П., Сыромятников А.К., Архипова Е.И. Археологические исследования в «Верхнем Киеве» в 1988 году. (Отчёт о раскопках по ул. Большая Житомирская, 2 и наблюдениях за земляными работами) / Науковий архів Інституту археології НАН України, ф.е. 1988/17.

Боровський Я.Є., Калюк О.П. Дослідження київського дитинця // Стародавній Київ. Археологічні дослідження 1984–1989 рр.: Зб. наук. праць. – Київ, 1993. – С. 3–42.

Івакін Г.Ю., Козубовський Г.А. Дослідження південної частини Подолу в 1984–1985 рр. // Стародавній Київ. Археологічні дослідження 1984–1989 років: Зб. наук. праць. – Київ, 1993. – С. 104–133.

Івакін Г.Ю., Козубовський Г.А., Козюба В.К., Поляков С.Є., Чебановський А.А., Чміль Л.В. Науковий звіт про архітектурно-археологічні дослідження комплексу Михайлівського Золотоверхого монастиря в місті Києві у 1996–1997 рр. Том I. Науковий архів Інституту археології НАН України, 1998/92.

Івакін Г.Ю., Степаненко Л.Я. Раскопки северо-западной части Подола в 1980–1982 гг. // Археологические исследования Киева 1978–1983 гг.: Зб. наук. праць. – Київ, 1985. – С. 77–105.

Нестеровський В.А., Журухіна О.Ю. Коштовне каміння Київського Подолу XI – XIII століть. Повідомлення 1. Бурштин // Коштовне та декоративне каміння. – 2015. – № 1. – С. 16–20.

Нестеровський В.А., Журухіна О.Ю. Технологія обробки бурштину у давньоруський час // Археологія і давня історія України. – 2017. – Вип. 1(22). – С. 302–308.

Полубояринова М.Д. Стекланные изделия Болгарского городища / Город Болгар. Очерки ремесленной деятельности. – Москва: Наука, 1988, с. 151–219.

Полубояринова М.Д. Украшения из цветных камней Болгара и Золотой Орды – Москва, 1991.

Pankiewicz A., Siemianowska S., Sadowski K. Wczesnośredniowieczna biżuteria szklana z głównych ośrodków grodowych Śląska (Wrocław, Opole, Niemcza) – Wrocław: Instytut Archeologii Uniwersytetu Wrocławskiego, 2017.

УДК 549.091

### КОШТОВНЕ КАМІННЯ ТА ЛІТОТЕРАПІЯ THE PRECIOUS STONES AND LITHOTHERAPY

**Нестеровський Віктор Антонович**, доктор геологічних наук, професор, директор Геологічного музею<sup>1</sup>, [v.nesterovski@ukr.net](mailto:v.nesterovski@ukr.net)

**Дрозд Тетяна Іванівна**, кандидат геологічних наук, експерт-геомолог, [drozdt05@gmail.com](mailto:drozdt05@gmail.com)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ІНІ «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 03022, вул. Васильківська, 90, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>ПТ «ЕВ.РО. Ломбард «ЕВ.РО. Фінанси ЛТД і КОМПАНІЯ» (м.Київ), Громадська організації «Науково-дослідний центр «Незалежна експертиза»» (м. Полтава)

*Viktor Nesterovskiy, Doctor of geological sciences, director of the Geological Museum, Professor<sup>1</sup>, [v.nesterovski@ukr.net](mailto:v.nesterovski@ukr.net)*  
*Tetiana Drozd, PhD in Geology<sup>2</sup>, [drozdt05@gmail.com](mailto:drozdt05@gmail.com)*

<sup>1</sup>*Institute of Geology of National Taras Shevchenko University of Kyiv, 03022, Vasylkivska str., 90, Kyiv, Ukraine*

<sup>2</sup>*The Public organization «Scientific-Research Center», «Expert examination»*

**Анотація.** В даній публікації розкривається поняття літотерапії, її головні напрямки, сутність впливу на організм людини та визначення її місця в повсякденному житті.

**Ключові слова:** літотерапія, коштовне каміння, мікроелементи, електромагнітне поле, кольорові трансформації

**Abstract.** This publication discloses the concepts of lithotherapy, its main directions, the effect on the human body and the determination of its place in life.

**Keywords:** lithotherapy, precious stones, trace elements, electromagnetic field, color transformations

Що ж це наука? І чи дійсно має право на існування?

Літотерапія (або лікування мінералами та каменями) не має в своїй основі чітких наукових доказів, але у світі існує безліч її послідовників. Як можна підтвердити або спростувати переконання про те, що кожен камінь має

певні лікувальні властивості і здатний впливати на емоційний та фізичний стан людини, а також на її свідомість. Нині під літотерапією розуміють, в першу чергу, психотерапевтичний вплив каменів на організм людини, про що було відомо ще в стародавні часи. Найбільших результатів в цій галузі досягли тибетські ламы. Чи жарт, але ці монахи постійно використовують в лікувальній практиці понад 100 мінералів, і за відгуками їх пацієнтів – виліковують близько 400 хвороб. Також майстерними знавцями славляться китайські літотерапевти, які використовують камені для підвищення життєвої сили, вирівнювання внутрішньої енергетики людини і зняття фізичних болів [1].

Індійські йоги широко застосовують натуральні камені для створення свого роду аури і щитів, огорожуючи людину від негативних полів і випромінювань.

Як би дивно це не звучало, але сьогодні досить багато

кваліфікованих медиків та професіоналів у сфері мінералогії, анітрохи не сумніваються в цілющих властивостях природного каміння.

Лікувальні властивості мінералів були дискредитовані в деяких країнах Європи та в Радянському Союзі, але в багатьох країнах Сходу та Південно-Східної Азії вони завжди використовувались людиною для лікування, захисту, поліпшення якості життя.

Що ж відбувається в наші часи? Завдяки великій зацікавленості у позитивному впливі каменів на людину – попит на літотерапію зріс. На чому ж базуються лікувальні властивості каменів.

Це можна пояснити наступним:

1. Особливостями хімічного складу та кристалічної структури;
2. Наявністю власного електромагнітного поля;
3. Кольоровими трансформаціями.

Мікроелементи, як і електромагнітне поле, є невід'ємною частиною мінералів, що формувалися в земній корі протягом багатьох млн. років. Оскільки в сучасній медицині в лікувальних цілях використовують електромагнітне поле, а до складу багатьох препаратів входять мікроелементи, то якоїсь особливої магії в цьому немає. І лікувальні властивості каменів з цих позицій достатньо легко пояснити.

Мінерали – це природні хімічні сполуки певної структури. В них містяться хімічні елементи в різних кількостях і різних сполуках. Вони по різному розміщуються в кристалічній решітці і тому вони всі різні за оптичними, механічними, електричними, магнітними та іншими властивостями, що робить світ мінералів нескінченно різноманітним. В той же час багато ліків, а також лікувальні грязі, мінеральні води у своїй основі або домішках містять одні й ті самі хімічні елементи, що містяться в мінералах. Саме цим більшість прихильників літотерапії і пояснюють застосування мінералів в якості лікувальних засобів. Крім того, вже доведено, що навколо кожного мінералу існує певне електромагнітне поле. Дозований вплив такого поля може призводити до змін на тонкому енергетичному рівні, подібно принципу дії гомеопатичного препарату. Це стимулює оновлення фізіологічних функцій та відновлює процеси в уражених органах та тканинах.

Усі сучасні методики лікування коштовним камінням можна поділити на 3 головні напрямки: самоцвітна кольоротерапія, контактна літотерапія та енергетична кристалотерапія [2].

Самоцвітна кольоротерапія базується на впливі кольорового спектру і його оптичних явищ (інтерференції, дисперсії, дифракції, заломлення, відбиття, рефракції, розсіювання, поглинання тощо) на психофізичний стан здорового та ураженого організму. Зародження цього напрямку було в Індії. Усе тіло людини було поділене на чакри, яким відповідали певні кольори каменів. З фізичної точки зору самоцвітну терапію легко можна пояснити. Око людини перетворює електромагнітні хвильові поступальні рухи світла в кольори. Людина може бачити в межах спектрів семи основних - червоний, помаранчевий, жовтий, зелений, блакитний, синій, фіолетовий та безліч додаткових

відтінків. Кольори, залежно від психоемоційного сприйняття поділяються на теплі та холодні, заспокійливі та збуджуючі, глибокі та поверхневі, радісні та пригнічуючі і т.д.

В основі контактної літотерапії закладені фізико-хімічні властивості мінералів. В першу чергу до цього відносяться невидимі електромагнітні випромінювання в діапазоні ультрафіолетових та інфрачервоних хвиль, електростатичне поле, магнетизм, елементний склад, а також невисока радіоактивна енергія, що дорівнює біологічному дозуванню людського організму. На сьогоднішній день ми не маємо інструментальної бази для вимірювання дозування та часу дії енергій на організм людини. А тому при контактній літотерапії необхідно знати абсолютні значення цих енергій і мати високу кваліфікацію оператора. Спеціаліст-оператор виступає з однієї сторони як діагност, а з іншої – природнім датчиком. Літотерапевту необхідно із сотень варіантів абсолютних значень електромагнітних коливань мінералів вибрати одне, що співпадає з коливаннями ураженого органу. Особливе значення має кваліфікація літотерапевта при використанні їм слаборадіоактивних мінералів. До останніх відносяться такі мінерали, як флюорит, сердолик, чароїт та інші.

Як приклад, можна привести застосування кременю в якості ефективного природного фільтра та активатора води. Цю породу застосовують також для підготовки води, призначеної для проведення бальнеологічних процедур та виготовлення лікарських препаратів. Настояну на кремені воду використовують в різних видах промислового харчового виробництва (пива, алкогольної продукції, крохмалю та інші.) [3].

Кристалотерапія заснована на природній енергії кристалів і, як правило, є безконтактною. Потужна енергія, за думкою кристалотерапевтів, є не у всіх кристалів. Основними кристалами-лікарями є кварц та його різновиди, турмалін, топаз, берил, флюорит та інші. Встановити певну фізичну суть кристалотерапії вченим поки що не вдалося, але на нашу думку, вона лежить в площині кристалічної будови мінералів та особливостей розташування в кристалах оптичних осей.

*Висновки.* Основне питання, що постає - чи є майбутнє у літотерапії!? Вважаємо, що в якості допоміжного засобу – так, як основного – ні. Не варто виключати із свого життя літотерапію, адже вона багато в чому здатна покращити наше життя! Правильно підібрані мінерали – це вірні друзі. Їм під силу підняти настрій, самопочуття, збільшити самооцінку, запобігти неприємностей, відновити захисні сили організму, підкоректувати біополе та багато чого іншого! Хтось скаже, що це ефект плацебо! І матиме на це повне право. Але ж якщо є внутрішнє переконання у дієвості лікувальних властивостей каменів, то чому би ними і не скористатися!

В своєму прояві містика коштовних каменів мабуть найбільш приваблива та різноманітна. Межа між можливим і дійсним проходить через нашу свідомість. Безсумнівним залишається світ природи навколо нас, що є безмежним та мінливим, як і розуміння його кожною окремою людиною. В прикінцевому абзаці хотілось би

навести слова Костянтина Паустовського: «Мы живем в  
громадном, плохо разгаданном мире и топчем камни...,  
не подозревая, что знакомство с ними обогатило бы наш

опыт во всех областях жизни».є сьогодні актуальні, як і в  
давнину.

Список використаних джерел

Ктениди Р.И. Литотерапия - лечение камнями и минералами / Р.И. Ктениди.- Одесса, 2003.- 192с.

Нестеровский В.А., Свитко Е.В. Лечебные свойства драгоценных камней/ В.А. Нестеровский, Е.В. Свитко // Первая  
международная конференция/Декоративные и драгоценные камни. - Киев, 1999.- С. 113 .

Дрозд Т.І. Конкретні силіцити Волино-Поділля та їх гемолого-економічна оцінка: дис. кандидата геол. наук:  
04.00.19 - Дрозд Тетяна Іванівна. – К., 2016. – 156 с.

УДК 73+552.12

### МОРФОЛОГІЯ ТА РЕЧОВИННИЙ СКЛАД НОВОУТВОРЕНЬ НА АЛЕБАСТРОВІЙ ХРЕСТИЛЬНИЦІ (З ФОНДІВ ПІДГОРЕЦЬКОГО ЗАМКУ)

*MORPHOLOGY AND THE REAL COMPOSITION OF TUMORS ON THE ALABASTER BAPTISTERY (FROM THE  
FOUNDATIONS OF PIDHIRTSI CASTLE)*

**Фоміна Олена Володимирівна**, аспірантка кафедри «АТР»<sup>1</sup>, ORCID 0000-0001-7526-8501, [olenafomina.70@gmail.com](mailto:olenafomina.70@gmail.com)

**Борняк Уляна Іванівна**, кандидат геологічних наук, доцент<sup>2</sup>, ORCID 0000-0003-1214-4821, [u.bornyak@ukr.net](mailto:u.bornyak@ukr.net),

**Кочубей Вікторія Віталіївна**, кандидат хімічних наук, доцент кафедри фізичної, аналітичної та загальної хімії<sup>1</sup>, ORCID  
0000-0003-1537-3953, [vicvitkoch@gmail.com](mailto:vicvitkoch@gmail.com),

<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери 12, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка, Геологічний факультет, 79005, вул. Грушевського, 4, м.  
Львів, Україна

*Olena Fomina*, postgraduate student at the Department of Architecture and Restoration<sup>1</sup>, ORCID 0000-0001-7526-8501,  
[olenafomina.70@gmail.com](mailto:olenafomina.70@gmail.com)

*Ulyana Bornyak*, PhD in Geology, associate professor<sup>2</sup>, ORCID 0000-0003-1214-4821, [u.bornyak@ukr.net](mailto:u.bornyak@ukr.net)

*Victoria Kochubei*, PhD, associate professor of the Department of Physical, Analytical and General Chemistry<sup>1</sup>, ORCID 0000-  
0003-1537-3953, [vicvitkoch@gmail.com](mailto:vicvitkoch@gmail.com)

<sup>1</sup>Lviv Polytechnic National University, S. Bandera Street, 12, Lviv, Ukraine

<sup>2</sup>Ivan Franko National University of Lviv, Geology faculty, 79005, Hryshchivsky Str., 4, Lviv, Ukraine

**Анотація.** У статті проаналізовано стан збереженості  
алебастрової хрестильниці з фондів Підгорецького замку.  
Встановлено зв'язок між речовинним складом,  
структурою кам'яного матеріалу хрестильниці та  
характером руйнувань та новоутворень по ньому.  
Результати досліджень підтверджено фото-, мікро-  
фіксацією та результатами термогравіметричного  
аналізу.

**Ключові слова:** алебастр, гіпс, хрестильниця,  
Підгорецький замок, вторинні утворення

**Abstract.** The article analyses the conservation state of  
alabaster font from the holdings of Pidhirtsi Castle. Two  
types of new formations were discovered and their  
mineralogical composition was identified. The research  
results are confirmed by microphotographs and results of  
thermogravimetric analysis.

**Key words:** alabaster, gypsum, font, Pidhirtsi Castle, new  
formations

**Проблематика.** Питання про вторинні утворення саме  
на алебастрових виробках та процеси деструкції, що з  
ними пов'язані, досі не розроблялись в реставрації.  
Причини і наслідки такого типу руйнування не  
встановлені. Актуальною є проблема вивчення, в першу

чергу, речовинного складу і морфології новоутворень з  
метою відтворення умов зберігання пам'яток мистецтва з  
алебастру аналізуючи їх пошкодження. На прикладі  
алебастрової хрестильниці з Підгорецького замку  
показано методику проведення таких досліджень.

**Мета:** встановити стан збереженості, знайти зв'язок  
між речовинним складом, структурою кам'яного  
матеріалу та характером руйнувань, визначити  
речовинний склад і морфологію новоутворень на  
алебастровій хрестильниці з колекції фонду  
Підгорецького замку.

**Опис та історичні відомості про алебастрову  
хрестильницю**

Згідно зі свідченнями працівників музею –  
алебастрову хрестильницю привіз в Підгорецький замок  
Борис Возницький, тодішній директор Львівської галереї  
мистецтв. Коли і звідки походить хрестильниця, немає  
жодних записів. Вона не числиться у фондах музею  
замку і немає інвентарного номера.

Висота хрестильниці 110 см, складена з двох частин:  
чаші та підставки. Чаша виконана з гіпсового каменю  
сіро-медового кольору. Використання гіпсового каменю  
для такого виробу вже саме по собі є унікальним, адже  
розмір кристалів гіпсу коливається від 1-2 мм до 10 см.,



вони чітко проглядаються на поверхні чаші (рис.1.) Мікроскопічно було зафіксовано кристали гіпсу розміром у декілька мм (рис. 2.). У внутрішній частині чаші збережені сліди від інструментів. Чаша круглої форми, плоска і профільована. Підставка зроблена у вигляді колони з білого з сірими прожилками алебастру. Має витончену форму, з широкою основою, що плавно звужується догори. Тіло підставки – оздоблене поясом акантового листа (рис.3).

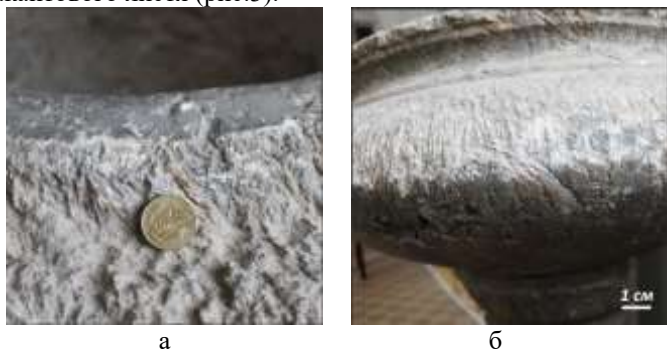


Рис. 1. Кристали гіпсу на поверхні чаші розміром від 1-2 см (а) до 10 см (б)

#### Стан збереженості

Забруднення. Пам'ятка повністю покрита нашаруванням пилових забруднень та чорною патиною. В заглибленнях і кавернах на субстраті каменю зафіксовано сліди органіки (рис.4). Під час мікро-фіксації виявлено плями оксиду заліза (рис. 5). Також, наявні набризи вапняного розчину та білої олійної фарби.

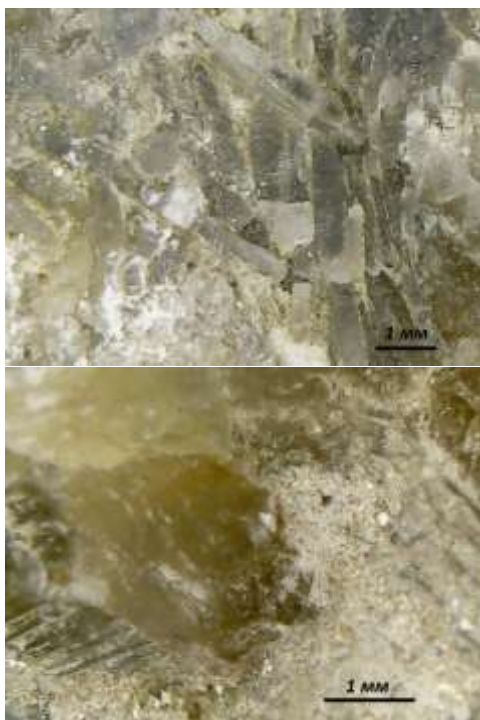


Рис. 2. Дрібні кристали гіпсу на поверхні чаші

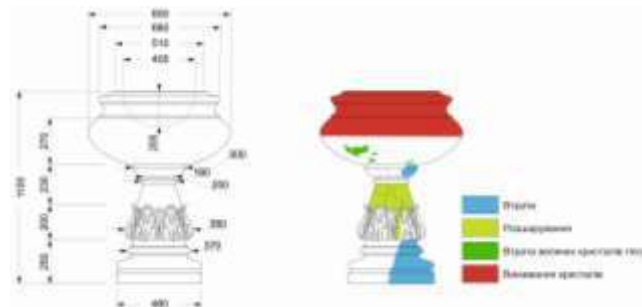


Рис. 3. Обмірні креслення та картограма втрач алебастрової хрестильниці



Рис. 4. Сліди органіки



Рис. 5. Плями оксиду заліза

*Руйнування.* Наявні чисельні дрібні та великі тріщини, сколи. Одна глибока наскрізна тріщина на підставці хрестильниці, утворена внаслідок механічного тиску (рис. 6). Між великими кристалами гіпсу на чаші утворились порожнини, які заповнюються пиловими забрудненнями, дрібними комахами та павуками. На підставці фіксується суцільна кірка, що утворилась на алебастрі. Також, спостерігається розшарування цієї кірки, тріщини та новоутворення по тріщинах. Зовні кірка відшарувань є твердою, однак всередині камінь розсипчастий, перетворюється на порошокоподібну масу, легко руйнується (рис. 7).



Рис. 6. Глибока тріщина на підставці хрестильниці та суцільна кірка новоутворень

Рис. 7. Розшарування кірки на алебастрі, тріщини та новоутворення по тріщинах

На поверхні гіпсової чаші хрестильниці чітко видно процес вимивання кристалів гіпсу та утворення рівчаків за напрямом стоку дощової води (рис. 8). При вимиванні більші кристали гіпсу втрапились, залишивши глибокі порожнини (рис. 9). Слід відмітити, що для чаші характерними є втрата окремих кристалів в наслідок розчинення і вимивання, а для підставки – формування новоутворень. Поверхня каменю розчинилась приблизно на 3-4 мм. Повністю зруйновано обрис чаші. Відколота частина верхнього валика та бази підставки.

*Умови зберігання.* Типи забруднень і пошкоджень, які є зафіксовані на хрестильниці вказують на те, що впродовж тривалого часу, вона знаходилась на відкритому повітрі, в несприятливих кліматичних умовах. Зараз хрестильниця перебуває у холі Підгорецького замку, при вході. Відносна вологість приміщення 60 %, температура коливається від +10 до +15 °С.



Рис. 8. Наслідки розчинення та вимивання гіпсу під впливом атмосферних опадів

Рис. 9. Утворення порожнин після випадіння великих кристалів гіпсу

Візуально визначено два типи новоутворень: суцільні кірки та виступаючі ділянки, які піднімаються над рівнем

поверхні на 1-2 мм, і приурочені до тріщин (рис. 7). Мікроскопічні дослідження (у відбитому світлі) показали, що новоутворення являють собою скупчення забруднень (пил, волокна) з дрібнокристалічною масою, або з окремими кристалами (рис. 10). Виступаючі новоутворення є пористі, розсипчасті, легко руйнуються., кірка ж навпаки – суцільна і міцна, до моменту розтріскування. В тріщинах, що утворились часто фіксуються живі організми (рис. 11.)



Рис. 10. Вигляд новоутворень під мікроскопом (у відбитому світлі)

Рис. 11. Фіксація живих організмів в структурі новоутворень

Оскільки матеріал підставки не однорідний (білий з сірими прожилками). Нами було встановлено зв'язок між речовинним складом, структурою алебастру та характером новоутворень по ньому. При мікроскопічному дослідженні в шліфі встановлено, що структура агрегатів алебастру дрібнозерниста, а серед кристалів гіпсу фіксуються ділянки скупчення дрібнозернистих карбонатів з незначними домішками глинистих мінералів. Саме вони формують сірі ділянки і надають алебастру неоднорідного забарвлення.

Мікроскопічні дослідження були підтверджені термічним аналізом, який проводили на дериватографі Q-1500D системи «Паулік – Паулік-Ердей», з'єднаного з персональним комп'ютером в інтервалі температур 20-1000 °С. Зразок аналізували в динамічному режимі зі швидкістю нагрівання 5 С/хв. Маса зразків становила 500 мг, еталонною речовиною був алюміній оксид.

Результати комплексного термогравіметричного (TG), диференційного термогравіметричного (DTG) та диференційного термічного (DTA) аналізів представлені у вигляді термограми (рис. 12, таб. 1)

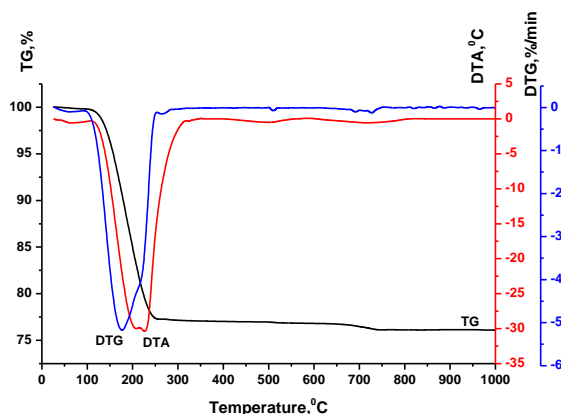


Рис. 12. Термограма зразка алебастру

Незначна втрата маси зразка (0,32 %) в температурному інтервалі 20 – 110 °С, на першій стадії термолізу, відповідає виділенню адсорбованої зразком вологи. Інтенсивна втрата маси зразка в температурному інтервалі 110 – 337 °С, на другій стадії термолізу, яка супроводжується появою подвійного ендотермічного ефекту, відповідає втраті кристалізаційно зв'язаної гіпсом води. Перший ендотермічний ефект, з максимумом за температури 207 °С, відповідає втраті 1,5 молекули води. Наступний ендотермічний ефект з максимумом за температури 227 °С, пов'язаний з втратою 0,5 молекул води. Поступова втрата маси (0,36 %) в температурному 336 – 655 °С, на третій стадії термолізу, може бути зумовлена виділенням міжшарової води глинистими мінералами, частково присутніми у зразку. Цей процес супроводжується появою неглибокого ендотермічного ефекту на кривій ДТА. Втрата маси зразком в температурному інтервалі 655 – 753 °С, яка супроводжується ендотермічним ефектом на кривій ДТА, відповідає розкладу карбонатної складової зразка.

Таблиця 1 - Результати термогравіметричного аналізу зразка алебастру

Стадія	Температурний інтервал	Втрата маси, %
I	20 - 110	0,32
II	110 - 336	22,5
III	336 - 655	0,36
IV	655 - 753	0,61

#### Висновки

Існує зв'язок між речовинним складом, структурою кам'яного матеріалу хрестильниці та характером руйнувань та новоутворень по ньому. На поверхні гіпсової чаші хрестильниці фіксується процес розчинення, вимивання, втрати кристалів гіпсу. По всій поверхні алебастрової підставки відбувається формування суцільної кірки, але по сірих прошарках, що містять домішки карбонатного і глинистого матеріалу фіксується розтріскування, розшарування і формування виступаючих ділянок. Стан збереженості алебастрової хрестильниці є незадовільним і потребує реставраційного втручання.

#### Список використаних джерел

- Горшков В.С., Термография строительных материалов. Москва, 1968  
Климчук А.Б., Наседкин В.М., Каннингем К.И. Пещерные вторичные образования аэрозольный генезис. Киев, 1993.  
№3 (9)

UDK 553.635

### ALABASTER OF ARAGON: MONUMENTAL GLORIOUS PAST, THE WONDERFUL PRESENT AND THE FINE FUTURE

АЛЕБАСТР АРАГОНИ: СЛАВНЕ МОНУМЕНТАЛЬНЕ МИНУЛЕ, ЧАРІВНЕ СЬОГОДЕННЯ І ПРЕКРАСНЕ МАЙБУТНЄ

Jose Luis, Manager director<sup>1</sup>, [info@arastone.es](mailto:info@arastone.es)

Vasyl Guliy, Doctor of Sci., professor<sup>2</sup>, ORCID 0000-0002-7127-7045, [vgul@ukr.net](mailto:vgul@ukr.net)

Uliana Borniak, PhD in Geology, docent<sup>2</sup>, ORCID 0000-0003-1214-4821, [uliasa@lmu.edu.ua](mailto:uliasa@lmu.edu.ua)

Volodymyr Stepanov, PhD in Geology, docent<sup>2</sup>, ORCID 0000-0002-2223-5615, [stepanov@email.ua](mailto:stepanov@email.ua)

<sup>1</sup>ARASTONE S.L., 50770 Quinto de Ebro, Zaragoza, Spain

<sup>2</sup>Ivan Franko National University of Lviv Geology faculty, 79005, Hrushevsky Str., 4, Lviv, Ukraine

Луїс Хосе, управляючий директор, [info@arastone.es](mailto:info@arastone.es)

Гулій Василь Миколайович, доктор геолого-мінералогічних наук, професор<sup>2</sup>, ORCID 0000-0002-7127-7045, [vgul@ukr.net](mailto:vgul@ukr.net)

Борняк Уляна Іванівна, кандидат геологічних наук, доцент<sup>2</sup>, ORCID 0000-0003-1214-4821, [uliasa@lmu.edu.ua](mailto:uliasa@lmu.edu.ua)

Степанов Володимир Борисович, кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент<sup>2</sup>, ORCID 0000-0002-2223-5615, [stepanov@email.ua](mailto:stepanov@email.ua)

<sup>1</sup>ARASTON, 50770 Квінто де Ебро, Сарагоса, Іспанія

<sup>2</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка, Геологічний факультет, 79005, вул. Грушевського, 4, м. Львів, Україна

**Abstract.** Results of historical and art researches as well as studying of alabaster composition from different objects of Aragon are given in this presentation. The authors confirmed utilization of alabaster from deposits, which are located in the Basin of Ebro River, as possible sources of raw material during different historical epochs to build the Roma walls, to erect various building and to carve nice sculptures during the Renaissance. Authors carried out petrographic observation of alabaster from Aragon, its X-ray studying, measured hardness of alabaster and compare obtained and new data with Miocene alabaster from the Tyras'ka Formation. Modern utilization of alabaster together with new techniques is suggested on possible beginning of the new Golden Age for alabaster.

**Keywords:** alabaster, Aragon, Spain, Ebro, Rome walls, historical monuments, alabaster deposits, modern alabaster art

**Анотація.** В даній роботі наведено результати історичних, мистецьких та речовинних досліджень алебастру з різних

об'єктів Арагони. Підтверджено використання алебастру з покладів, які розташовані в долині ріки Ебро, як джерела сировини в різні історичні епохи для спорудження захисних стін часів Римської імперії і в епоху Ренесансу. Автори провели петрографічне вивчення алебастру з Арагони, його рентгенівське дослідження та вимірювання мікротвердості, і порівняння отриманих даних із наявними для алебастру з міоценових утворень Тираської світи. Сучасне використання алебастру в поєднанні з передовими технологіями вказує на можливу нову «золоту епоху» для алебастру.

**Ключові слова:** алебастр, Арагона, Іспанія, Ебра, Римські стіни, історичні пам'ятники, родовища алебастру, сучасне мистецтво алебастру

Aragon in its own history experienced numerous changes of fortune, including wars, invasions; replacement of religions, ideologies etc., but alabaster had stable popularity since ancient time up to present day. There is vague information about utilization of alabaster by Carthaginian, and then by Romans to build roads [6] or to make vessels from alabaster following the Greek and Egyptian examples. But now, we can see the biggest in scale evidences of its old application mainly as relics of Roman Wall (1st – 3th century CE) in Zaragoza Old Town [10] (Fig. 1). Alabaster as massive, fine grained variety of gypsum was popular material for this and other different purposes during the centuries in Aragon.

Owing to the Muslim conquest, architectural style of Zaragoza and surrounding places had been thoroughly changed by following rebuilding of previous religion, state and civil objects. But, due to erection of new alabaster palaces and walls Muslim Saraqusta (modern Zaragoza) was also called "Medina Albaida" (the White City).

Spain had been locked for more than a couple of centuries in those civil wars known as the Reconquista, which ended with the fall of the last Muslim kingdom of Granada in 1492 [11]. The monarchs oversaw the final stages of the Reconquista of Iberian territory from the Moors. During next centuries all sides of life had obtained big impulse. It was "Golden Age" for economy, cultural sphere and science. For a time, the Spanish Empire dominated the oceans, and Christopher Columbus became the first known European to reach the New World since Leif Ericson [2, 11]. It was violent growth of the Renaissance that Aragon's alabaster reached its "Golden Age".

Architectures and sculptors in Aragon chose alabaster for their best works due to its qualities and nearest locations of deposits. The valley of the Ebro River was estimated [1, 2] as a natural route for artists passing mainly to and from Italy, so Zaragoza was no stranger to the new style.

Monumental religion, civil and living building with wonderful alabaster decorations, panels and sculptures are objects of interest and delights not only among tourists, but popular for specialists. There are a number of routs to show and explain details for visitors about famous the Basilica of the Pilar (Zaragoza) and Huesca's Cathedral the with main alabaster altarpieces and gallery made by Damian Forment (1480-1540), and the La Seo Cathedral (1316), made with

white stone and decorated carving alabaster by Pere Johan and Piet D'Anso originally from Germany. One more famous example of alabaster application in the Renaissance style is the portal and façade-altarpiece of the Church of Santa Engracia (XV-XVI), which was began by Juan Morlanes and then the son Diego Morlanes or Forment carried it on [1, 2]. Now the Church is widely regarded as one of the most

important works of the early Renaissance in the Iberian Peninsula).

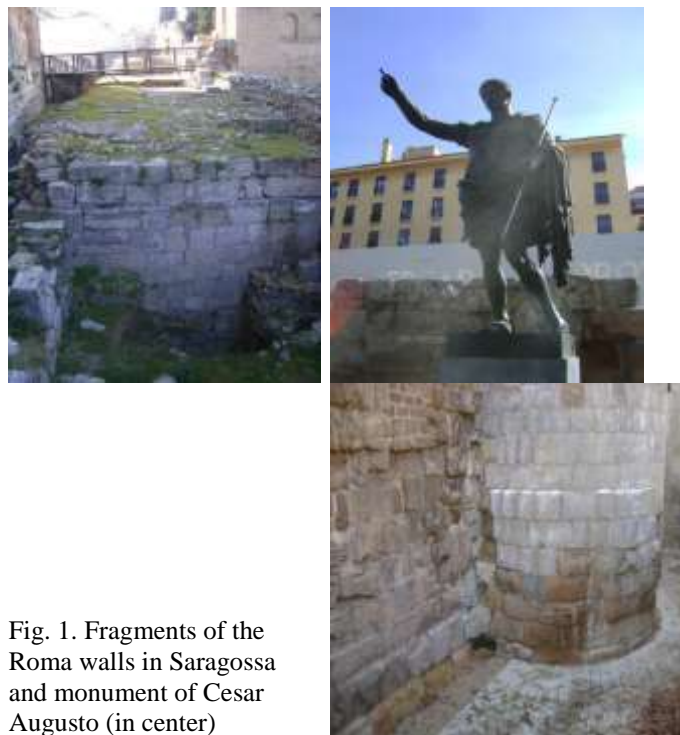


Fig. 1. Fragments of the Roma walls in Saragossa and monument of Cesar Augusto (in center)



Fig. 2. The Santa Isabel Church and sculptures fragment at the façade (right)

The Santa Isabel Church (1681) has monumental and impressible air due to inclusive white alabaster decoration on a dark ground. The church was built and decorated by Jaime Aier and Fransisco Peres. Alabaster sculptures were placed at the church facade (Fig. 2). Only dry and hot climate could keep in good conditions so fine material.

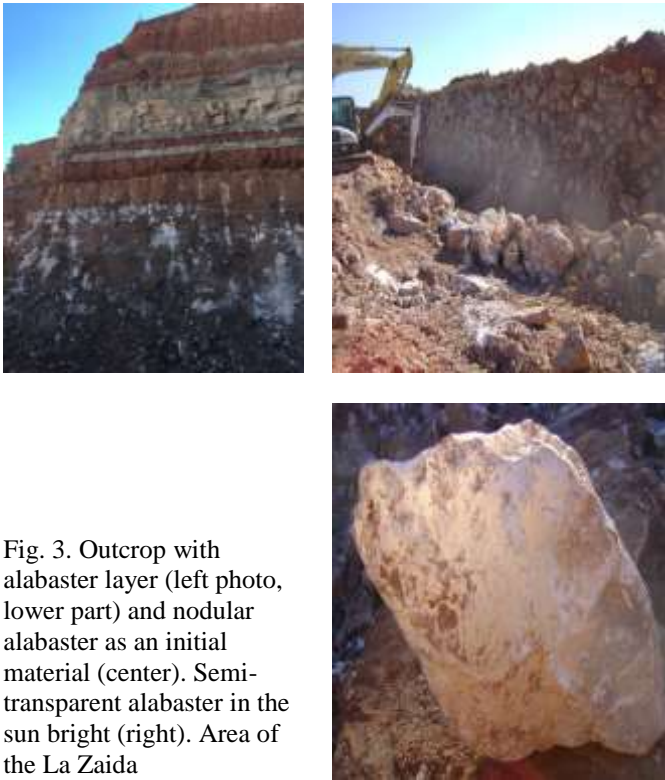


Fig. 3. Outcrop with alabaster layer (left photo, lower part) and nodular alabaster as an initial material (center). Semi-transparent alabaster in the sun bright (right). Area of the La Zaida

Alabaster is extracted from the quarries in different regions of Spain, which are located within Mesozoic evaporite-bearing and Cenozoic gypsum-bearing units [5]. Gypsum beds from the Mesozoic evaporate-bearing formations are up to some dozens m thick, with laminar, nodular and massive facies that represent a playa-lake environment which persisted until Paleogene times. Most of Paleogene and Neogene gypsum-bearing units are continental in origin, and formed during evaporate sedimentation [3, 4]. As well as Quaternary sulfate rich sediments, they are significantly developed in Ebro Basin Zone.

The most important for alabaster industry is nodular facies which can be developed for some kilometers along limits of gypsum-bearing units [9]. Nodular gypsum (up to couple of meters in diameter) is commonly regarded [7, 8] as a result of secondary processes due to replace of primary nodular anhydrite.

In Spain alabaster has been queried in various places, although the present day extraction remains inly at the sites in Aragon. Aragon has the largest known exploitable alabaster deposits which are concentrated in two different geographically separated sites in the Tertiary Ebro Basin and Calatayud-Teruel Basin to the east and south-east from Zaragoza [3, 4, 9]. Alabaster is extracted from the quarries in Fuentes de Ebro, La Zaida, Gelsa, Guinto, etc.

General view of the exploitation front in one of the quarries near the La Zaida shows intercalation of alabaster layer with rich in clay minerals green or red-brown in color horizons under horizontal or very low-dipping beds (Fig. 3). Alabaster layer up to 5 meters thick is composed massive nodular material (see Fig. 3) which is initial source for followed processing. To find impressible massive and semi-transparent fine alabaster broken pieces (see Fig. 3) is easy here even before washing and cleaning.



Fig. 4. Cutting of alabaster blocks (left) and testing of its quality with light

In the Catalayud area there are quarries from which alabaster has intermittently been extracted due to the existence of a very thick body of alabaster-gypsum that includes big boulders (up to 1m<sup>3</sup>) of alabaster [5, 9]. The occurring varieties of alabaster are dark grey to dark brown and yellowish. They display great compactness and medial translucency.

Transformation processes of the obtained material include cleaning and washing, sawing with circular saws, veneering and sanding (Fig. 4). To determine quality of the product commonly are using special lights (see Fig. 4). Only material free of fractures, broken surface, veinlet etc. is utilized for following fine stages, but some blocks with interesting for artists pictures of alabaster are adapted also. Some additional procedures (for example, coloring) are realizing for special cases.

To estimate a quality of the alabaster we applied a set of instrumental methods, which include studying of thin sections with microscope, X-ray powder diffraction investigation, and direct measuring of hardness of different varieties of alabaster. For alabaster samples from quarries near the La Zaida we got diffractograms with four the most intensive peaks ( $2\theta$  - 0.76; 0.427; 0.379, 0.305), which are typical for gypsum (Fig. 5). We found no any admixtures of anhydrite.

Hardness of the alabaster was investigated by direct measurements with a PMT-3 micro indentation instrument under a load of 20g. A diamond pyramid with an angle of 136° has been used for the evaluation of the Vickers hardness. Obtained data (Table) are homogenous and very high (up to 131 kg/mm<sup>2</sup>), which are close to calcite data. There is a big similarity in alabaster hardness for studied samples from deposits of the Ebro River Basin (Spain) and from the Miocene alabaster deposits of the Tyraska Formation

(Ukraine) and Lopushka Welka (Poland).

Annual extraction of alabaster in Spain is relatively stable and output reached about 40 000t/yr (after IGME: Geological and Mining Institute of Spain). Main sources of this amount are deposits of the Zaragoza and Teruel areas [4, 5, 9]. According to the Department of Industry and Innovation of Aragon significant part (up to 70%) of the mined alabaster is exported to different countries of America, Asia and Europe. Among them Italy is important importing country (up to 50%) of the transparent alabaster.

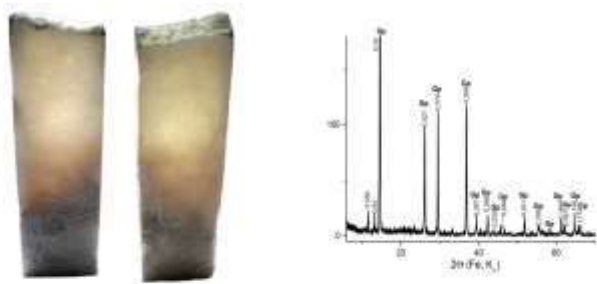


Fig. 5. Thin plate of Alabaster sample in two directions (left). X-ray diffractogram (right). Vertical axis – intensity of impulses. Quarry near the La Zaida

Table Hardness of the alabaster from Spain, Ukraine and Poland

Region	Samples	Hardness	
		Limits/average, Kg/mm <sup>2</sup>	Limits/average Mohs's scale
Basin of Ebro River, Spain	1 (21 points)	(57 – 95) /76	(2.7 – 3.2) /2.97
	1-1 (21 points)	(71 – 131) /86	(2.9 – 3.6) /3.07
	2 (21 points)	(46 – 86) /69	(2.5 – 3.1) /2.85
Tyraska Formation, Ukraine	Total (41 points)	(58 – 103) /78	(2.7 – 3.3) /2.98
Lopushka Welka, Poland	Total (20 points)	(79 - 95) /83	(2.9 – 3.2) /3.0

#### References

- Byne A., Stapley M. Spanish architecture of the sixteenth century. G. P. Putnam's Sons. New York & London. – 1917. 436p.  
 Casey J. Early modern Spain: a social history. Routledge, London. – 1999. 316p.  
 Colas V., Fanlo I., Subias I. Caracterización de las Facies Yesíferas Explotables del Entorno de Quinto de Ebro, Zaragoza.// Revista de la sociedad española de mineralogía. -2009. Macla N° 11. - P. 61 – 62  
 Fanlo I., Subías I., Mateo E., Biel Exploration controls in the alabaster deposits from Quinto locality, Ebro Valley, Spain // "Digging Deeper" C.J. Andrew et al. (eds.) Proceedings of the 9th Biennial SGA Meeting. Dublin. - 2007. P. 843 - 846.  
 Escavy J.I., Herrero M.J., Arribas M.E. Gypsum resources of Spain: Temporal and spatial distribution // Ore Geology Reviews. – 2012. Vol. 49. – P. 72 – 84  
 Jacobson H.R. A history of roads from ancient times to the motor age. Thesis of Master Degree of Science. Georgia School of Technology, Atlanta, Georgia. – 1940. 230p.  
 Murray R. C. Origin and diagenesis of gypsum and anhydrite // Journal of sedimentary geology. - 1964. Vol. 34 (3). - P. 512 - 523.  
 Orti F. L., Ingles R.M., Playa E. Depositional models of lacustrine evaporites in the SE margin of the Ebro Basin (Paleogene, NE Spain) // Geologica Acta. – 2007. Vol. 5. N° 1. – P. 19 - 34  
 Ortí F., Rosell L., Playa E., García-Veigas J. Large gypsum nodules in the Paleogene and Neogene evaporites of Spain: distribution and paleogeography significance // Geol. Quart. – 2010. Vol. 54 (4). – P. 411 – 422.  
 Peña J.L., Escudero F., Rubio V., Constante A., Pellicer F. (2009): Geoarchaeological contributions concerning the Roman

Modern techniques and the abundance of alabaster in the region have adapted the market for alabaster on interior design, lighting, architecture, sculptures and small artistic objects. Alabaster from quarries in the Teruel area is one of its main resources, dedicated to both the export and cultural promotion, through routes, meeting craft and art activities, organized annually by the Center for Integrated Development of Alabaster.

The application of alabaster is determined by its features and must mostly use indoors or protected against of rain. In some special climate zones the cooling systems are need to keep alabaster in good condition under sun high temperature. The great Cathedral in Los Angeles (2002), designed by the Spanish architect Rafael Moneo, is impressible example combination of fine natural quality of alabaster and using of modern cooling technology to give a long life and enjoying by light through wonderful alabaster windows (Fig. 6). It seems to be a beginning of new Golden Age for alabaster.



Fig. 6. Alabaster windows in the main railway station Delicias, Zaragoza (left) and the Cathedral of Our Lady of the Angels, Los-Angeles (center). Tomb of Sant Viviana near alabaster panel

city wall of Caesaraugusta in the sector of the Santo Sepulcro (Zaragoza, Spain) // De Dapper, M., Vermeulen, F., Deprez, S. & Taelman, D. (Eds.): Ol' man river Geo-archaeological aspects of rivers and river plains. Akademia Press. Ghent. – 2009. - P. 541 – 551

Phillips W.D., Phillips C.R. A concise history of Spain. Cambridge University Press. London. – 2015. 245p.

УДК 552.45

## ОВРУЦЬКИЙ КВАРЦИТ ЯК ОСОБЛИВИЙ БУДІВЕЛЬНИЙ МАТЕРІАЛ ЦЕРКОВНИХ СПОРУД КИСВА X-XII СТ.

*THE OVRUCH QUARTZITE - A SPECIAL BUILDING MATERIAL OF KIEV CHURCH BUILDINGS IN X-XII CC.*

**Деревська Катерина Ігорівна**, доктор геологічних наук, професор кафедри екології природничого факультету<sup>1</sup>, ORCID 0000-0003-4796-4715, [zimkakatya@gmail.com](mailto:zimkakatya@gmail.com)

**Коженевський Сергій Романович**, кандидат технічних наук, директор<sup>2</sup>, [pr@vodospad.net.ua](mailto:pr@vodospad.net.ua)

**Ісаєв Сергій Дмитрович**, доктор хімічних наук, професор кафедри екології природничого факультету<sup>1</sup>, [nezruch@ukr.net](mailto:nezruch@ukr.net)

**Нестеровський Віктор Антонович**, доктор геологічних наук, професор кафедри нафти та газу<sup>3</sup>, ORCID 0000-0002-7065-8962, [v.nesterovski@ukr.net](mailto:v.nesterovski@ukr.net)

**Руденко Ксенія Вадимівна**, кандидат геологічних наук, старший науковий співробітник відділу «Геологія»<sup>4</sup>, ORCID 0000-0002-9353-193X, [rudenkokseniav@gmail.com](mailto:rudenkokseniav@gmail.com)

<sup>1</sup>Національний університет «Києво-Могилянська академія», 04070, Київ, вул. Г. Сковороди, 2, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>ТОВ «Водоспад», 02000, вул. Хорева, 31, м. Київ, Україна

<sup>3</sup>ІНІ «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 03022, вул. Васильківська, 90, м. Київ, Україна

<sup>4</sup>Національний науково-природничий музей НАН України, Київ, вул. Богдана Хмельницького, 15, м. Київ, Україна

*Kateryna Derevska, doctor of Geology, professor Professor of the Department of Ecology of the Natural Sciences Faculty<sup>1</sup>, ORCID 0000-0003-4796-4715, [zimkakatya@gmail.com](mailto:zimkakatya@gmail.com)*

*Sergiy Kozhenevsky, PhD of Technical Sciences, Director<sup>2</sup>, [pr@vodospad.net.ua](mailto:pr@vodospad.net.ua)*

*Sergiy Isaev, doctor of chemistry, Professor of the Department of Ecology of the Natural Sciences Faculty<sup>1</sup>, [nezruch@ukr.net](mailto:nezruch@ukr.net)*

*Viktor Nesterovskiy, Doctor of Geology, Professor of the Department of Petroleum Geology<sup>3</sup>, ORCID 0000-0002-7065-8962, [v.nesterovski@ukr.net](mailto:v.nesterovski@ukr.net)*

*Kseniia Rudenko, PhD in Geology, Senior researcher of Geology Department<sup>4</sup>, ORCID 0000-0002-9353-193X, [rudenkokseniav@gmail.com](mailto:rudenkokseniav@gmail.com)*

*National University of Kyiv-Mohyla Academy, 04070, Skovorody str., 2, Kyiv, Ukraine*

*Vodospad LTD, 02000, Horeva str., 31, Kyiv, Ukraine*

*Institute of Geology of National Taras Shevchenko University of Kyiv, 03022, Vasylkivska str., 90, Kyiv, Ukraine*

*National Museum of Natural History at the National Academy of Sciences, 01030, Bohdan Khmelnytsky str., 15, Kyiv, Ukraine*

**Анотація.** У роботі представлені спостереження і аналіз матеріалів щодо церковних споруд Києва X-XII ст. і описано будівельний кам'яний матеріал, який використовувався у часи Київської Русі. Новими є дані і висновки щодо церкви Святого Духа (Борисоглібська церква), яка знаходиться на Подолі поблизу Контрактової площі на території архітектурного комплексу сучасної Києво-Могилянської академії.

**Ключові слова:** овруцький кварцит, церковні споруди, Київська Русь.

**Abstract.** The paper presents observations and analysis of materials regarding the Kiev church in the X-XII centuries. The building stone materials used in the times of Kievan Rus are described. New conclusions about occasion of the Church of the Holy Spirit (Borisoglebska Church), which is located in Podil near Kontraktova Square in the territory of the architectural complex of the Kiev-Mohyla Academy were made.

**Key word:** Ovruch quartzite, church, Kievan Rus.

Впровадження сучасних будівельних матеріалів, як і технології їх використання революційно вплинуло на будівельну індустрію, дозволивши створення унікальних споруд сучасності. Але тим більше зростає роль природних матеріалів, які лише підвищують естетичну цінність споруд, що стали невід'ємною складовою нашого існування.

Кількість природної мінеральної сировини можна збільшити числом родовищ, але важливішим для нас є

збільшення різноманітності матеріалів. При вивченні гірських порід, які виходять на денну поверхню в Житомирській області, були виявлені червоні кварцити у корінному заляганні у відслоненнях, а також потоки валунів малинового кварциту, які були перенесені і обкатані потужними флювіогляціальними потоками.

Прояви кварцитів в межах Житомирського Полісся поширені на площі, яка сягає 260 км<sup>2</sup>. Часто кварцити виступають уступами чи валуноподібними брилами

безпосередньо на поверхні водорозділів в межах Славчансько-Овруцького кряжа. Видима глибина становить близько 23 м. Дані про хімічний і мінеральний склад, наведені у науковій літературі, а також технологічні властивості кварцитів, відомості про їх поширення й форми залягання свідчать про те, що кварцити даного регіону мають промислове значення.

Зараз, як і раніше, населення їх використовує, однак складність в обробці через високу абразивність, відсутність адгезії з в'язким матеріалами, інтенсивне видобування відсутнє. Проте, зовнішній вигляд навіть необробленої поверхні кварцитів є особливим, що робить цей матеріал перспективним для масового використання його в будівництві у майбутньому.

Однією з перших кам'яних церковних споруд Київської Русі стає церква Св. Василя у м. Вручій (рис. 1), яка побудована на місці дерев'яної з овруцького кварциту і цегли. Будучи зруйнованою майже повністю декілька разів, протягом всієї історії вона відбудовувалась за принципом збереження старовинної архітектури.

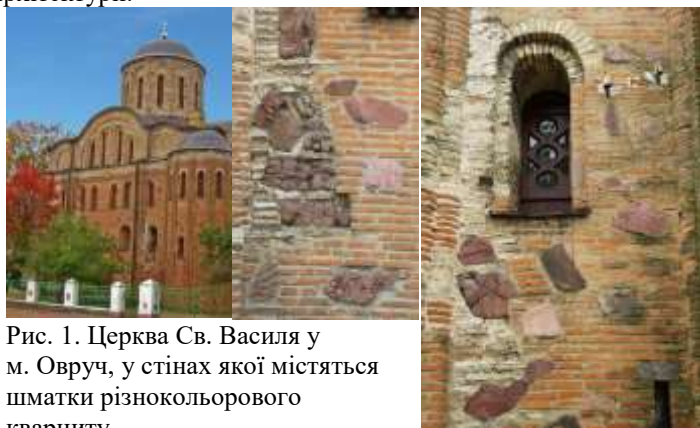


Рис. 1. Церква Св. Василя у м. Овруч, у стінах якої містяться шматки різнокольорового кварциту

Поділ є стародавнім і унікальним районом Києва, що розміщений у його низинній частині і у IX - XII ст. знаходився на березі річки Почайни, де мешкали ремісники, гончарі, кожум'яки, річковики, простий люд. Саме на Подолі була зосереджена велика кількість церковних споруд [1]. У зв'язку з великою кількістю пожеж і повені, які знищували дерев'яні будівлі і храми, на заміну дерев'яному будівництву у X ст. приходять камінь. Його постачали з навколишніх каменоломень та доставляли річками до Києва. Головним будівельним матеріалом церковних споруд стає цегла та дике каміння. Широко використовується природна форма гірських порід таких як, наприклад, обкатана морена, плитки сланців, кварцитоподібних пісковиків, кварцитів, пірофіліту.

До одних з найцікавіших і найдавніших споруд Києва часів Київської Русі, в стінах і на підлозі яких можна сьогодні спостерігати брили і плити кварцитів відносяться Десятинна церква, Софійський собор, Золоті ворота, церква Святого Духа (Святих Бориса і Гліба). Якщо про перші три споруди відомо щодо часу будівництва і описано використання овруцьких кварцитів, то стосовно останнього храму інформація є заплутаною і не відомо про будівельні матеріали взагалі.

Церква Святого Духа, яка раніше носила назву Борисоглібська, знаходиться на Подолі поблизу Контрактової площі на території архітектурного комплексу сучасної Києво-Могилянської академії. У підмурку даної церковної споруди можна спостерігати шматки кварцитів, що вказує на її давній час будівництва (див. рис. 1). Підтвердженням останнього є те, що шматки і невеликі брили кварциту ми знаходимо в несучих стінах підвалин церкви, які раніше не були зруйновані і тим більше не зазнавали ремонту чи перебудови (рис. 2, 3). Вважається, що на місці церкви у княжі часи стояла Турова божиця, навколо якої на великій площі збиралися народні віче. За переказами, цю церкву, вірогідно, разом з трапезною, поварнею і келіями було побудовано у XII ст. як Борисоглібську. Цікавим є факт, що трапезні почали з'являтися у складі монастирських архітектурних споруд саме з XII ст. В той час було заведено правило жити і харчуватися при монастирях, звідси і поварня з келіями [5]. Трапезна була зроблена з цегли з довгими склепіннями (апсидами). Одвірки зроблені з білого мармуру. Відомо, що для внутрішнього оздоблення церковних споруд застосовували привозний, вірогідно, італійський білий мармур, з якого виготовлялись колони, сходи, капітелі, одвірки і багато іншого.

На початку XVII ст. середня за розмірами поварня з келіями належала Єлисаветі (Галшці) Гулевичівні (меценатка, одна з засновників Київського братства, монастиря і школи при ньому), яка подарувала її у 1615 р. громаді Києва для розбудови Братського монастиря [6]. У 1632 р. Петром Могилою на базі школи Київського Богоявленського братства був створений колегіум званого як Києво-Могилянський [5]. Після виникнення колегіуму за Києвом цілковито закріплюється роль головного осередку національної культури. Розвитку міста допомогло відновлення за сприянням Петра Могили напівзруйнованих на той час церковних споруд і храмів (Кирилівського, Софійського, Успенського тощо) зі збереженням стародавнього зодчества. Розквіту Братський Богоявленський монастир і Києво-Могилянський колегіум досягають наприкінці XVII ст., за часів Івана Мазепи.



Рис. 2. Підвалини церкви Святого Духа

Рис. 3. Кварцит у стінах підвалин церкви Святого Духа

На табличці, що знаходиться на церкві Святого Духа, позначено, що вона побудована у XVII ст., проте ця інформація стосується часу основних будівельних робіт і подальшого розвитку архітектурного ансамблю



Київського Богоявленського Братського монастиря наприкінці XVII ст. Сьогодні територія колишнього Братського Богоявленського монастиря знаходиться в межах Національного університету «Києво-Могилянська академія».

Серед гірських порід кварциту немає рівних за довговічністю. Він вогнетривкий, не руйнується під впливом гарячих лугів, їдких газів, кислот. Щільне кристалічна структура кварцитів і кварцитоподібних пісковиків дозволяє віднести їх до вищих сортів природних будівельних матеріалів. Завдяки своїй будові, кварцити мають особливі фізичні і технічні якості. Кварцити різнокольорові. Залежно від домішок кварцит може бути сірим, рожевим, рожево-червоним, червоним, малиновим, темно-вишневим, фіолетовим, а також мати прошарки пофарбованими у жовтий, блакитний чи зелений. Часто бувають смугасті різновиди (рис. 4).



Рис. 4. Різнокольоровий смугастий кварцит поблизу с. Листвин, Житомирська обл.

У будівництві використовувався переважно рожевий або червоний кварцит. Він на значній протяжності і у великій кількості і зараз виходить на поверхню вздовж берегів річки Норин у Поліссі і відносно легко видобувався без спеціального обладнання (рис. 5). У більшості відомих виходів і відслонень кварцити в значній мірі тріщинуваті, але в них переважають горизонтальні тріщини, що розділяють товщу кварцитів на плитчасті відокремлення. Тому використовували природні плитки чи обкатані шматки різного розміру, які видобували з поверхні.



Рис. 5. Виходи кварцитів на денну поверхню



Рис. 6. Пірофіліт, с. Збраньки, Житомирська обл.

Кварциту важко надати потрібну форму, при розколі дає нерівний і скалковий злам. Проте плити з цього каменю можуть використовуватися для довгострокового декоративного посилення різних поверхонь. Кварцитовими різнокольоровими плитками мостили мозаїчну підлогу у храмах Київської Русі, а великі брили застосовували у будівництві стін і цоколю церковних чи захисних споруд. З такого матеріалу в давнину виготовляли навіть карнизи, саркофаги, парапети,

передагтарні перегородки, хрести.

Недоліком кварцитів є погане зв'язування їх поверхонь з в'язучими розчинами. Згодом ці розчини руйнуються і відшаровуються від поверхні кварциту, при цьому камені вивалюються з кладки. Тому кварцит використовували у, так званих, сухій кладці, коли камені тримаються за рахунок власної ваги і безпосереднього контакту з сусідніми каменями.

У якості декоративного кам'яного матеріалу широко використовувється рожевий пірофілітовий сланець.

Український академік Павло Аполлонович Тутковський одним з перших почав досліджувати пірофілітові породи Волині і назвав їх «гальковими сланцями» (1911-1913, 1923 рр.) [2, 4]. Пірофілітовий сланець був знайдений поблизу с. Збраньки Овруцького району (рис. 6). На думку П.А. Тутковського саме він є чудовим і красивим виробним і орнаментним матеріалом. Він зустрічається у двох різновидах: твердіший – фіолетовий і м'якіший – ніжно-рожевий. За генезисом це - серицитизований кварцовий порфір. Його видобували у Збраньківських ярах в 7 км від м. Овручу (в той час - м. Вручий), оскільки саме там він виходив на поверхню у ярах. Декоративний пірофіліт різнокольоровий – від світло-рожевого до темно-фіолетового, що обумовлено включеннями оксидів заліза. Його твердість і щільність залежать від процентного вмісту в ньому кварцу [2].

У своїх дослідженнях Тутковський дійшов висновку, що перші розробки пірофіліту поблизу Овруча відносяться до палеоліту, а в епоху неоліту тут працювали вже сировинні майстерні. Рожеві різновиди цього мінералу широко використовувалися доісторичною людиною для виготовлення «шиферних пряслиць». Цей природний матеріал до X століття був одним з найпопулярніших виробних і коштовних матеріалів для оздоблення храмів Київської Русі. У неоліті пірофіліт використовували для виготовлення кам'яних фігурок, пряслиць і прикрас, які були знайдені археологами і місцевими жителями в межах Славчансько-Овруцького кряжу на півночі України. На Житомирщині археологами знайдені численні залишки майстерень, де йшла обробка цього каменю [2-4].

Джерелом для будівництва церковних споруд Києва, вірогідно, могли стати і кварцити з стародавніх капищ, які були покинуті і зруйновані після хрещення Русі і знаходились на пагорбах Дніпра.

Для Києва будівельним каменем стала також морена, яку можна було взяти у київських ярах, відслоненнях і схилах Дніпра. Обкатану морену різних розмірів використовували для будівництва дорожньої бруківки.

З удосконаленням і механізацією гірничих робіт з XVII ст., відкриттям нових родовищ твердих сортів декоративних гірських порід на території Полісся, починають видобуватися різноманітні граніти, лабрадорити і габроїди, які мають кращі властивості і ширше використовуються у будівництві ніж кварцити. Останні залишаються сировиною тільки для виробництва дорожнього буту і останнім часом – для ландшафтного дизайну.

*Літературні джерела про кварцити і кварцитоподібні пісковики Житомирського Полісся:*

1. Отчет А.Н. Козловской «Овручские кварциты Славчанско-Овручского района», 1929 г. У ньому посилається:
  - а) Дубянский В.В. – Об Овручских песчаниках. Записки Киевского общества испыт. т. XX, Выпуск 1, 1905 г.
  - б) Закревська Г.В. – Геологічні дослідження на північно-східній частині Волинського Полісся. Тр. Укр. Геол. Інстит., Т. II, 1928.
  - в) Акад. К.Симинський – Механічні властивості кам'яних будівельних матеріалів. Укр. Збірник праць Інституту Техніч. Механіки, п. I, 1926.
  - г) Барбот-Де-Марни и Карпинский – Геолог. исслед. в Вольнской губ. Науч. Истор. Сборник изд. Горн.инстит.
  - д) Тутковский П.А. – Природная районизация Украины.

Список використаних джерел

Асеев Ю. С., Харламов В. О. Архітектура: дерев'яна і кам'яна [Інтернет ресурс] (<http://litopys.org.ua/istkult/ikult12.htm>)

Деревська К.І., Коженевський С.Р., Пиродилит Словчанско - Овручского кряжа. Коштовне та декоративне камення, 2015. № 2. С. 11-15.

Деревська К.І., Коженевський С.Р., Руденко К.В. Родовища пірофіліту північно-західної частини Українського щита, перспективи видобутку і використання. Геологія і корисні копалини України. Збірник тез наукової конференції, присвяченої 100-річному ювілею Національної академії наук України та Державної служби геології та надр України, 2-4 жовтня 2018, Київ. С. 53-54.

Дорогами Павла Аполлоновича Тутковского. Киев:ООО «Водоспад» 2013. -216 с.

Історія України в особах: Литовсько-польська доба - О. Дзюба, М. Довбищенко та ін. К.: Україна, 1997. 272 с.

Кілессо Т.С. Братський монастир і Києво-Могилянська академія. К.: Техніка, 2002. 144 с.

УДК 553.5:65.012.16: 658:679.9:67.03

## ГЕМОЛОГО-ТОВАРОЗНАВЧА ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕКОРАТИВНИХ РІЗНОВИДІВ МАРМУРУ НА РИНКУ УКРАЇНИ

### GEMMOLOGIC AND COMMODITY CHARACTERISTICS OF DECORATIVE VARIOUS MARBLES ON THE UKRAINIAN MARKET

**Гелета Олег Леонтійович**, кандидат геологічних наук, заступник директора-керівник відділу експертизи напівдорогоцінного та декоративного камення<sup>1</sup>, ORCID 0000-0002-3583-7885, [olgel@gems.org.ua](mailto:olgel@gems.org.ua)

**Горобчишин Олег Вікторович**, кандидат технічних наук, головний фахівець відділу експертизи напівдорогоцінного та декоративного камення<sup>1</sup>, [gorol@gems.org.ua](mailto:gorol@gems.org.ua)

<sup>1</sup>Державний геммологічний центр України, 04119, вул. Дегтярівська 38-44, м. Київ, Україна

*Oleg Geleta, PhD in Geology, Deputy Director-Head of Expertise of Semi-Precious and Ornamental Stones<sup>1</sup>, ORCID 0000-0002-3583-7885, [olgel@gems.org.ua](mailto:olgel@gems.org.ua)*

*Oleg Gorobchishyn, PhD (Engineering), Chief Specialist of Expertise of Semi-Precious and Ornamental Stones<sup>1</sup>, [gorol@gems.org.ua](mailto:gorol@gems.org.ua)*

<sup>1</sup>State Gemmological Centre of Ukraine, 04119, 38– 44 Deghtyarivska Str., Kyiv, Ukraine

**Анотація.** Проаналізовано асортимент декоративних різновидів мармуру, що найчастіше зустрічається на ринку України, дано його геммологічну і товарознавчу характеристику

**Ключові слова:** геммологія, товарознавство, мармур, структура, текстурний рисунок, декоративні властивості  
**Abstract.** The assortment of decorative varieties of marble, which is most common in the Ukrainian market, is analyzed, its hemological and commodity characteristics are given.

**Keyword:** gemmology, commodity science, marble, structure,

Kyiv, 1922.

2. Жуковский Кандрат Альбинович – Месторождение пирофиллитовых сланцев УССР. Минеральное сырье, 1936. № 1. С. 7-10.

3. Жуковский К.А. – Геологія і корисні копалини порід верхнього докембрію Овруцько-Білокорвицького району. Тез. Доп. І конф. молодих учених України. Геол.-геогр. секція. К., 1936. С. 7-13.

4. Жуковский К.А. – Пірофілітові сланці УРСР. Київ: Вид-во АН УРСР, 1937. 107 с.

5. Жуковский К.А. – Товкачівські кварцити як динасова сировина. Геол. Журн., 1937. Т. 3, Вип. 3-4. С. 111-122.

*texture drawing, decorative properties*

Геммолого-товарознавча характеристика декоративних різновидів мармуру є необхідною в контексті його сучасного трактування. Адже відповідно до п. 2.1.243 ДСТУ EN 12670 «Природний камінь. Термінологія» мармур має петрографічне і комерційне визначення. У петрографічному сенсі мармур – це карбонатна гірська порода метаморфічного походження. У комерційному розумінні – це природні камені, які за своїми фізичними

властивостями, здатністю до обробки і можливістю використання відповідають тим же параметрам, що і справжній мармур, і характеризуються міцністю 3-4 по шкалі Мооса.

За допомогою гемолого-товарознавчого аналізу мармуру, наявного на ринку України, було проведено його систематизацію за декоративними і споживчими характеристиками та проведено порівняльний аналіз їх комерційної вартості на світовому ринку.

#### I. Сірий мармур

1 тип – мармур від світло-сірого до темно-сірого дрібно- середньозернистий, з прожилками різних відтінків білого або більш темними, ніж основна маса, сірими прожилками, що паралельно розташовані один до одного. Іноді прожилки збільшуються у розмірі і заміщують більшість сірої основної маси каменю. Мають високі фізико-механічними властивості і придатні для використання як всередині, так і зовні приміщень – вони зазвичай менше зношуються і краще протистоять механічним навантаженням, ніж мармури інших кольорів. При зовнішньому використанні рекомендується застосовувати шліфовану або бучардовану поверхню, при внутрішньому – поліровану. Імпортується переважно з Італії. Торгові марки: Bardiglio Carrara, Bardiglio Fumo di Londra, Bardiglio Imperiale, Blu Venato d'Italia, Nuvolato Aruano.

2 тип – мармур від світло-сірого до темно-сірого крупнозернистий з прожилками різних відтінків білого або більш темними, ніж основна маса, сірими прожилками, що паралельні між собою або можуть створювати плями та розмитості. При збільшенні кількості елементів текстурного рисунку, вони можуть замінити основне сіре тло каменю. Рекомендується для внутрішнього оздоблення, часто використовується у ванних кімнатах. Імпортується переважно з Португалії, Греції. Торгові марки: Antique Silver, Pearl Grey, Solar Grey, Trigaches.

3 тип – мармур з нерівномірно сірим тлом, пересіченим мережею цяток або прожилків, які в різних комерційних сортах бувають білими, рожевими, жовтими і сірими, але темнішими ніж основна маса та можуть утворювати нелінійні замкнуті візерунки. Відхилення частоти і розподілу білих, рожевих, жовтих плям або прожилків може значно варіювати в межах невеликої площі, впливаючи на якість матеріалу і, відповідно, його комерційну вартість. Рекомендується для внутрішнього облицювання, зокрема там, де треба підкреслити кольорові прожилки. Імпортується переважно з Туреччини та Італії. Рекомендованим є їх ретельний контроль, особливо високоякісних сортів. Торгові марки: Fior di Pesco Carnico, Grigio Carnico, Salome, Supren, Tekmar Dove.

#### II. Білий мармур

1 тип – загальне забарвлення від сніжно-білого до білого з легким жовтуватим відтінком (колі слонової кістки), однорідне або з ледь помітними короткими прожилками сіруватого чи жовтуватого кольору на білому тлі. Структура дрібнозерниста, інколи середньо і рідше крупнозерниста. Торгові марки: Bianco Acquabiana, Bianco Ami, Bianco Carrara Ordinario C, Bianco Carrara

Ordinario C / D, Bianco Carrara Ordinario D, Bianco Lasa, Bianco Neve Thassos, Bianco P, Bianco Royal, Bianco Sivec, Bianco Statuario, Bianco Thassos, Crema Delicato, Crevola d'Ossola, Lasa Vena Oro, Palissandro Bluette, Pentelikon, White Cherokee, White Georgia, White Savana.

2 типу – загальне забарвлення від білого до сірувато-білого з чітко видимими сірими, жовтими і рожевими прожилками на білому фоні, які можуть мати орієнтоване простягання. Структура середньозерниста, рідше дрібнозерниста. Торгові марки: Bianco Pennsylvania, Bianco Venata Carrara, Calacatta Ami, Calacatta Carrara, Calacatta Luccicoso, Calacatta Oro, Calacatta Campoccina, Calacatta Vagli, Calacatta Vagli Ex tra, Venatino Gioia, Statuario Venato, Uliano Venato, Zebrino;

3 тип – загальне забарвлення від білого до сірувато-білого з брекчієвидним текстурним рисунком. Розташування окремих елементів рисунка орієнтоване по кліважу. Торгові марки: Arabescato Ami, Arabescato Cervaiolo, Arabescato Corchia, Arabescato Corchia Classico, Arabescato Faniello, Arabescato La Mossa, Arabescato S.E.A., Arabescato Vagli, Brouille.

Різновиди білого мармуру є нестійкими до вивітрювання, тому рекомендується їх використання всередині приміщень. Разом з тим, для вистилання підлог бажано використовувати дрібнозернистий мармур, а не середньо- чи крупнозернистий.

Залізисті елементи, що зустрічаються у білих мармурах, при зовнішньому використанні можуть утворювати іржаві плями, які будуть добре видимі на білому тлі каменю.

Абсолютно білі та з відтінками жовтого кольору мармури мають високу ринкову вартість. Вартість білих, що переходять в сірий колір, буде зменшуватись.

#### III. Бежевий мармур

Основний фон світлий з численними цятками бежевого кольору з однорідним текстурним рисунком або з темнішими прожилками, розвинутими по стилітових швах, або з світлішими чи темнішими від основного фону вкюченнями, що формують складний плямистий текстурний рисунок з певною орієнтацією у просторі. Часто можуть зустрічатися залишки викопної фауни. Насиченість бежевого кольору у прожилках може варіювати. Рекомендується для внутрішнього облицювання стін і підлог. Обробка поверхні зазвичай полірована. Переважно імпортуються з Іспанії, Італії, Туреччини, Єгипту. Торгові марки: Crema Marfil, Botticino, Crema Sicilia, Crema Melo, Agean Beig, Galala.

#### IV. Жовтий мармур

Мармур від жовто-білого до світло-жовтого, структура дрібно- середньозерниста. Текстурний рисунок з прожилками товщиною до 1 см, які переважно орієнтовані в просторі. Також прожилки можуть розвиватися по стилітовим швам і площинам механічного ослаблення. Колір основного фону і прожилок може різко змінюватися в межах невеликої за площею ділянки, в окремих випадках – переходити в сіруватий відтінок. Зазвичай використовується для внутрішнього облицювання стін, оздоблення ванних кімнат, виготовлення штучних виробів. Для вистилання підлог небажано використовувати у місцях з численними

людськими потоками. Рекомендована обробка поверхні – полірована. Тильна сторона як правило армується. Переважно імпортуються з Італії, Туреччини, Єгипту, Китаю. Торгові марки: Afyon Yellow, Calacatta Siena, Giallo Siena.

#### V. Рожевий мармур

Тип 1 – загальний фон рожевий, зазвичай пересічений темними, переважно зеленими прожилками з орієнтованим простяганням. Рідше зустрічаються значні варіації у кількості і розмірах прожилок. Більшість мармурів видобувається в Португалії, у менших кількостях в Бразилії, Туреччині. Торгові марки: Etowah, Rosa Aurora, Rosa Bellissimo, Rosa Estremoz, Rosa Portogallo, Rosa West.

Тип 2 - брекчіевидний, сформований уламками рожевого і білого кольору, які чергуються між собою, є видовжені та орієнтовано розміщені. Колір і рисунок зазвичай рівномірні, без різких змін. Частим відхиленням від еталону є наявність темних плям зеленуватого кольору, що змінює основні колористичні характеристики мармуру. Якщо плями великі або часто зустрічаються, то ринкова вартість мармуру знижується. Даний тип видобувається у Норвегії. Торгові марки: Norwegian Rose.

Тип 3 – світло-рожевий з численними білими плямами, краї яких розмиті та орієнтовані у певному напрямку. Колір може переходити в дуже світлі відтінки до білуватого тону, що знижує їх вартість. Видобувається у Греції, Туреччині, Україні. Торгові марки: Rosa Egeo, Rosa Karpato.

Рекомендується використовувати для внутрішнього облицювання, для підлог – у місцях де немає людських потоків. Часто використовуються в оздоблених ванних кімнат, виробництва індивідуальних виробів. Поверхня зазвичай полірується, рідше шліфується.

#### VI. Червоний мармур

Тип 1 – брекчіевидний, складений уламками різних відтінків червоного (форма і розмір різні), включеними в основну червону масу, яка місцями вкрита білими плямами. І уламки, і основний фон можуть бути пересічені білими прожилками, ширина і орієнтація яких різні. Можуть бути значні варіації і в структурі, і в кольорі, на який впливають частота білих прожилків і відтінки уламків. Рекомендується використовувати у внутрішньому облицюванні, покритті підлоги, для виготовлення окремих виробів (камінні, стільниці тощо). Поверхня завжди полірується. Ці матеріали потребують зміцнення, особливо великі сляби. Імпортуються з Туреччини та Італії. Торгові марки: Rosso Antico d'Italia і Rosso Lepanto.

Тип 2 – загальне забарвлення темно-червоне, утворене комбінацією основного тла червоного кольору і численних світло-сірих лінзоподібних плям довжиною кілька міліметрів. Сірі плями зазвичай рівномірно розподілені, їх розмір постійний. Структура дрібнозерниста. Найбільш часто відхилення від еталону пов'язані з нерівномірним розподілом сірих плям і присутністю білих прожилків. Якщо прожилки часто розташовані, це впливає на зменшення ринкової вартості. Рекомендується використовувати в облицюванні, для

підлог, індивідуальних і спеціальних виробів. Допускається використання ззовні, але не з полірованою фактурою обробки поверхні. Імпортуються з Туреччини. Торгові марки: Rosso Laguna.

#### VII. Коричневий мармур

Основний фон бежевий або світло-коричневий, який перетинають переважно прямі або ледь хвилясті смуги різних відтінків коричневого кольору, товщина і довжина яких можуть змінюватися. Структура середньо- і грубозерниста. Рекомендується використовувати у внутрішньому облицюванні, обробці ванних кімнат і виготовленні архітектурних виробів. При його покупці потрібно обов'язково контролювати якість. Обробка поверхні – полірована. Імпортуються з Іспанії та Туреччини. Торгові марки: Emperador Dark, Emperador Light.

#### VIII. Зелений мармур

Тип 1 – карбонатні гірські породи метаморфічного генезису з основним фоном від майже білого до кольору слонової кістки, по якому проходять звивисті паралельні між собою зелені прожилки. Їх товщина і довжина можуть змінюватися. Структура дрібно-середньозерниста. Найбільш частим відхиленням від еталона є частота, розподіл і колірний тон зелених прожилків. Якщо зелений колір переходить більше у сірий, вартість такого мармуру знижується. Фізико-механічні властивості високі, завдяки чому мармур може використовуватися для внутрішнього облицювання, мощення підлог (у вигляді великих полірованих або шліфованих плит) і для індивідуальних і спеціальних виробів. Наявність мармуру цього типу на ринку обмежена, особливо для матеріалів високої якості. Імпортуються з Італії. Торгові марки: Cipollino Aruano, Crema Tirreno, Fantastico.

Тип 2 - гірські породи переважно силікатного складу (офіоліт) з основним фоном різних відтінків зеленого, який пересічений білими прожилками. Прожилки можуть створювати візерунок або утворювати нерівномірні плями, змішані із зеленню основного фону. У деяких випадках основний фон брекчіевидний і прожилки можуть обмежувати окремі уламки. Кількість і розподіл прожилків можуть значно варіювати, навіть в межах одного і того ж різновиду. Можливі різкі зміни кольору зеленої основної маси. Інколи основна маса містить залістисті мінерали, які є джерелом окислення і спричиняють появу іржавих плям. Також можуть мати структурні дефекти, що є областями з низьким механічним опором. Різновиди типу 2 найкраще використовувати у внутрішньому облицюванні і в спеціальних виробках у вартісних проектах. Поверхня зазвичай полірується. При настиланні підлог ці матеріали слід використовувати тільки в зонах неінтенсивного руху. Зовнішнє їх використання повинно бути обмежене ділянками, захищеними від впливу атмосферних опадів і прямих сонячних променів. Імпортуються з Італії, Індії, Греції, Тайваню, Гватемали. Торгові марки: Verde Aceglio, Verde Alpi, Verde Aver, Verde Giada, Verde Gressoney, Verde Guatemala, Verde Issogne, Verde Issorie, Larissa Green, Verde Patrizia, Rajasthan Green, Verde Rameggiato, Verde S. Denis, Taiwan Green, Tinos Green ,

Vermount Green.

Тип 3 - офіолітові гірські породи з темно-зеленим основним фоном на якому наявні нерівномірні плями більш світлого забарвлення, що часто мають певну орієнтацію, але не є прожилками. Зелений колір може мати різні відтінки. Деякі різновиди не піддаються досконалому поліруванню. Рекомендовано використовувати для внутрішнього облицювання та індивідуальних виробів у вартісних проєктах. При настиланні підлог ці матеріали слід використовувати тільки в зонах неінтенсивного руху. Зовнішнє їх використання повинно бути обмежене ділянками, захищеними від впливу атмосферних опадів і прямих сонячних променів. Сляби повинні бути зміцненні армуючою сіткою. Імпортується з Італії. Торгові марки: Serpentino Classico;

Тип 4 – брекчієвидний з уламками різного розміру із темно-зеленим забарвленням, яке відтіняється світлими жовтими і сірими плямами і може варіювати у різних відтінках. Уламки мають орієнтоване розташування. Рекомендовано використовувати для індивідуальних виробів, таких, як кухонні і туалетні столики, рідше для облицювання ванних кімнат. Деякі різновиди не піддаються досконалому поліруванню. Імпортується з Єгипту. Торгові марки: Breccia Fawakir.

#### IX. Блакитний і синій мрамур

1 тип - блакитний мрамур, дрібно-середньозернистий з поодинокими включеннями крупних зерен кальциту. На світлому тлі рівномірно розміщені дрібні блакитні цятки і окремі крупні зерна кальциту білого кольору.

Рекомендується використовувати для внутрішнього облицювання, індивідуальних виробів, елементів оздоблення. Обробка поверхні – полірована. Видобуваються в Аргентині. Торгова марка: Azul Cielo.

2 тип - мрамур, середньо-крупнозернистий на синьому тлі якого є темно-сині до чорного крупні включення і численні світло-сірі, білі розгалужені і звивисті прожилки шириною від 0,5 мм до кількох сантиметрів, які доволно орієнтовані в просторі. Можуть бути жовтуваті прожилки, наявність яких знижує комерційну вартість. Рекомендується використовувати для внутрішнього облицювання, індивідуальних виробів, елементів оздоблення. Обробка поверхні – полірована. Видобуваються в Болівії, Чилі. Торгові марки: Sodalite Blue, Lapislazzuli.

#### X. Чорний мрамур

Чорний мрамур, як правило, дрібно-середньозернистий на чорному тлі якого проходять сірі або світло-сірі рівні паралельні між собою смуги (Black Wood), хвилясті паралельні смуги (Black Pearle), білі і світло-сірі розгалужені прожилки (Nero Marquina), коричневі і жовтуваті розгалужені прожилки (Black and gold), світлокоричневі до бежевого нерівномірно розгалужені прожилки (Portoro). Чорний мрамур використовується для створення орнаментів в композиціях з мрамуром, для облицювання камінів та

інших спеціальних виробів. Видобуваються в Китаї, Індії, Іспанії, Пакистані, Австралії. Імпортується з Італії та Китаю.

Таблиця 1 – Аналіз комерційної вартості плит з мрамру t=30 мм на світовому ринку, дол. США/кв.м

Колір мрамру	Країни походження мрамру		
	Італія, Іспанія, Португалія, Чилі, Перу	Туреччина, Греція, Оман, Туніс	Єгипет, Пакистан, Китай, Індія, Іран, Болгарія, Румунія
Темно-сірий, сірий	41	37	26
Світло-сірий до білого, сірий з кольоровими включеннями	49	44	36
Бежевий, жовтий	63	46	38
Рожевий, червоний, коричневий	66	60	45
Зелений, блакитний, синій, чорний	68	63	45
Сніжно-білий	155	115	80

Було проведено порівняльний аналіз комерційної вартості на світовому ринку декоративних різновидів мрамру з урахуванням його колористичних характеристик (таблиця 1). Як предмет дослідження було взято поліровані сляби товщиною 30 мм.

#### Висновки

1. Гемолого-товарознавча характеристика мрамру і його систематизація дозволяє класифікувати гірські породи за декоративними ознаками, придатністю до використання, здатністю до обробки та іншими якісними властивостями, важливими для фахівців у сфері природного каміння, експертів і споживачів декоративного каміння.

2. Систематизація мрамру за декоративними різновидами є актуальною для архітекторів і дизайнерів при виборі природного каміння з урахуванням його текстурно-колористичних властивостей, напрямків застосування, форми обробки.

3. Класифікація за декоративними властивостями імпортованих мрамурів дозволить об'єктивно вибудовувати систему ціноутворення і здійснювати прогнозу оцінку вартості декоративного каміння на запити митних органів відповідно до постанови Кабміну від 27.07.1994 № 512.

Список використаних джерел

Довідковий бюлетень «Довідник цін коштовного та декоративного каміння» № 3 (42), вересень, 2019 р., К.: ДГЦУ, С. 48.

ДСТУ Б EN 12440:2011 Природний камінь. Критерії для класифікації (EN 12440:2008) // Національний стандарт України

Marble Soundness Classification // Technical Bulletin. Marble Institute of America //January 2005

УДК 552.08+ 552.3+553.5

**ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ДО ХІМІЧНОГО ВИВІТРЮВАННЯ  
ЛАБРАДОРИТІВ КОРОСТЕНСЬКОГО ПЛУТОНУ УЩ  
RESEARCH OF CHEMICAL WEATHER RESISTANCE  
LABRADORITES OF KOROSTENSKY PLUTON OF THE UKRAINIAN SHIELD**

**Гелега Олег Леонтійович**, кандидат геологічних наук, заступник директора-керівник відділу експертизи напівдорогоцінного та декоративного камення<sup>1</sup>, ORCID 0000-0002-3583-7885, [olgel@gems.org.ua](mailto:olgel@gems.org.ua)

**Стич Оксана Ігорівна**, головний фахівець відділу експертизи напівдорогоцінного та декоративного камення<sup>1</sup>, [oksana.stich@gmail.com](mailto:oksana.stich@gmail.com)

**Ляшок Вадим Ігорович**, головний фахівець відділу експертизи напівдорогоцінного та декоративного камення<sup>1</sup>, [the\\_vadik@ukr.net](mailto:the_vadik@ukr.net)

**Ткаленко Андрій Миколайович**, заступник директора<sup>1</sup>, [tan@gems.org.ua](mailto:tan@gems.org.ua)

<sup>1</sup>Державний гемологічний центр України, 04119, вул. Дегтярівська 38-44, м. Київ, Україна

*Oleg Geleta, PhD in Geology, Deputy Director-Head of Expertise of Semi-Precious and Ornamental Stones<sup>1</sup>, ORCID 0000-0002-3583-7885, [olgel@gems.org.ua](mailto:olgel@gems.org.ua)*

*Oksana Stych, Chief Specialist of Expertise of Semi-Precious and Ornamental Stones<sup>1</sup>, [oksana.stich@gmail.com](mailto:oksana.stich@gmail.com)*

*Vadym Liashok, Chief Specialist of Expertise of Semi-Precious and Ornamental Stones<sup>1</sup>, [the\\_vadik@ukr.net](mailto:the_vadik@ukr.net)*

*Andriy Tkalenko, Deputy Director<sup>1</sup>, [tan@gems.org.ua](mailto:tan@gems.org.ua)*

<sup>1</sup>State Gemmological Centre of Ukraine, 04119, 38– 44 Deghtyarivska Str., Kyiv, Ukraine

**Анотація.** У роботі описані результати експериментальних досліджень хімічного вивітрювання зразків лабрадоритів з Українського кристалічного щита методом екстракта Сокслета

**Ключові слова:** лабрадорити, лабрадорити Коростенського плутону, хімічна стійкість, екстрактор Сокслета

**Abstract.** This article describes the results of labradorite's chemical weathering experimental investigation. Research was conducted by Soxhlet extractor's method

**Keyword:** labradorite, labradorite of Korosten pluton, chemical weathering, Soxhlet extractor

Використання лабрадоритів у зовнішньому облицюванні будівель і споруд у місті Києві та інших містах України виявляє схильність даних гірських порід до швидкого руйнування, яке проявляється у вигляді іржавих плям на поверхні каменю, викришування породоутворюючих мінералів, погіршення полірування поверхні, виникнення тріщин та ін.

У ході польових досліджень будівель і споруд, оздоблених лабрадоритом, було встановлено, що основним фактором, який це спричиняє, є хімічне вивітрювання.

З метою оптимального вибору лабрадоритів для зовнішнього використання, які будуть мати найвищий ресурс довговічності, у Державному гемологічному центрі України було проведено ряд науково-практичних досліджень.

В рамках науково-дослідних робіт «Створення методики визначення прогнозованої довговічності і термінів

експлуатації природного декоративного камення» і «Розробка системи підвищення інвестиційної привабливості та проектування індустріального парку родовищ лабрадоритів Українського щита на основі гемологічної оцінки якісних критеріїв сировини при пошуково-розвідувальних роботах» було досліджено хімічну стійкість лабрадоритів з родовищ Українського щита: Андріївського, Бражинського, Невирівського, «Оптима», Осниківського, Очеретянського, Добринського, Кам'янобрідського, Кам'яна Піч і Синій камінь.

Для цього було використано екстрактор Сокслета, який з огляду на геохімічні умови вивітрювання лабрадоритів, є найбільш вдалою для зазначених гірських порід системою щодо моделювання хімічного процесу руйнації з пришвидшенням часу.

Перед проведенням експериментального дослідження на екстракторі Сокслета було визначено водопоглинання зразків лабрадоритів відповідно до ДСТУ Б.В EN 13755 «Методи випробування природного каменю. Визначення водопоглинання при атмосферному тиску».

Після цього зразки були поміщені в екстрактор Сокслета, де на першому етапі опробувались з використанням у якості реагенту дистильованої води, на другому етапі – 10% розчину азотної кислоти (HNO<sub>3</sub>).

Опробування зразків лабрадориту в екстракторі Сокслета у дистильованій воді тривало 10 діб (240 годин), з яких 90 годин при впливі гарячих парів водного розчинника, опробування в 10% розчині азотної кислоти - також 10 діб (240 годин), з яких 90 годин при впливі гарячих парів розчину кислоти.

Після опробування зразків лабрадоритів в екстракторі Сокслета, знову було виміряно їх водопоглинення відповідно до ДСТУ Б.В EN 13755.

За результатами зазначених вимірювань проведено порівняльний аналіз стійкості до хімічного руйнування (вивітрювання) лабрадоритів різних родовищ УЩ, результати якого наведено у таблиці 1.

Разом з тим, з метою визначення стійкості лабрадоритів до хімічного вивітрювання, було досліджено відбивну здатність їх полірованої поверхні до експериментального дослідження і після опробування в екстракторі Сокслета у дистильованій воді та у розчині кислоти (див. табл. 1).

Аналіз результатів проведених експериментів дозволив зробити наступні висновки:

- збільшення швидкості руйнування як в нейтральному, так і в кислому середовищах свідчить про те, що вивітрювання лабрадоритів пов'язане з хімічною реакцією, яка перебігає з хімічними елементами, що

знаходяться в складі породи (див. табл. 1);

- інтенсивність руйнування в нейтральному середовищі менша, ніж у кислому, що підтверджують показники блиску полірованої поверхні досліджених зразків (див. табл. 1);

- швидкість руйнування виробів з лабрадориту у зовнішньому облицюванні будівель і споруд залежить від вмісту в оточуючому середовищі техногенних агресивних речовин, хімічних і петрографічних властивостей каменю, часу експлуатації кам'яного виробу, ступеню полірування, погодно-кліматичних умов;

- встановлено, що серед досліджуваних лабрадоритів УЩ найбільш стійкими до хімічного вивітрювання є лабрадорити родовищ Синій Камінь, Осниківське і Добринське;

- найкраще блиск полірованої поверхні зберігають лабрадорити родовищ Кам'яна Піч, Андріївське і Кам'янобрідське.

Таблиця 1 – Водопоглинення і показники блиску лабрадоритів до і після експериментального дослідження в екстракторі Сокслета

Назва родовища	Водопоглинення лабрадоритів					Показники блиску (% до еталона)				
	До експерименту, %	Після нейтрального середовища	Погіршення водопоглинення, раз	Після 10% розчину азотної кислоти	Погіршення водопоглинення, раз	До експерименту	Після нейтрального середовища	% погіршення блиску	Після 10% розчину азотної кислоти	% погіршення блиску
Невирівське	0,03	0,07	2,3	0,08	2,7	79	74,7	5,4	70	11,4
Синій Камінь	0,01	0,02	2,0	0,03	3,0	65	63	3,1	35,9	44,8
Осниківське	0,01	0,02	2,0	0,04	4,0	63,7	55,8	12,4	53	16,8
Добринське	0,01	0,02	2,0	0,05	5,0	82,1	76,1	7,3	74,2	9,6
Кам'янобрідське	0,03	0,11	3,7	0,15	5,0	75	70,5	6,0	68	9,3
Андріївське	0,02	0,07	3,5	0,12	6,0	70,2	64	8,8	63,8	9,1
Кам'яна Піч	0,01	0,04	4,0	0,07	7,0	84,4	84	0,5	80	5,2
«Оптима»	0,01	0,09	9,0	0,22	22,0	76,9	74	3,8	56,4	26,7
Очеретянське	0,01	0,07	7,0	0,23	23,0	83,1	73,5	11,6	58	30,2
Бражинське	0,02	0,05	2,5	0,8	40,0	58,4	56	4,1	36,6	37,3

Список використаних джерел

Белоусова О.Н., Михина В.В. Общий курс петрографии. – М.: Недра, 1972. – 344 с.

Гелета О.Л., Ільченко Т.А., Ляшок В.І., Сергієнко І.А., Ткаленко А.М., Шунько В.В. Експериментальна оцінка стійкості до вивітрювання лабрадоритів з родовищ Українського щита // “Коштовне та декоративне каміння”, 4 (90) грудень 2017. – С. 20-21.

Сергієнко І.А. Лабрадорити України: визначення торгових марок лабрадоритів за їхніми макроскопічними особливостями // Коштовне та декоративне каміння. – 2004. - № 3 (37). – С. 18–26.

Сергієнко І.А., Гелета О.Л., Ільченко Т.А., Ляшок В.І., Ткаленко А.М., Шунько В.В. Експериментальна оцінка стійкості до вивітрювання лабрадоритів з родовищ Українського щита // Збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції “Сучасні технології та особливості видобутку, обробки і використання природного каміння”, Київ 23-24 листопада 2017 року. - С. 43-45.

УДК 553.043

**ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ КОНДИЦІЙ ДЛЯ ПІДРАХУНКУ ЗАПАСІВ НА РЕНТАБЕЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ РОДОВИЩ ДЕКОРАТИВНОГО КАМІННЯ**  
*INFLUENCE OF CONDITION PARAMETERS FOR THE CALCULATION OF RESERVES ON THE PROFITABILITY OF DEVELOPMENT OF DECORATIVE STONE DEPOSITS*

**Озерко Володимир Миколайович**, начальник відділу нерудних корисних копалин<sup>1</sup>, 044-284-93-57, [ozerko@dkz.gov.ua](mailto:ozerko@dkz.gov.ua)  
**Куріло Марія Михайлівна**, кандидат геологічних наук, доцент<sup>2</sup>, 044-259-70-09, [kurilo@mail.univ.kiev.ua](mailto:kurilo@mail.univ.kiev.ua)

<sup>1</sup>Державна комісія України по запасах корисних копалин, 01133, вул. Кутузова 18/7, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>ІННІ «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 03022, вул. Васильківська, 90, м. Київ, Україна

*Volodymyr Ozerko, Head of Department of non-metallic minerals<sup>1</sup>, 044-284-93-57, ozerko@dkz.gov.ua*

*Maria Kurylo, PhD in geology, assistant professor<sup>2</sup>, 044-259-70-09, kurilo@mail.univ.kiev.ua*

<sup>1</sup>*State Commission of Ukraine on Mineral Resources, 01133, Kutuzova str. 18/7, Kyiv, Ukraine*

<sup>2</sup>*Institute of Geology, National Taras Shevchenko University of Kyiv, 03022, Vasylkivska str., 90, Kyiv, Ukraine*

**Анотація.** Проаналізовані основні параметри кондицій для підрахунку запасів декоративного каменю. Визначено вплив параметрів кондицій на структуру запасів та ефективність їх розробки. Проведено аналіз чутливості мінімального промислового виходу блоків від коливань ціни реалізації товарної продукції і собівартості виробництва.

**Ключові слова:** підрахунок запасів, декоративне каміння, мінімальний промисловий вихід блоків.

**Abstract.** The basic cut-off parameters for calculation of decorative stone reserves are analyzed. The influence of cut-off parameters on reserves structure and efficiency of their development are determined. The sensitivity analysis of the minimum industrial output of blocks from fluctuations in commodity products' price and the cost of production is carried out.

**Keywords:** reserves calculation, decorative stone reserves, minimum industrial output of blocks.

Об'єктом вивчення були родовища та балансові запаси облицювального каміння, лабрадоритів, які є об'єктами розподіленого фонду надр. Вибірка родовищ або ділянок надр включала ті об'єкти, які розробляються або плануються до розробки із завершеною оцінкою запасів, яка відбулась не пізніше 5 років.

Предметом є параметри кондицій та техніко-економічні показники промислового освоєння родовищ облицювального каміння, лабрадоритів, які забезпечують ефективність і рентабельність розробки запасів.

До параметрів кондицій для підрахунку запасів облицювального каміння, як правило, включено:

- 1) вид основної і супутньої корисної копалини;
- 2) вимоги до якості вихідної сировини із використанням вимог ДСТУ Б EN 1467:2007 «Камінь природний. Блоки необроблені. Вимоги» та ДСТУ Б.В.2.7-59-97 «Блоки з природного каменю для виробництва облицювальних виробів. Технічні умови», ДСТУ Б.В.2.7-241:2010 «Камінь будівельний. Технічні умови» та інших стандартів, що регламентували якість щелевеної продукції та відсівів;
- 3) Максимальна сумарна питома активність природних радіонуклідів у пробі відповідно до ДБН В.1.4-1.01.97 «Регламентовані радіаційні параметри. Допустимі рівні»;
- 4) нижній горизонт підрахунку запасів;
- 5) мінімальний промисловий вихід блоків.

Головні техніко-економічні параметри, які визначають промислове значення запасів відповідно до нормативних документів, включають наступне:

Продуктивність по видобутку гірничої маси, блоків і розкривних порід;

Структура і обсяги капіталовкладень

Вихід блоків і структура товарної продукції;

Мінімальний промисловий вихід блоків

Собівартість товарної продукції та умови її реалізації

Вартість запасів та рентабельність їх відпрацювання.

Продуктивність по видобутку і виробництву товарної продукції визначається очікуваним виробництвом блоків. Ці параметри напряму встановлюється від виходу блочної продукції, що залежить від геологічних передумов розробки родовища. Вихід блоків по відомим вітчизняним родовищам лабрадориту наведено в табл. 1.

Розподіл товарних блоків по групам для вибірки вітчизняних родовищ наведено на рис 1.

Таблиця 1 – Запаси та вихід блоків по відомим вітчизняним родовищам лабрадориту

№	Родовище	Вихід блочного каменю, %
1	Олегівське	32
2	Невіривське	27
3	Оптима	31
4	Добринське	35
5	Кам'яна Піч	30
6	Синій Камінь	28
7	Ісаківське	25
8	Гута Добринське	27
9	Небіжське	37
10	Федорівське	37
11	Андріївське	28,7
12	Браженське-1	32,3
13	Очеретянське	32



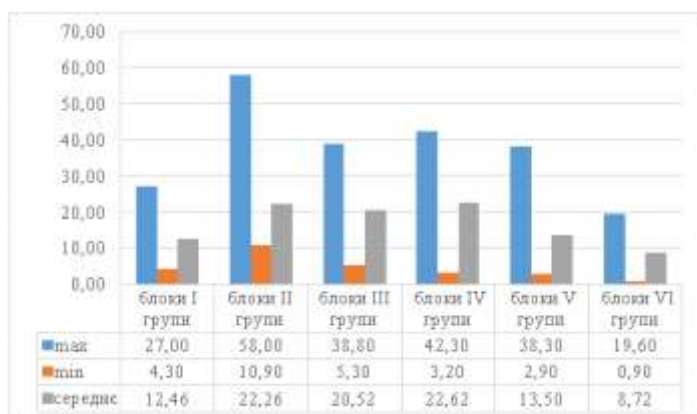


Рис. 1. Усереднений розподіл товарних блоків по групах

Мінімально-промисловий вихід блоків – вихід блочної продукції, який забезпечує нульову рентабельність відпрацювання запасів, які оцінюються. Параметр встановлюється на основі результатів дослідно-промислової розробки для родовищ, які розвідані і з врахуванням фактичних даних для родовищ, які експлуатуються. Важливим є співвідношення мінімального промислового і фактичного виходу блоків. Чим менша дана різниця, тим більші ризики запасів характерні для родовища. Для опрацьованої вибірки були визначені середні виходи блоків (таблиця 2). Різниця між фактичним і граничним значенням в середньому складала 3-6%.

Таблиця 2 – Середні виходи блоків для вітчизняних родовищ

Показники	Max значення	Min значення	Середні значення
Річна потужність кар'єру:			
- по корисній копалині	13,99	10,811	12,00
- по блоках	5	2	3,97
Вихід блочного каменю	36,2	18,5	30,44
Мінімально-промисловий вихід блочного каменю	32,6	12,7	19,53
Різниця фактичного і мінімального промислового виходу блоків	3,6	5,8	

Список використаних джерел

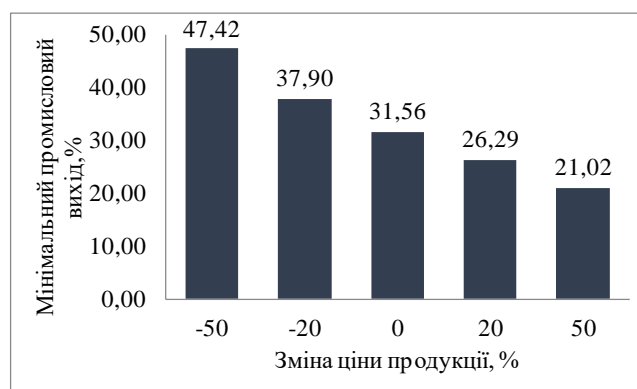
Інструкція із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ будівельного й облицювального каменю//dkz.gov.ua

Мінеральні ресурси України - Київ, Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України», 2017.- 268с.

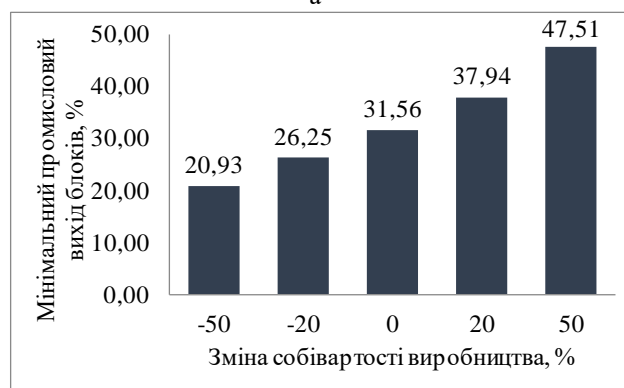
Положення про порядок розробки та обґрунтування кондицій на мінеральну сировину для підрахунку запасів твердих корисних копалин у надрах// dkz.gov.ua

Крім цього, було проведено аналіз чутливості мінімального промислового виходу від коливань ціни реалізації продукції (рис. 2а) і собівартості виробництва (рис. 2б).

При рівні фактичного виходу блоків нижче мінімального промислового запаси декоративного каменю можуть втрачати промислове значення і ставати позабалансовими відповідно Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин.



а



б

Рис. 2. Залежність мінімального промислового виходу блоків від ціни продукції собівартості виробництва

Для забезпечення ефективної роботи добувних підприємств очікувані виходи блочної продукції рекомендуються на рівні 25-30 % і більше із мінімальними промисловими значеннями не більше 20 %, при цьому різниця між фактичним і мінімальним промисловим виходом має становити 5-10 %.

УДК 330.15:622.37(477)

## ГЕОЛОГІЧНИЙ МАТЕРІАЛ В УРБАНІСТИЧНОМУ ПРОСТОРІ, ЯК НАВЧАЛЬНИЙ І ТУРИСТИЧНИЙ ОБ'ЄКТ НА ПРИКЛАДІ ОБОЛОНСЬКОЇ НАБЕРЕЖНОЇ М. КИЄВА GEOLOGICAL MATERIAL IN URBAN SPACE AS AN EDUCATIONAL AND TOURIST OBJECT ON THE EXAMPLE OF THE OBOLON EMBANKMENT OF KYIV

**Пашченко Євген Юрійович**, кандидат економічних наук, старший науковий співробітник, [pobeda2000@meta.ua](mailto:pobeda2000@meta.ua)  
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Чоколівський бульвар, 13, Київ 186,  
Україна

*Yevgen Pashchenko, PhD (Economics), Senior Researcher, [pobeda2000@meta.ua](mailto:pobeda2000@meta.ua)  
Institute of Telecommunications and Global Information Space of NAS of Ukraine, Chokolivsky Boulevard, 13, Kyiv 186,  
Ukraine*

**Анотація.** Природний камінь, що використовується в містах при будівництві будинків, інфраструктурних і захисних споруд часто містить скам'янілі рештки та відбитки, або кристали мінералів. Завдяки цьому мешканці міст мають змогу побачити багато різноманітних палеонтологічних та мінералогічних зразків не тільки в музеях, а й зібрати невелику геологічну колекцію по дорозі до школи, роботи, або просто прогулянки неподалік від дому. Це може бути цікавим для організації туристичних маршрутів та розвитку позашкільної освіти з природничих напрямків.

**Ключові слова:** палеонтологічні зразки, геологічні зразки, колекція, позашкільна освіта, туристичний об'єкт.

**Abstract.** Natural stone used in cities for the construction of buildings, infrastructural and protective structures often contains fossil remains and prints, or crystals of minerals. Thanks to this, residents of the cities are able to see many different paleontological and mineralogical specimens not only in museums, but also to collect a small geological collection on the way to school, work, or just a walk away from home. It can be interesting for organizing hiking trails and developing extracurricular outreach.

**Keywords:** paleontological specimens, geological specimens, collection, extracurricular education, tourist object.

У кожному великому місті, в тому числі в Києві, дуже широко використовується природне каміння як в обробленому вигляді, так і зі збереженням природних форм. Його можна побачити на фасадах будівель, сходах підземних переходів та вестибюлях стай метрополітена, насипах залізничних колій та захисних дамб, в парках, на парканах та безлічі інших місць, де відбувалось, або відбувається будівництво. На Оболонській набережній, що розташована на березі Дніпра в Оболонському районі м. Києва завдяки майже безперервним будівельним роботам в останні 15 років з'явилося багато об'єктів, де гірські породи і мінерали України представлені у надзвичайно великій кількості і дозволяють провести пізнавальну геологічну екскурсію та навіть зібрати невелику колекцію зразків з родовищ різних регіонів.

Перший об'єкт, з якого рекомендується починати пізнавальний маршрут, це велика гранітна брила з

старовинним якорем (рис. 1), яка знаходиться біля будинку за адресою Героїв Сталінграда 12д біля входу в ресторацію.

Прошарок жильного кварцу та біотиту гарно ілюструють деякі процеси, що відбувались приблизно 2 млрд. років тому. Фасад будинку оздоблений овруцьким кварцитом (рис. 2) і на деяких уламках до сьогодні збереглися фігури, що утворив прадавній океан на піску.



Рис. 1. Сірий граніт зі старовинним якорем



Рис. 2. Овруцький кварцит в фасаді будинку



Рис. 3. Скульптура на відполірованому уламку лабрадориту



Рис. 4. «Золота рибка». Постамент - гранітний льодовиковий валун

Поряд знаходяться кілька бронзових композицій роботи скульптора Олексія Шамшури, постаментами для яких слугують лабрадоритовий, з іризуючими кристалами лабрадору, і гранітні уламки та льодовикові валуни (рис. 4, 5, 6).



Рис. 5. Композиція «Котигорошко та Змій Горинич» на граніті

Рис. 6. Скульптура «Царівна жаба» на льодовиковому валуні



Рис. 11. Скам'янілі морські істоти



Рис.12. Базальтові стовпи. Сад каменів. Оболонська набережна

Якщо спуститись вниз до води, вздовж алеї розташовано ряд скульптур виготовлених з нумулітового вапняку, який привезено з Криму. Митці так чудово обробили цей матеріал, що змогли зберегти і підкреслити в своїх скульптурних композиціях черепашки нумулітів-одноклітинних морських організмів які жили біля 30 млн. років тому (олігоцен). Розміри деяких сягають більше 30 мм (рис. 7, 8).



Рис. 7. Скульптура жінки. Нумулітовий вапняк



Рис. 8. Великі черепашки нумулітів, збережені скульптором

За кількисот метрів в бік гольф-клуба знаходиться пам'ятний знак морським піхотинцям, виконаний з червоного граніту, до якого прикріплено якір (рис. 9).



Рис. 9. Пам'ятний знак морським піхотинцям виконаний з червоного граніту

Рис. 10. Змішаний гравій різних гірських порід з родовищ України на березі Дніпра



Рис.13. Схема маршруту

Трохи нижче знаходиться невеликий пляж, заповнений щебнем з різних куточків України (Житомирщина, Кіровоградщина, Черкащина тощо) координати 50.501799,30.522386. Вапняки з відбитками морських черепашок в суміші з кварцитами та різними типами гранітів утворюють чудовий «полігон» для починаючих геологів рис 7. Скульптура жінки. Нумулітовий вапняк, географів або просто тих, хто цікавиться природою. Саме там можна назбирати за день невеличку колекцію з 20 і більше мінералів, гірських порід та скам'янілостей, наприклад, для шкільного музею. Завдяки тому, що весь кам'яний матеріал змочений водою, легше знайти екземпляри з цікавою текстурою, напівпрозорі кварци, або більш-менш цілі викопні рештки (рис. 10, 11).

Якщо пройти на південь парком «Наталка», біля будинка за адресою Оболонська набережна 1 к.1 знаходиться одна з перлин Оболоні – сад каменів, відкритий в 2011 році за ініціативи і на коши МЖК «Оболонь». Це одне з небагатьох місць, де можна побачити величезні базальтові стовпи в природньому вигляді (рис. 12). Граніти різних родовищ, пегматит,

сланець органічно використані в єдиному ансамблі з численними скульптурами із бронзи, сталі та інших матеріалів. До кожного з арт об'єктів можна підійти і навіть торкнутись. На території парка можна відпочити, провести підсумкову бесіду та відповісти на запитання.

Організація повноцінної екскурсії на родовище природного каменю в сучасних умовах часто пов'язана з досить великими транспортними витратами, необхідністю попередніх домовленостей з керівництвом

видобувних підприємств та технікою безпеки, що, нажаль, не завжди можливе. Маршрут Оболонською набережною, завдяки насиченості різноманітним геологічним матеріалом, доступністю та комфортним умовам може стати доповненням до навчальних програм природничих напрямків, позашкільної освіти та розвитку туристичного напрямку в м. Києві.

*Фото Пащенко Є.*

Список використаних джерел

<http://my-obolon.kiev.ua/dostoprimechatelnosti/sad-kamnej.html>

Google maps

[https://m.facebook.com/uavolunteer/?\\_rdr](https://m.facebook.com/uavolunteer/?_rdr)

УДК 569.722

## ПІДГОТОВЧІ РОБОТИ ДО ЕКСПЕРТИЗИ НА ПРИКЛАДІ ЧЕРЕПА ВОЛОХАТОГО НОСОРОГА COELODONTA ANTIQUITATIS

*PREPARATION FOR EXPERTISE ON THE EXAMPLE OF WOOLLY RHINOCEROS COELODONTA ANTIQUITATIS SKULL*

**Пилипенко Дмитро Олександрович**, власник зареєстрованої торгової марки Paleo, +38050-160-4090, [paleo.ua@gmail.com](mailto:paleo.ua@gmail.com)  
04073, вул. Рилєєва, 16, м. Київ, Україна

*Dmytro Pylypenko, the owner of the registered trademark Paleo, +38050-160-4090, [paleo.ua@gmail.com](mailto:paleo.ua@gmail.com)  
04074, Ryleeva street, 16, Kyiv, Ukraine*

**Анотація.** Розглянуті теоретичні питання: введення в офіційний обіг знахідок фосилій, особливості розподілення їх на категорії (унікальні - рідкісні - типові) та класи господарчої діяльності (колекційний - сировинний) та переваги від експертизи для всіх сторін процесу. Наведені практичні вирішення цих питань на прикладі черепа викопного носорога.

**Ключові слова:** експертиза, носоріг, целодонт.

**Abstract.** Explored theoretical issues: introduction of fossil finds into official circulation, peculiarities of their division into categories (unique - rare - typical) and classes of economic activity (collection - raw materials) and benefits from the expertise for all parties. Practical solutions to these issues are given on the example of the fossil rhinoceros skull.

**Keywords:** expertise, rhinoceros, coelodonta

Повна легалізація обігу скам'янілих решток в Україні потребує ефективного вирішення для свого сталого розвитку. Законодавство щодо зборів скам'янілостей традиційно досить ліберальне [1]. Але хоча прямої заборони як пошуків, так і збереженню фосилій в країні немає, існує підґрунтя для появи так званих "чорних копачів" через відсутність ефективних механізмів легалізації знахідок. Деякі країни пострадянського простору намагаються вирішити ці питання шляхом ліцензування збирачів палеонтологічного матеріалу [2].

Це актуально як для колекційного (наукового, навчального), так і для сировинного (корисні копалини) типу скам'янілих решток. Сприятливе середовище для зборів палеонтологічних зразків дозволить врятувати їх від знищення природою внаслідок вивітрювання.



Рис. 1. Автор препарує череп викопного носорога

На думку автора розробка стандартних підходів для експертної оцінки скам'янілих решток в Україні - одне з ключових завдань. На даний момент - оцінка складається з трьох етапів:

1. Палеонтологія. Сертифікат відповідності, в якому вказано, чим є знахідка з точки зору палеонтології (систематика, загальний опис предмета).
2. Культурна оцінка. Визначається наукова чи інша культурна цінність для народу України.
3. Експертний висновок на основі 1 та 2 етапів.

Палеонтологічна частина для українських фахівців, як правило, не виклає великих складнощів. Наприклад, череп викопного носорога целодонта може впевнено визначити майже будь-який палеонтолог або зоолог.

Тоді як культурну оцінку представники Міністерства

культури, молоді та спорту України не беруться проводити. Тому стоїть відкрите питання, хто цим уповноважений та достатній мірі компетентний займатись в Україні.

Наріжним питанням під час культурної оцінки черепа носорога є визначення його категорії - унікальний, рідкісний чи типовий. Слово "унікальний" означає єдиний, що по відношенню до черепа викопного носорога не відповідає дійсності. Також існує молодший синонім "унікального" - "дуже рідкісний". Чітке кількісне значення "дуже рідкісного" автору поки не вдалося знайти. Якщо, припустимо, від 1 до 5, то, очевидно, черепів носорогів значно більше. В цілому автор схиляється до думки, що така оцінка зразка, як "рідкісне", без статистичного обґрунтування несе в собі велику долю суб'єктивної оцінки експерта.

Для доведення, що череп волохатого носорога є типовою знахідкою проведено теоретичне та практичне обґрунтування. Целодонти поширені на всій території України та є представниками мамутової фауни [3]. "Масивність і монолітність кісток черепа і посткраніального скелета Coelodonta сприяли доброму стану збереженості його решток в осадових породах, на відміну від черепів слонів, які погано зберігаються у викопному стані [4]." Також була оброблена інформація, взята з відкритих джерел. Щонайменше музеї 15 областей України мають на вітринах від 1 та більше черепів викопного носорога (табл. 1).

На підставі вищесказаного автор вважає, що череп викопного носорога є типовою та поширеною знахідкою, яка може вільно зберігатись у приватних колекціях.

Таблиця 1 – Перелік музеїв, у яких зберігаються черепи волохатого носорога

№ п/п	Назва області	Назва музею	Адреса, контакти	Характеристика решток	Джерела інформації
1	Вінницька	Вінницький обласний краєзнавчий музей	м. Вінниця, вул. Соборна, 19, office@vinnitsia-museum.in.ua	Череп	1
2	Вінницька	Історико-краєзнавчий музей с. Гопчиця	Погребищенський р-н, с. Гопчиця, вул. Веселівка 1 hopchytysya@gmail.com	3 кістки: гомілкорова, ліктьорова, зап'ястна	2
3	Дніпропетровська	Дніпропетровський національний історичний музей ім. Д.І. Яворницького	м. Дніпро, проспект Д. Яворницького, 16	Череп із зубами	3
4	Донецька	Донецький обласний краєзнавчий музей	м. Донецьк, вул. Челюскінців, 189а	Череп із зубами	4
5	Донецька	Музей історії міста Краматорськ	м. Краматорськ, вул. Академічна, 60 muzeyistoriiigoroda@ukr.net	Череп із зубами, окремі кістки скелету	5
6	Донецька	Маріупольський краєзнавчий музей	м. Маріуполь, вул. Георгієвська, 20 muzmar95@ukr.net	Череп	6, 7
7	Житомирська	Житомирський обласний краєзнавчий музей Житомирської обласної ради	Овруцький р-н, с. Словечне, (04148) 5-12-41	черепи, кістки	8, 9, 10
8	Запорізька	Мелітопольський міський краєзнавчий музей	м. Мелітополь, вул. М.Грушевського, 18 melitopol.museum@gmail.com	Череп	11
9	Запорізька	Бердянський краєзнавчий музей	м. Бердянськ, пр. Перемоги, 14	Череп із зубами	12
10	Івано-Франківська	Івано-Франківський краєзнавчий музей	м. Івано-Франківськ, вул. Галицька, 4а ifkm@i.ua	не уточнюється	13
11	Київська	Національний науково-природничий музей НАН України (Палеонтологічний музей ім. В.О. Топачевського)	м. Київ, вул. Б.Хмельницького, 15	2 черепи та скелет	14, 15
12	Київська	Геологічний музей Київського національного університету ім. Т. Шевченка	м. Київ, вул. Васильківська, 90 nesterovski@univ.kiev.ua	череп	33

13	Львівська	Державний природознавчий музей НАН України	м. Львів, вул. Театральна, 18	Муміфікована туша, черепи	16, 17, 18, 19
14	Львівська	Палеонтологічний музей Львівського національного університету	м. Львів, вул. Грушевського, 4 paleomus@gmail.com	Череп із зубами	20
15	Одеська	Палеонтологічний музей при Одеському національному університеті ім. І.І. Мечникова	м. Одеса, вул. Дворянська, 2	Кістяк, череп із зубами	21, 22
16	Сумська	Сумський обласний краєзнавчий музей (Земська управа)	м. Суми, вул. Кондратьєва, 2	3 черепа, 14 зубів, 6 кісток	23, 24, 25
17	Сумська	Роменський краєзнавчий музей (Комунальний заклад Сумської обласної ради "Державний історико-культурний заповідник "Посулля", філія)	м. Ромни, вул. Миколаївська, 10	не уточнюється	26
18	Сумська	Білопільський краєзнавчий музей	м. Білопілья, вул. Соборна 70	не уточнюється	26
19	Сумська	фонди Державного історико-культурного заповідника у м. Путивль	м. Путивль	права половина нижньої щелепи, 2 повністю збережених зуба, 2 частково зруйнованих, 2 альвеоли щелепи, кістки	27
20	Сумська	Кролевецький районний краєзнавчий музей	м. Кролевець, вул. Соборна 33	уламок лопатки зі збереженим акроміальним відростком, 4 фрагменти ребер різного ступеню збереженості	32
21	Харківська	Державного музею природи Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. Геологічний відділ	м. Харків, вул. Тринклера, 8 naturemuseum@karazin.ua	Череп із зубами та інші кістки	28
22	Хмельницька	Хмельницький обласний краєзнавчий музей. Відділ природи	м. Хмельницький, вул. Подільська, 12 kzkkhmus@gmail.com	Череп	29
23	Черкаська	Музей природи Канівського природного заповідника	м. Канів, вул. Шевченка 108	численні уламки і цілі кістки кінцівок, окремі хребці, фрагменти черепів, череп з зубами	30, 31

Джерела інформації до таблиці 1:

1. Вінницький обласний краєзнавчий музей. Експозиція музею. Зал №1. Геологія та природні ресурси. URL -

<http://vinnytsia-museum.in.ua/rooms/room-01> (дата входу 21.10.2019)

2. В Гопчиці знайшли рештки шерстистого носорога

(фото): стаття. URL - <http://hopchytsya.com.ua/znahidka-nosorig-volohaty/> (дата входу 21.10.2019)

3. Вікіпедія. Дніпропетровський національний історичний музей імені Дмитра Яворницького. URL - [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BD%D1%96%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9\\_%D0%BD%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%B9\\_%D1%96%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9\\_%D0%BC%D1%83%D0%B7%D0%B5%D0%B9\\_%D1%96%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%96\\_%D0%94%D0%BC%D0%B8%D1%82%D1%80%D0%B0\\_%D0%AF%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE?fbclid=IwAR3KiRstRjOdHW-uo39eKKR5-1oU54zHdsOwDQ\\_Hnkex8\\_adokdm79OETY8](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BD%D1%96%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BD%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%96%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BC%D1%83%D0%B7%D0%B5%D0%B9_%D1%96%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%96_%D0%94%D0%BC%D0%B8%D1%82%D1%80%D0%B0_%D0%AF%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE?fbclid=IwAR3KiRstRjOdHW-uo39eKKR5-1oU54zHdsOwDQ_Hnkex8_adokdm79OETY8) (дата входу 21.10.2019)

4. Л.І. Нестеренко. Палеонтологічна колекція в зібранні Донецького обласного краєзнавчого музею. Каталог – Донецьк: Регіон, 2005, ст. 29, 41, 71 (фото), 73.

5. Музей історії Краматорську. URL - <https://kramistmuseum.wordpress.com/page/1/> (дата входу 19.09.2019)

6. Мариупольський краєведческий музей. URL - <http://museum.marsovet.org.ua/> (дата входу 19.09.2019)

7. Які моторошні гігантські створіння блукали древнім Приазов'ям. URL - <https://dn.depo.ua/ukr/mariupol/htoblukav-priazov-yam-dva-milyoni-rokiv-tomu-foto--11152016125600> (дата входу 20.09.2019)

8. На Житомирщині експонують рештки унікальних тварин. URL - <https://www.ukrinform.ua/rubric-tourism/2752853-na-zitomirsinieksponuut-restki-unikalnih-tvarin.html> (дата входу 20.09.2019)

9. Житомирський краєзнавчий музей. URL - <https://zt.suspilne.media/news/25511> (дата входу 20.09.2019)

10. «Древлянський край»: На Житомирщині з'явиться новий туристичний маршрут. URL - <https://decentralization.gov.ua/news/11515> (30.09.2019)

11. Мелітопольський міський краєзнавчий музей. Череп шерстистого носорога, знайдений на південній околиці міста Мелітополя в 1954 році. URL - <http://melitopol-museum.zp.ua/photogallery/cherep-sherstystogo-nosoroga-znaydenyy-na-pivdenniy-okolyci-mista-melitopolya-v-1954> (дата входу 30.09.2019)

12. Бердянський міський краєзнавчий музей. URL - <https://zp-museums.jimdo.com/%D0%BC%D1%83%D0%B7%D0%B5%D1%97-%D0%BC%D1%96%D1%81%D1%82%D0%B0-%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B4%D1%8F%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B4%D1%8F%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D0%BC%D1%96%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%87%D0%B8%D0%B9->

<http://www.ifkm.if.ua/vidpryrody.html> (дата входу 15.08.2019)

13. Івано-Франківський краєзнавчий музей. Експозиція відділу природи. URL - <http://www.ifkm.if.ua/vidpryrody.html> (дата входу 18.08.2019)

14. Національний науково-природничий музей Національної академії наук України. URL - [https://museumkiev.org/paleontology/pleistocen.html?fbclid=IwAR2z6r\\_cW-LVibtrRWkBCtN6yLHh\\_zlrItAqC4MeMs-agCbdZsfvIStOf7s](https://museumkiev.org/paleontology/pleistocen.html?fbclid=IwAR2z6r_cW-LVibtrRWkBCtN6yLHh_zlrItAqC4MeMs-agCbdZsfvIStOf7s) (дата входу 19.08.2019)

15. Національний науково-природничий музей. URL - [http://photokiss.org.ua/2013/04/nmnh/?fbclid=IwAR27DDq8qc\\_Lw8t\\_N3wuwO-bMMckVaP1yj6BzhxM6b4\\_WWsWdFI3P9cZzZM](http://photokiss.org.ua/2013/04/nmnh/?fbclid=IwAR27DDq8qc_Lw8t_N3wuwO-bMMckVaP1yj6BzhxM6b4_WWsWdFI3P9cZzZM) (дата входу 28.08.2019)

16. Державний природничий музей. Виставка «Мандрівка в минуле». URL - <http://www.smnh.org.ua/vystavky/mandrivka-v-mynule.html> (дата входу 28.08.2019)

17. Унікальна виставка доісторичних велетнів відкривається у Львові. URL - <https://ukranews.com.ua/news/638058-unikalna-vystavka-doistorychnyh-veletniv-vidkryvayetsya-u-lvovi> (дата входу 28.08.2019)

18. Наукові записки державного природознавчого музею. Випуск №30. Львів, 2014. С 65-66. URL - [http://dpm.pip-mollusca.org/tom/30/bokotei\\_etc\\_t30.pdf?fbclid=IwAR21CB-Ta3IkHDSEYCBNCyzD\\_e9d9bSfJji\\_atazDLJLOYAatESU8mchx2FM](http://dpm.pip-mollusca.org/tom/30/bokotei_etc_t30.pdf?fbclid=IwAR21CB-Ta3IkHDSEYCBNCyzD_e9d9bSfJji_atazDLJLOYAatESU8mchx2FM) (дата входу 09.09.2019)

19. Нотатки щодо Всесвітнього дня носорогів у Державному природничому музеї Львову. URL - <https://www.facebook.com/LvivMuseum/photos/a.113555842068795/2059471840810509/?type=3&theater> (дата входу 11.09.2019)

20. Львівський національний університет імені Івана Франка. Палеонтологічний музей. URL - <http://museums.lnu.edu.ua/paleontology/>

21. Прес-служба Одеського національного університету імені І.І. Мечникова (фото). URL - <http://news.onu.edu.ua/ukr/photos/single/9?fbclid=IwAR2b37DUEM7Bid2gJyJxJXay6N9F3wZ5Ju4FzPFX-zmsHI1azccab722Es> (дата входу 19.09.2019)

22. Одеський національний університет імені І.І. Мечникова. Палеонтологічний музей. URL - <http://onu.edu.ua/uk/culture/museums/paleontological> (дата входу 25.10.2019)

23. Сумський обласний краєзнавчий музей. URL - <https://smr.gov.ua/uk/misto/pam-yatki-mista/213-sumskij-oblasnij-kraeznavchij-muzej.html> (дата входу 28.10.2019)

24. Сумський обласний краєзнавчий музей. Експозиція музею. URL - <http://museum.sumy.ua/ekspoziciya/> (дата входу 01.10.2019)

25. Ковальчук О.М. Про створення регіонального кадастру викопних решток плейстоценової та голоценової фауни (Сумська область). Матеріали 3 всеукраїнської студентської наукової конференції «Сучасні проблеми природничих наук». Ніжин, 23-24 квітня 2008 року. С. 37.

26. Ковальчук А.Н. Палеозоологические исследования в

- Сумської області (Історический аспект). Vestnik zoologii, 46(3): 223—228, 2012. С. 227.
27. Ковальчук О.М., О.М. Козлов. До питання представленості викопних решток антропогенової теріофауни у фондах державного історико-культурного заповідника у м. Путивлі. Сіверщина в історії України Випуск 4. 2011. С. 445-448.
28. Музей природи Харківського національного університета. Геологічний отдел. URL - <https://muzei-prirody.blogspot.com/2012/03/geologicheskii-otdel.html?fbclid=IwAR0yUVehICzOWbwXakJGzb-OC UCSs5gPMuxS1Ewy3oQRp3f87wcX5tvBDE> (дата входу 02.10.2019)
29. Хмельницький обласний краєзнавчий музей. Відділ природи. URL - [http://okm.km.ua/viddil-prirody/?fbclid=IwAR3KiRstRjOdHW-uo39eKKR5-1oU54zHdsOwDQ\\_Hnkex8\\_adokdm79OETy8](http://okm.km.ua/viddil-prirody/?fbclid=IwAR3KiRstRjOdHW-uo39eKKR5-1oU54zHdsOwDQ_Hnkex8_adokdm79OETy8) (дата входу 02.10.2019)
30. Енциклопедія Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Музей природи Канівського природного заповідника. URL - <http://eu.univ.kiev.ua/departments/pryrody-muzej/> (дата входу 03.10.2019)
31. Рижов С.М., О.М. Ковальчук, О.Д. Полішко. Попередні підсумки вивчення викопних решток хребетних тварин із котловану Канівської ГЕС у фондовій колекції музею Природи Канівського Природного Заповідника. С. 99-102.
32. О.М. Ковальчук, Ю.М. Проскурняк. Нове місцезнаходження решток плейстоценової теріофауни на р. Десна (Чернігівська обл., Україна). Тези доповідей конф. молодих дослідників-зоологів. Київ, 20 квітня 2011. С. 7-8.
33. Фото мамонта та черепу шерстистого носорога з офіційної сторінки Геологічного музею. URL - [http://www.geol.univ.kiev.ua/photo/depts/museum/museum-2017\\_4.jpg?fbclid=IwAR2hYMeYIwWBjvGEIWTZaLiXyZ5Fx0M\\_5roVr\\_v3cLaITvztzQZDEUIVUo4](http://www.geol.univ.kiev.ua/photo/depts/museum/museum-2017_4.jpg?fbclid=IwAR2hYMeYIwWBjvGEIWTZaLiXyZ5Fx0M_5roVr_v3cLaITvztzQZDEUIVUo4) (дата входу 02.11.2019)

#### Список використаних джерел

- Ивахненко М.Ф., Корабельников В.А. Живое прошлое Земли. Книга для учащихся. Москва, 1987, ст. 35-37.
- О Положении о порядке выдачи лицензий на право пользования недрами на территории Республики Саха (Якутия) при изучении, сборе, добыче бивней мамонта и других остатков мамонтовой фауны в коммерческих целях, раскопке трупных и скелетных остатков мамонтовой фауны в научных целях. <http://docs.cntd.ru/document/473510204>
- Громова В.И. Основы палеонтологии. Млекопитающие. Москва, 1962, ст. 49, ст. 331.
- Гарутт Н.В. Шерстистый носорог. Морфология, систематика, геологическое значение (автореферат), ст.1.

УДК 553.8:069.51:378.4(477.54-25)

### КОЛЬОРОВЕ КАМІННЯ В ЕКСПОЗИЦІЇ МУЗЕЮ ПРИРОДИ ХАРКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ В. Н. КАРАЗИНА І МОЖЛИВОСТІ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ГЕМОЛОГІВ

GEMSTONES IN THE EXHIBITION OF THE NATURAL HISTORY MUSEUM OF V. N. KARAZIN KHARKIV NATIONAL UNIVERSITY AND POSSIBILITY OF THEM USE FOR TRAINING GEMMOLOGISTS

**Космачова Марія Володимирівна**, кандидат географічних наук, доцент<sup>1</sup>, [kosmachovamv@gmail.com](mailto:kosmachovamv@gmail.com)

**Колосова Ірина Валеріївна**, старший викладач<sup>2</sup>, [kolosova@karazin.ua](mailto:kolosova@karazin.ua)

<sup>1</sup>Музей природи Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, 61058, вул. Трінклера, 8, м. Харків

<sup>2</sup>Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 61022, майдан Свободи, 4, м. Харків, Україна

*Maria Kosmachova*, PhD in Geography, Associate Professor<sup>1</sup>, [kosmachovamv@gmail.com](mailto:kosmachovamv@gmail.com)

*Iryna Kolosova*, Senior Lecturer<sup>2</sup>, [kolosova@karazin.ua](mailto:kolosova@karazin.ua)

<sup>1</sup>Natural History Museum of V. N. Karazin Kharkiv National University, 61058, Trinklera st., 8, Kharkiv, Ukraine

<sup>2</sup>V. N. Karazin Kharkiv National University, 61022, Svoboda square, 4, Kharkiv, Ukraine

**Анотація.** Експозиція Музею природи Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна містить велику кількість чудових зразків кольорового каміння, які повно представляють його різноманітність. Ця експозиція є важливою в науковому і естетичному значенні і може бути успішно задіяна при підготовці спеціалістів-гемологів.

**Ключові слова:** кольорове каміння, геологічна музейна

експозиція, підготовка гемологів.

**Abstract.** There are many remarkable samples of gemstones in exhibition of the Natural History Museum of V. N. Karazin Kharkiv National University. This samples represented different types and varieties of gemstones. The exhibition has a very important scientific and aesthetic significance and may be used for preparing of gemmologists.

**Keywords:** gemstones, geological exhibition, training of



*gemmologists.*

Історія створення і розвитку експозиції геологічного відділу Музею природи Харківського університету та її зміст розглянуто в публікаціях [1, 4 та ін.]. Комплектування колекцій почалося майже з самого його відкриття, коли перші зразки мінералів були придбані у 1807 р., і в подальшому багато років відбувалося розширення зібрання, в тому числі найбільш красивими зразками мінералів, мінералоїдів, гірських порід і деяких органічних речовин, які завдяки декоративним і іншим властивостям є головними об'єктами гемології. Здається, що найбільш прийнятною загальною назвою для них є термін "кольорові камені" [3]. Його застосовують як до природних необроблених, так і для огранених каменів, включаючи не тільки забарвлені, а й безбарвні камені з числа алмазу, топазу, фенакіту, кварцу (гірський кришталь) і ін. Серед існуючих класифікацій кольорових каменів дуже зручною є та, що базується на їх призначенні і урахуванні ринкової вартості, згідно з чим виділяють групи ювелірного (гранувального, коштовного), ювелірно-виробного і виробного каміння. Ця класифікація у найбільш завершеному вигляді опублікована в монографії [2].

В теперішній час в експозиції геологічного відділу Музею природи Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна досить широко представлено кольорове каміння, особливо - ювелірно-виробне і виробне. Його зразки виставлені у залах геології Харківщини, корисних копалин України і найповніше - у залі мінералів. Найбільший інтерес викликають типові зразки таких каменів, як лазурит - різної текстури гірські породи, що вміщують лазурит і практично мономінеральні штуфи з Прибайкалля і всесвітньо відомих родовищ Афганістану, жадеїт і нефрит - штуфи переважно різних відтінків зеленого кольору з Саян, бірюза з Узбекистану, Ірану, Вірменії, малахіт - великі штуфи з Гумішевського родовища і району гори Висока на Середньому Уралі (Міднорудянське родовище, Високогірський залізорудний кар'єр); тут історичний інтерес представляють штуфи із здобичі першої половини XIX століття, коли було виявлено гніздо, яке дало близько 480 т малахіту, бурштин - зразки з Прибалтики (у тому числі з інклюдіями - включеннями комах у бурштині Пальмікенського родовища), Сахаліну і України (Клесів), агати - різні за рисунком і кольором зразки, зокрема з Оберштейну у Німеччині - всесвітньо відомого центру обробки і облагородження агатів, амазоніт - особливо цікаві штуфи з гранітних пегматитів США, Косої гори в Ільменах (Південний Урал) і глиби амазоніту з включеннями альбіту з гори Плоска у Кейвах (Кольський півострів), родоніт з родовищ на Середньому Уралі і США, лабрадор - зразки з яскравою іризацією з Канади, Бразилії і України (Головинське і інші родовища Коростеньського плутону на Житомирщині); одним із

останніх поповнень музею являється глиба лабрадорита з Слобідського родовища з чудовими іризуючими кристалами ("квітками" за образним визначенням робочих Волинських кар'єрів), яшми і яшмоїди - різні за кольором і текстурою, у тому числі пейзажні яшми гори Полковник поблизу м. Орськ на Південному Уралі, письмовий граніт - чудові зразки пегматитів Середнього Уралу (околиці с. Мурзинка), Ільмен, а також України, і інші (хризопраз, чароїт, гематит, опал, кахолонг, обсидіан, гагат, селеніт, флюорит).

Суттєвою частиною експозиції являються зразки найбільш важливих кольорових каменів України. Це, насамперед, всесвітньо відомі чудові мінерали пегматитів Волині, також тут представлені гірський кришталь Донбасу (Михалівка, Єсаулівка), зразки з Приазов'я - нефелін і содаліт Октябрського лужного масиву (Донське), письмовий граніт (Зелена могила, Балка великого табору), девонське скам'яніле дерево і пейзажні яшмоподібні породи (район Каракуби), опал (Катеринівка), з центральної частини Українського щита - опал кір вивітрювання і пеліканітизованих гранітоїдів (Глухівці та ін.) і ультраосновних порід (Деренюхське родовище), опал, кварц, тигрове око, декоративні яскраво смугасті залізисті кварцити (Криворіжжя), бурштин Ровенщини, кварц (аметист) і агат базальтів Волині (Янова Долина, Берестовець), з Карпатського регіону - мармароські діаманти (Верхні Ворота), унгварити (Кам'яниця і ін.), чорний опал (Ільниця, Великий Раковець), з місцезнаходжень Східної України - скам'яніле дерево - чудової якості великі фрагменти рослин приємного кольору з добре збереженою клітинною структурою деревини (карбон, юра, крейда, палеоген Харківщини, палеоген Луганщини) та ін. Ці зразки певною мірою доповнюють і конкретизують відомі дані про кольорове каміння України [5].

Загалом, в експозиції представлені зразки із вітчизняних і всесвітньо відомих закордонних родовищ Афганістану, Бразилії, Вірменії, Італії, Ірану, Казахстану, Канади, Німеччини, Росії, США, Узбекистану, Франції, Чехії, Швейцарії та ін. Прикрасою експозиції є такі унікальні і рідкісні зразки як флорентійський мармур (зразок пейзажного руїнного мармуру, що експонується в музеї, не поступається за рисунком найкращим каменям, зображення яких є в літературі [6 та ін.] - рис. 1), друзи гірського кристалу з жил Сен-Готарду (Швейцарія), уральський смарагд, що надійшов до Музею у 1831 р. "от высокомонарших щедрот Его Императорского Величества", та ін. Увагу привертають вироби з забутого нині своєрідного виробного каменя - цільних прозорих кристалів галіту (кам'яної солі) роботи бахмутських майстрів по каменю (рис. 2).

Особливо привабливими є вітрини зі зразками мінералів кремнезему (гірський кришталь, аметист, димчастий кварц, моріон, агати, опал, яшми) і кольорових каменів відомих родовищ (рис. 3).



Рис. 1. Руїний (флорентійський) мармур. Розмір зразка - висота 18 см, ширина 28 см



Рис. 2. Фігурка слоненяти, вирізана з суцільного прозорого кристалу галіту. Висота - 5 см



Рис. 3. Зразки ювелірно-виробних каменів у вітрині кольорового каміння

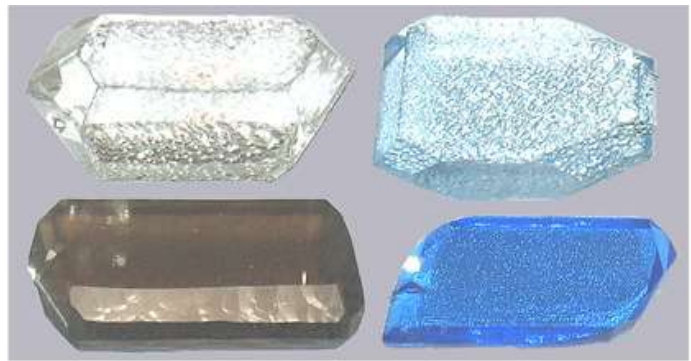


Рис. 4. Штучні кристали кольорового кварцу у вітрині "Синтетичні ювелірні і технічні камені"

Чудово виглядає вітрина синтетичних мінералів, яка містить зразки багатьох штучних ювелірних і технічних каменів, зокрема, виробництва харківських науково-дослідних інститутів монокристалів і вогнетривів. Це різнобарвні корунди (рожевий і червоний рубіни, блакитний і синій сапфіри, лейкосапфір), фіаніти, гранати, кристали кварцу (рис. 4) та ін.

Повнота і висока якість експозиції, науковість її організації, інформативність і наочність експонатів, їх естетична привабливість визначають її велике навчальне значення для підготовки геологів і, особливо, гемологів. Насамперед, вона забезпечує підготовку у традиційно важливих напрямках гемології - таких як діагностика і опис кольорових каменів на основі мінералого-петрографічних досліджень, що є необхідним для їх оцінки, щоб відрізнити натуральні камені від синтетичних і імітацій, а також для встановлення фізичних властивостей і декоративних особливостей кольорових каменів як сировини ювелірного і каменерізного виробництва; вивчення геології проявів і родовищ кольорової кам'яної сировини, проведення геологорозвідувальних робіт з метою розширення сировинної бази цього різновиду неметалевих корисних копалин.

При цьому, спостереження зразків ювелірно-виробних і виробних каменів експозиції дозволяє відпрацювати такі завдання:

1. Вивчення і опис зовнішніх діагностичних ознак кольорових каменів, а саме їх кольору (відтінків,

естетичного сприймання), блиску, наявності або відсутності спайності, злому і характеру поверхні в необробленому стані, а в полірованих штуфах - оцінити її якість і здатність каменя до обробки.

2. Одержання навичок документації конкретних зразків кольорових каменів, включаючи однорідність забарвлення (його рівномірність або нерівномірність - плямистість, смугастість і т. ін.), текстурно-структурні особливості (наявність або відсутність рисунку), естетичне сприймання каменя в цілому.

3. Порівняння зразків певних каменів різних родовищ і генетичних типів з виявленням типоморфних особливостей. Наприклад, порівняння амазоніту Ільмен на Уралі з об'єктами Кольського півострова і США, малахіту Уралу і Казахстану, лазуриту Прибайкалля, Паміру і Афганістану і т. п.

4. З'ясування регіональних особливостей розміщення родовищ кольорових каменів, оскільки геологічна будова різних регіонів визначає наявність в них родовищ певних видів кольорових каменів.

5. Вивчення синтетичних кольорових каменів, в тому числі українського виробництва, що експонуються у вітрині "Синтетичні ювелірні і технічні камені"

Таким чином, колекції Музею природи Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна є важливими в методичному відношенні, їх вивчення - суттєвий компонент підготовки фахівців-геологів і гемологів.

Список використаних джерел

- Карякин Л.И. История минералогического музея Харьковского университета / Л.И. Карякин // Минерал. сб. - 1953. - № 10. - С. 363-368.
- Киевленко Е.Я. Геология самоцветов / Е.Я. Киевленко. - М.: Земля. Ассоциация ЭКОСТ, 2001. - 582 с.
- Куликов Б.Ф. Словарь камней-самоцветов / Б.Ф. Куликов, В.В. Буканов. - Ленинград: Недра, 1988. - 168 с.
- Логвиненко Н.В. Минералогический музей Харьковского государственного университета им. А.М. Горького / Н.В. Логвиненко // Ученые зап. Харьк. гос. ун-та. - 1955. - Т. LXI. - Зап. геологич. фак. - Т. 12. - С. 35-43.
- Семенченко Ю.В. Цветные камни Украины / Ю.В. Семенченко, Т.Н. Агафонова, И.С. Солонинко и др. - К.: Будівельник, 1974. - 188 с.
- Bouška V. Atlas drahých kamenů / V. Bouška, J. Kouřimský. - Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1979. - 175 s.

УДК 378.018: 549

## ЗАПРОВАДЖЕННЯ ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ З ГЕМОЛОГІЇ У ДЕРЖАВНОМУ ГЕМОЛОГІЧНОМУ ЦЕНТРІ УКРАЇНИ

GEMOLOGICAL DISTANCE COURSE'S ESTABLISHMENT IN STATE GEMMOLOGICAL CENTRE OF UKRAINE

**Грущинська Олена Володимирівна**, кандидат геологічних наук, керівник сектору організації навчальних заходів<sup>1</sup>, [leng@gems.org.ua](mailto:leng@gems.org.ua)

**Стич Оксана Ігорівна**, головний фахівець відділу експертизи напівдорогоцінного та декоративного каміння<sup>1</sup>, [oksana.stich@gmail.com](mailto:oksana.stich@gmail.com)

**Максюта Оксана Василівна**, головний фахівець сектору організації навчальних заходів<sup>1</sup>, [oksana@gems.org.ua](mailto:oksana@gems.org.ua)

<sup>1</sup>Державний гемологічний центр України, 04119, вул. Дегтярівська, 38-44, м. Київ, Україна

*Olena Gruchshynska, PhD in Geology, Head of the Sector of organization of training events<sup>1</sup>, [leng@gems.org.ua](mailto:leng@gems.org.ua)*

*Oksana Stych, Chief Specialist of Expertise of Semi-Precious and Ornamental Stones<sup>1</sup>, [oksana.stich@gmail.com](mailto:oksana.stich@gmail.com)*

*Oksana Maksyuta, Chief Specialist of the Sector of organization of training events, [oksana@gems.org.ua](mailto:oksana@gems.org.ua)*

<sup>1</sup>State Gemological Center of Ukraine, 04119, Degtyarivska st., 38-44, Kyiv, Ukraine

**Анотація.** У тезах розглянуто питання запровадження в Державному гемологічному центрі України дистанційної форми навчання гемологічного профілю.

**Ключові слова:** гемологія, дистанційний курс з гемології, ДГЦУ, дорогоцінне каміння, дорогоцінне каміння органогенного утворення, діамант

**Abstract.** In this article considered the question about gemological distance course's establishment in SGCU.

**Keywords:** gemology, gemological distance course, SGCU, gems, organogenic gems, diamond

Дистанційна форма навчання у Державному гемологічному центрі України (далі – ДГЦУ) призначена для слухачів, які бажають опанувати теоретичними основами гемологічної оцінки коштовного каміння без відриву від своєї основної роботи – вдома, в офісі чи на відпочинку через інтернет-засоби зв'язку з ДГЦУ, а потім, за власним бажанням, продовжити навчання у стаціонарних умовах ДГЦУ з метою оволодіння практичними навичками атестації каміння та отримання кваліфікаційних документів.

Метою дистанційного навчання є підготовка фахівців шляхом застосування дистанційних технологій, заочне опанування фаховими знаннями у прикладних сферах, пов'язаних з гемологією, ювелірною справою, торгівлею ювелірними виробами тощо.

Дистанційне навчання орієнтоване на:

фахівців, які здійснюють атестацію та експертну оцінку коштовного та декоративного каміння,

оцінювачів, товарознавців, представників ювелірної галузі, виробників ювелірної продукції, постачальників, роздрібних продавців ювелірних виробів тощо;

студентів профільних ПТУ, вищих навчальних закладів;

осіб, які не мають можливості одержати освітні послуги гемологічного профілю через необхідність суміщення навчання з роботою, географічну віддаленість від освітніх закладів тощо;

громадян зарубіжних країн.

Актуальність дистанційної форми навчання:

перший курс з основ науки про дорогоцінне каміння з можливістю віддаленого доступу на території України;

підвищення ефективності та наочності теоретичного навчального матеріалу з гемології;

спрощення отримання професійної гемологічної інформації завдяки можливості віддаленого доступу та оптимізація учбового процесу в ДГЦУ;

необхідність підвищення кваліфікації представників ювелірної галузі;

підвищення професіоналізму співробітників ювелірної галузі в умовах зростання конкуренції і зниження споживчого попиту в періоди економічних криз.

У 2019 ДГЦУ розробляє пілотний проект дистанційного курсу з гемології під назвою «Дорогоцінне каміння. Базовий курс». Цей курс може бути цікавим широкому колу осіб, але, перш за все, він призначений для представників ювелірної галузі,

компаній, які активно розвиваються і бажають підвищити кваліфікацію свого персоналу, розширити знання в цій галузі для поліпшення ефективності ведення бізнесу тощо.

Структура дистанційного курсу з гемології така:

вступ (інформація про курс). Дається коротка характеристика курсу, для якого він призначений, розклад, цілі і завдання курсу, анотація курсу, організація курсу, порядок навчання, вказівки щодо оволодіння цим курсом;

основний текст у вигляді модулів з ілюстраціями;

питання для самостійного тестування після кожного розділу;

література – список рекомендованої основної та додаткової літератури, адреси Web-сайтів у мережі Інтернет з інформацією, необхідною для більш глибокого розуміння матеріалу курсу;

засоби співробітництва студента з викладачем та іншими студентами (електронна пошта);

заключний тест;

анкетування.

У комплект курсу включено анкетування для знайомства з потенційними учнями.

Дистанційний курс «Дорогоцінне каміння. Базовий курс» буде складатися з трьох основних розділів: «Вступ до гемології», «Загальні відомості про дорогоцінне каміння», «Дорогоцінне каміння». Перший розділ «Вступ до гемології» присвячено гемології як науці та історії її становлення, містить нариси та цікаві факти з історії гемології, становлення гемології як науки, роз'яснення про її зв'язок з іншими геологічними науками та її практичне значення. Адже гемологія це не лише і не стільки наука про коштовне каміння, а цілий напрям сучасної науки та широкого спектра галузей промисловості, що поєднує різні етапи становлення «гемологічних об'єктів» – дорогоцінного каміння на

шляху від видобування сировини до кінцевого продукту – ювелірних прикрас. Особливу увагу в першому розділі також приділено класифікації дорогоцінного каміння, родовищам, методам видобування та обробки дорогоцінного каміння. У другому розділі «Загальні відомості про дорогоцінне каміння» наведено детальну інформацію щодо загальних властивостей дорогоцінного каміння, охарактеризовано гемологічні прилади та обладнання, що використовується під час діагностики дорогоцінного каміння. Особливо виділено інформацію про методи синтезу та процеси облагородження каміння. У третьому розділі «Дорогоцінне каміння» наведено деталізовану інформацію про дорогоцінне каміння першого порядку\*, найпопулярніші камені другого–четвертого порядку та дорогоцінне каміння органогенного утворення. Особливо подано інформацію про штучні продукти як аналоги та замітники деяких природних дорогоцінних каменів.

Після кожного підрозділу курсу розміщено тестові завдання для слухачів дистанційного курсу з метою закріплення та узагальнення матеріалу за пройдений етап.

Якість дистанційної освіти не поступається в ідеалі якості очної форми, а покращується за рахунок залучення професійного викладацького складу та використання в навчальному процесі найкращих навчально-методичних видань і контролюючих тестів з дисциплін. Дистанційне навчання матиме ряд переваг в порівнянні з класичною освітою в аудиторії. Слухачі дистанційних курсів самі встановлюють графік занять, власники бізнесу суттєво заощаджують час та кошти.

\*Згідно із Законом України «Про державне регулювання видобутку, виробництва і використання дорогоцінних металів і дорогоцінного каміння та контроль за операціями з ними» від 02.12.2012 року.

УДК 628.161.2:546.71, 552.078, 553.08, 550.834.042, 551.21.3, 539.375

## ОСОБЛИВОСТІ ТРИЩИНОУТВОРЕННЯ, МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРИРОДНОГО КАМІННЯ, ЦЕОЛІТУ, ПІНОПОЛІСТИРОЛУ

*PECULIARITY of CRACKS CREATION, MECHANICAL PROPERTIES of NATURAL ROCKS, ZEOLITE, POROUS POLYSTYRENE*

**Онанко Анатолій Петрович**, кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник<sup>1</sup>, ORCID 0000-0002-5649-9088, [onanko@univ.kiev.ua](mailto:onanko@univ.kiev.ua)

**Чарний Дмитро Володимирович, Онанко Юрій Анатолійович, Куліш Микола Полікарпович, Дмитренко Оксана Петрівна, Пінчук-Ругаль Тетяна Миколаївна, Александров Максим Андрійович, Шабатура Олександр Вікторович, Хоменко Руслан Володимирович, Попов Сергій Анатолійович**<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, фізичний факультет, кафедра фізики функціональних матеріалів, науково-дослідна лабораторія «Радіаційної фізики», 01601, вул. Володимирська, 64, Київ, Україна

*Anatoliy Onanko, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Senior Researcher<sup>1</sup>, ORCID 0000-0002-5649-9088, onanko@univ.kiev.ua*

*Dmytro Cherny, Yuriy Onanko, Mykola Kulish, Oksana Dmitrenko, Tatyana Pinchuk-Rugal, Maksym Alexandrov, Olexander Shabaturo, Ruslan Khomenko, Sergiy Popov*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Taras Shevchenko National University of Kyiv, Faculty of Physics, Department of Functional Materials Physics, Radiation Physics Research Laboratory, 01601, Volodymyrska, 64, Kyiv, Ukraine*

**Анотація.** Вивчено фон внутрішнього тертя, який несе інформацію про зміну полів пружних напруг у природному камінні. Виявлено імпульси пружних хвиль від мікротріщин, які зв'язані із існуванням пружної рівноваги в кварці.

**Ключові слова:** механічні властивості, природне каміння, кварц, напруги, деформація.

**Abstract.** The internal friction background, which carry on the information about the changing of the elastic strains fields in natural stone, was studied. Elastic waves pulses were discovered from microfractures that connected with elastic balance in quartz.

**Keywords:** mechanical properties, natural stones, quartz, strains, deformation.

### Вступ

Неруйнівний метод внутрішнього тертя (ВТ) стосується технологій пошуків і розвідки природного каміння, він може бути використаний для підвищення ефективності і надійності оцінки петрофізичних параметрів природного каміння, дозволяє встановити спектр структурних дефектів по аналізу положень максимумів ВТ, по тривалості релаксації  $\tau$  та по їх внеску в затухання пружних коливань [1]. Фізичні властивості природного каміння, особливості термічного ініціюючого впливу визначають динаміку процесу локальної перебудови і тип акустичної емісії (АЕ) – дискретна чи неперервна. Для виникнення АЕ потрібна ініціююча АЕ зовнішня сила, що за рахунок фізичних механізмів, призводить до надлишкових локальних деформацій  $\epsilon$  природного каміння. Метод ВТ Q-1 інформативний при рішенні текстурних задач мінералів. Особливо інформативний метод ВТ в комплексі з електричними, рентгенівськими методами. Критерій структурної релаксації формулюється: непружна структурна релаксація може бути викликана тільки тим дефектом структури, система симетрії якого нижче симетрії кристала. Це правило не визначає величину ефекту релаксації [1].

### Методи дослідження, зразки

Використовувались експериментальні методи: петрофізичні методи досліджень, зокрема ультразвукових (УЗ) імпульсно-фазовий метод визначення швидкостей пружних хвиль за допомогою установок УЗВШ-ЛЕТІ, модернізованої УЗВШ-КНУ і комп'ютеризованої установки "Керн-4", металографічний оптичний спостереження мікроструктури за допомогою мікроскопа "ЛОМО МВТ", цифрової фотокамери "Olympus SP-510UZ", інвертного металургійного системного мікроскопа "GX51", скануючої атомно-силової мікроскопії (АСМ) високого розділення, УЗ інваріантно-поляризаційний метод визначення ефективних акустичних  $\mu$  і пружних  $C_{ijkl}$  постійних гірських порід [2-4].

Для вимірювання температурних залежностей ВТ Q-1(T) та модуля пружності E(T) кристалів кварців SiO2 після їх механічного різання і шліфування використовувалась методика чотирьохскладового п'єзоелектричного вібратора на частоті  $f \approx 118$  кГц при знакозмінній деформації  $\epsilon \approx 10^{-6}$  у вакуумі  $P \approx 10^{-3}$  Па.

Похибка виміру ВТ  $Q^{-1} \approx 10\%$ , а виміру відносної зміни

модуля пружності дорівнювала  $\frac{\Delta E}{E} \approx 0,1\%$  [5-7].

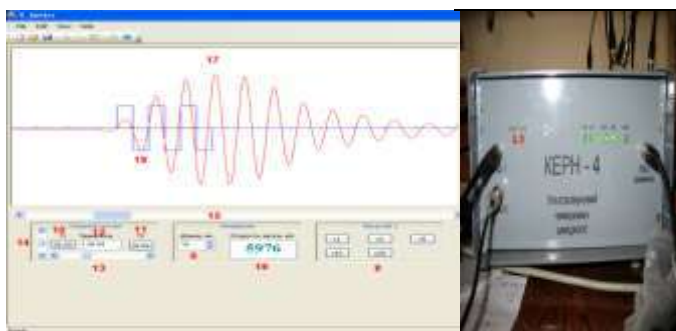


Рис. 1. Ілюстрація вікна обробки даних вимірювань швидкостей пружних хвиль в функціональних матеріалах луна-імпульсної методики на частоті  $f_{\parallel} \approx 1,11$  МГц,  $f_{\perp} \approx 0,43$  МГц і загальний вид комп'ютеризованої установки КЕРН-4



Рис. 2. Модернізована установка УЗВШ-КНУ, що працює на частотах  $f_1 \approx 1,67$  МГц і  $f_2 \approx 5$  МГц: 1 – зразок, 2 – затримки, 3 – генератор, 4 – приймач, 5 – двохканальний осцилограф

Використовувалися УЗ установки УЗВШ-ЛЕТІ, модернізована УЗВШ-КНУ на рис. 2 [6,7].

Ультразвуковий (УЗ) імпульсно-фазовий вимірювач швидкостей розповсюдження в функціональних матеріалах комп'ютеризований КЕРН-4 на рис. 1 складається із вимірювального блока і персонального комп'ютера із операційною системою "Windows XP". Програма КЕРН-4 забезпечує управління основними підсистемами блока вимірювання, відображення сигналу прийому в режимі цифрового осцилографа, що запам'ятовує, а також обчислення швидкості розповсюдження ультразвуку і індикацію її величини на індикаторі. Вимірювальний блок складається із генератора, підсилювача потужності, модуля управління-1, модуля управління-2, приймача, модуля живлення. Блок управління містить схему виділення парних імпульсів, які слідує із тактовою частотою, що задається генератором, схему формування еталонних і вимірювальних імпульсів і схему синхронізації розгортки. Діапазон частот  $\Delta f = 0,3 \div 2$  МГц.

Модернізована установка „АЛА-ТОО” (ИМАШ-20-75) використовувалась для визначення механічних характеристик: статичного модуля пружності E, межі пружності  $\sigma_E$ , межі плинності  $\sigma_{0.2}$ , межі міцності  $\sigma_M$  за допомогою побудови діаграми напруження - деформація

$\sigma - \epsilon = \left( \frac{E}{S} - \frac{\Delta l}{l_0} \right)$  при короткочасному одновісному оборотному стисненню – розтягу; передня панель пульта керування модернізованої установки «АЛА-ТОО»

(ИМАШ-20-75) представлено на рис. 3.

Установка методики акустичної емісії (АЕ) на частоті  $f_{\parallel} = 0,200 \div 0,500$  МГц  $\alpha = 70$  дБ для вимірювання швидкостей пружних хвиль зображені на рис. 4.

Загальне підсилення реєструючої апаратури на основі спеціалізованого акустоемісійного приладу АФ-15 було 60-70 дБ. Потужність імпульсу рубінового лазера  $I \approx 300$  МВт/см<sup>2</sup>. Тривалість дії імпульсу рубінового лазера  $\tau \approx 20$  нсек з довжиною хвилі  $\lambda = 694$  нм. Площа лазерної плями була  $S_0 \approx 1 \times 1$  мм<sup>2</sup>.

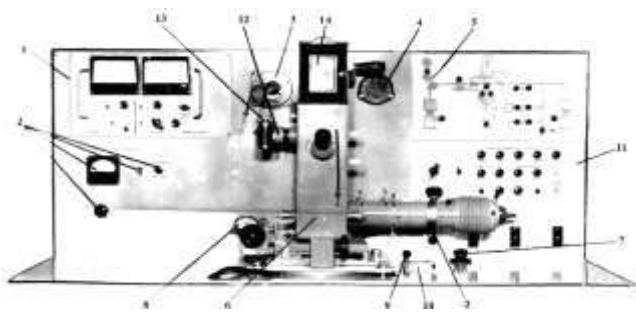


Рис. 3. Передня панель пульта керування модернізованої установки АЛА-ТОО (ИМАШ-20-75). 1 – вакуумметр, 2 – органи керування і контролю блока живлення ртутно-кварцевої лампи ДРШ-250 освітлювача мікроскопу, 3 – перемикач термопар, 4 – годинник, 5 – панель сигналізації, 6 – мікроскоп, 7 – гніздо для підключення електроду приварки термопар, 8 – пристрій відображення, 9 – рукоятка переміщення захисного скла



Рис. 4. Установка методики акустичної емісії на частоті  $f_{\parallel} = 0,200 \div 0,500$  МГц  $\alpha = 70$  дБ для вимірювання швидкостей пружних хвиль

#### Результати досліджень

Співставлення акустичного відгуку в кварциті SiO<sub>2</sub> на рис. 5 і на рис. 6, зображеному на рис. 7а, з часовим терміном дії імпульсу рубінового лазера інтенсивністю  $I \approx 300$  МВт/см<sup>2</sup> та розмірами зразка вказують на імовірне формування 2-го та 3-го „максимумів” (накладених в часі імпульсів) через механізм АЕ, оскільки часові затримки їх появи та довжина кінцевого сформованого імпульсу не можуть бути пояснені в рамках фототермопружного механізму. При інтенсивності лазерного опромінення  $I \approx 1500$  МВт/см<sup>2</sup> відбувається інтенсивне тріщиноутворення смугового напрямку, при інтенсивності лазерного опромінення  $I \approx 300$  МВт/см<sup>2</sup> утворюється лише слабка система тріщин, локалізована в межах окремого мінерального зерна. Швидкість розповсюдження поздовжніх хвиль в кварциті була  $v_{11} = 0,028$  м/5.2 мкс  $\approx 5390$  м/с. Модуль пружності кварциту КНГС  $E =$

79,46 ГПа, абсолютне значення  $E$  найбільше в напрямках, вздовж яких концентрація орієнтованих тріщин є найменшою. На рис. 7б наведена поверхня кварциту SiO<sub>2</sub> після лазерного опромінення. Даний процес за набором часових фаз імітує „виверження вулкану”.

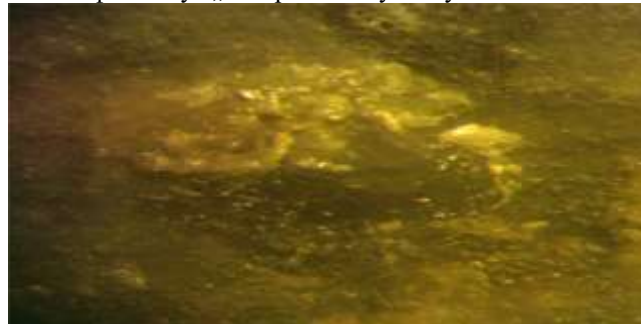


Рис. 5. Поверхня кварциту SiO<sub>2</sub> після наносекундного лазерного опромінення рубіновим лазером інтенсивністю  $I \approx 300$  МВт/см<sup>2</sup> дозою  $D = 4 \times I$  тривалістю дії імпульсу рубінового лазера  $\tau \approx 20$  нсекс с довжиною хвилі  $\lambda = 694$  нм. Кругом указана ділянка лазерного опромінення (x56)

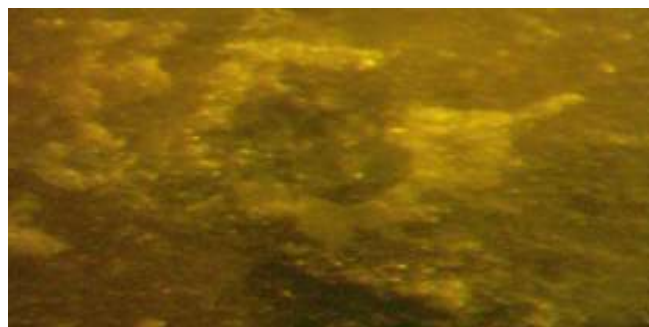


Рис. 6. Поверхня кварциту SiO<sub>2</sub> після наносекундного лазерного опромінення рубіновим лазером інтенсивністю  $I \approx 300$  МВт/см<sup>2</sup> дозою  $D = 1 \times I$  тривалістю дії імпульсу рубінового лазера  $\tau \approx 20$  нсекс с довжиною хвилі  $\lambda = 694$  нм (x98)

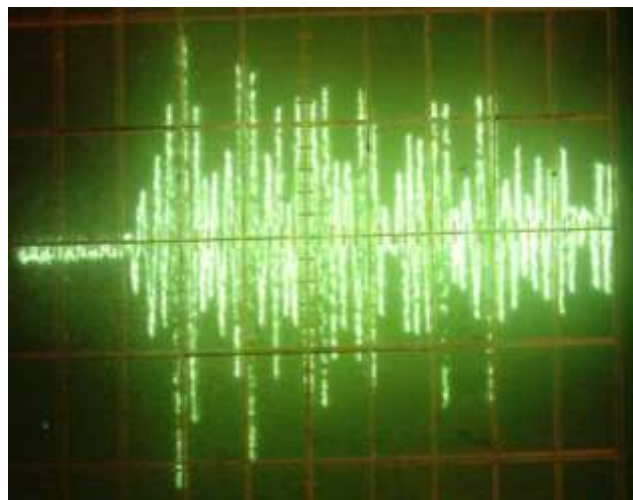


Рис. 7а. Опромінення в кварцит SiO<sub>2</sub> рубіновим лазером; 1 В/под, 10 мкс/под.



Рис. 76. Поверхня кварциту  $\text{SiO}_2$  після лазерного опромінення (x 250)

Непружна – внутрішнє тертя  $Q^{-1}$  та пружна – модуль пружності  $E$  характеристики суттєво залежать від морфології поверхневого шару. 3D атомно–силова мікроскопія (АСМ) мікроструктури  $\text{SiO}_2$  представлена на рис. 8.

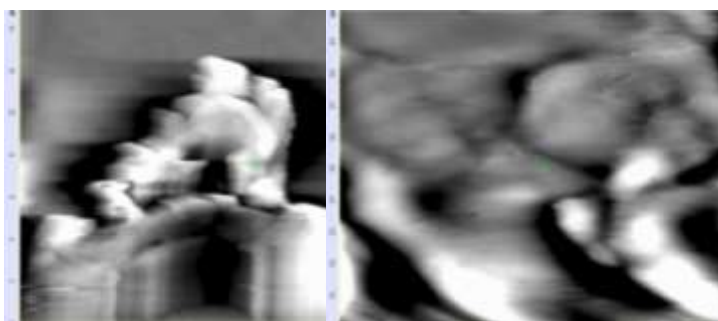


Рис. 8. АСМ мікроструктура  $\text{SiO}_2$  після наносекундного лазерного опромінення (15x15x103 нм; 1x1x103 нм)

З осцилограми на рис. 9 визначалась квазіповздовжня УЗ швидкість  $V_{||[001]} = 5280$  м/сек, модуль пружності  $E_{001} = \rho V_{||[001]}^2 = 70,53$  ГПа; “швидка” квазіпоперечна УЗ швидкість  $V_{\perp 1[001]} = 3200$  м/сек, модуль зсуву  $G_{001} = \rho V_{\perp 1[001]}^2 = 25,91$  ГПа, потім коефіцієнт Пуассону  $\mu = 0,2097$ , температура Дебая  $\theta_D = 309,3$  К  $\text{SiO}_2$ .

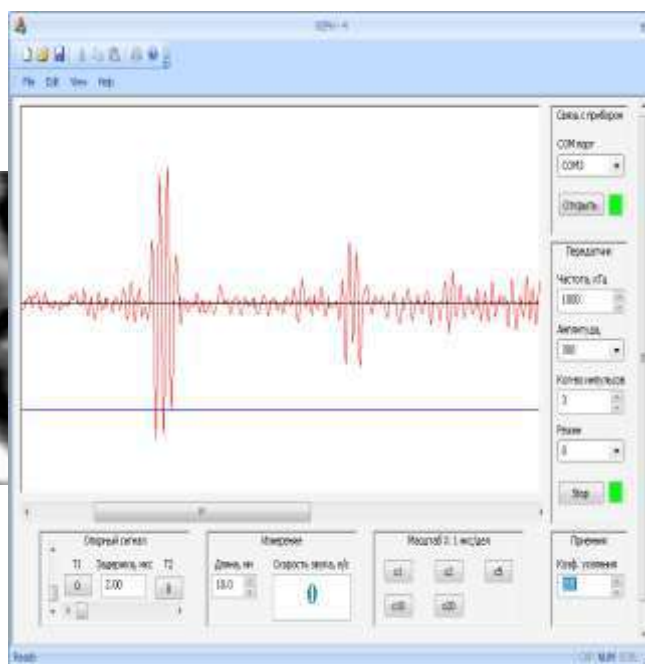
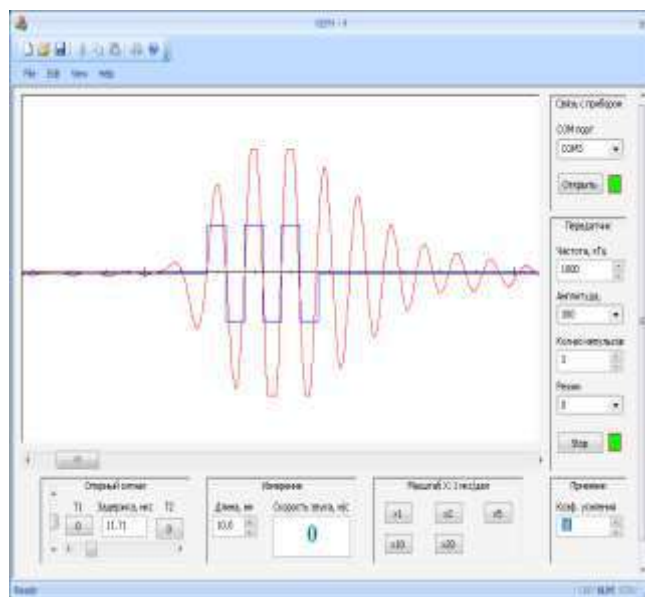


Рис. 9. Ілюстрація вікна обробки даних вимірювань швидкості квазіпоперечної поляризації  $V_{\perp 1}$  в пісковикі  $\text{SiO}_2$  комп'ютеризованої установки КЕРН-4

На рис. 12 наведено температурну залежність ВТ  $Q^{-1}$  (рис. 10) і модуля пружності  $E$  (рис. 11) (вказівна поверхня непружно-пружних властивостей) кварців  $\text{SiO}_2$  після механічної обробки і відпалу при  $T_v \approx 670$  К протягом  $t_v \approx 2100$  сек.

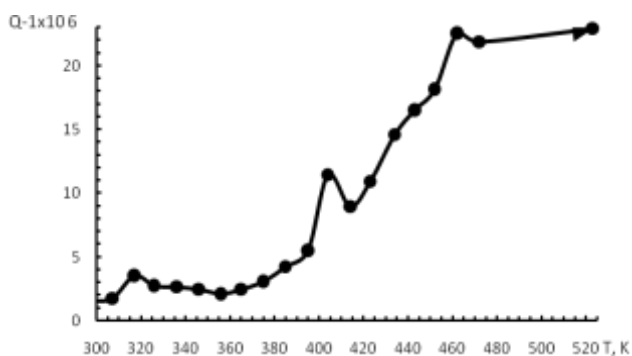


Рис. 10. Температурна залежність внутрішнього тертя Q-1 кварців  $\text{SiO}_2$

Спостерігалася мала величина фону ВТ Qф-1  $\approx 2.10 \cdot 10^{-6}$  до  $T \approx 385$  К. Зменшення величини ВТ склеєних кварців, яке спостерігалось після тривалої ультразвукової деформації протягом  $\sim 3600$  сек може бути пов'язано з активацією домішок, котрі дифундують до дислокаційних сегментів, осаджуються і закріплюють їх, в результаті чого густина активних дислокаційних петель зменшується, що і викликає зменшення величини ВТ.

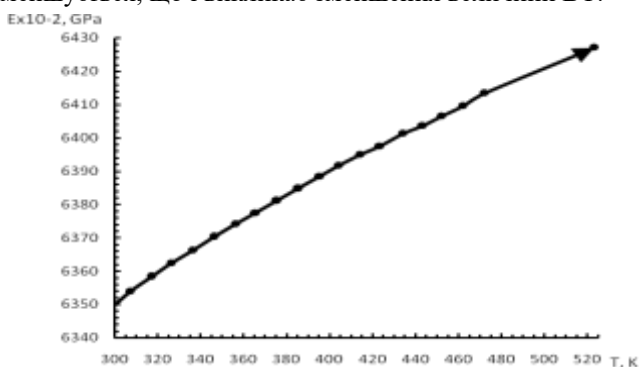


Рис. 11. Температурна залежність модуля пружності E кварців  $\text{SiO}_2$

Вимірювання фону ВТ Q-1ф після різних термообробок дає інформацію про зміни полів термопружних напруг сі.

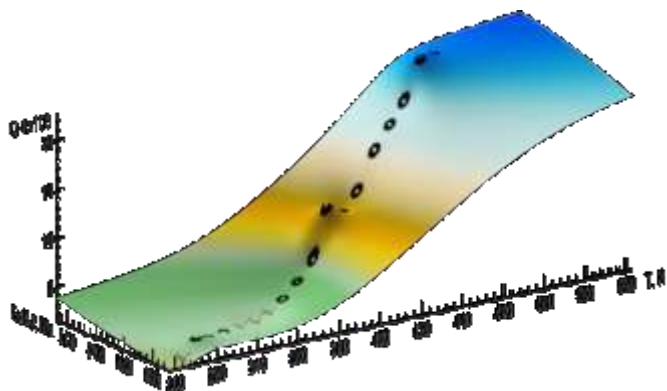


Рис. 12. Температурна залежність внутрішнього тертя Q-1 і модуля пружності E (вказівна поверхня непружно-пружних властивостей) кварців  $\text{SiO}_2$

Зростання висот максимумів ВТ Q-1м свідчить про зростання концентрації дефектів, а уширення максимумів

$\Delta Q-1$ м при цьому відображує процес релаксації нових типів структурних дефектів кварців  $\text{SiO}_2$ .

Мінерали цеолітів здатні повторно поглинати воду  $\text{H}_2\text{O}$  залежно від того яка вологість і температура T. Ще дуже важлива властивість цеолітів – здатність до іонного обміну: вони селективно вбирають різного роду радіоактивні речовини [5]. Проведено дослідження впливу температурних градієнтів  $\Delta T$  на мінерал цеоліт  $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}]x2\text{H}_2\text{O}$  з метою визначення динаміки руйнування його структури на рис. 13.



Рис. 13. Мікроструктура нерівностей поверхні  $h = 22 \pm 11$  мкм вихідного мінералу цеоліту  $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}]x2\text{H}_2\text{O}$  до завантаження у фільтр

Нагрівання мінералу цеоліту в мікрохвильовій надвисокої частоти (НВЧ) печі тривалістю  $\tau \approx 5$  секунд – підвищення температури мінералу на  $\Delta T \approx +300$  К, є візуальний вплив на цеоліт, а саме декілька малих частинок "відскалилося" від мінералу. Нагрівання - тривалістю  $\tau \approx 15$  сек – зміна температури зразка на  $\Delta T \approx +400$ , є візуальний вплив на мінерал, а саме збільшення малих частинок, що "відскалилося" від зразка. Нагрівання - тривалістю  $\tau \approx 20$  сек – зміна температури мінералу на  $\Delta T \approx +550$ , є візуальний вплив на цеоліт, а саме велике збільшення малих частинок, що "відскалилося" від мінералу. Нагрівання - тривалістю  $\tau \approx 25$  сек – зміна температури зразка на  $\Delta T \approx +600$ , є візуальний вплив на мінерал, а саме сильне збільшення малих частинок, що "відскалилося" від зразка. Нагрівання - тривалістю  $\tau \approx 30$  сек – зміна температури мінералу на  $\Delta T \approx +700$ , є візуальний вплив на цеоліт, а саме - мінерал розриває на частини. Нагрівання - тривалістю  $\tau \approx 50$  сек – зміна температури зразка на  $\Delta T \approx +850$ , поява чорної "плями" на мінералу цеоліту. Таким чином, досліджено вплив температурних градієнтів  $\Delta T$  поля надвисокої частоти на динаміку руйнування структури цеоліту  $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}]x2\text{H}_2\text{O}$  під час нагрівання мінералу.

Пояснена ефективність застосування фільтру з пінополістирольним фільтрувальним завантаженні затримання ціанобактерій. Процес затримання фітопланктону на пінополістирольному фільтрувальному завантаженні вивчено експериментально. Модуль зсуву  $G = \rho V_{\perp}^2$ , динамічний модуль пружності E [4]:

$$E = \rho V_{\perp}^2 \left[ 3 + \frac{1}{1 - \left(\frac{V_{\parallel}}{V_{\perp}}\right)^2} \right] \quad (1)$$

де  $\rho$  - питома густина,  $V_{\parallel}$  - квазіповздовжня УЗ



швидкість,  $V_{\perp}$  - квазіпоперечна УЗ швидкість.  
 Коефіцієнт Пуассону  $\mu$  дорівнює відношенню поперечного стиснення  $\varepsilon_{\perp}$  до відносного поздовжнього подовження  $\varepsilon_{\parallel}$  і дорівнює [4]:

$$\mu = \frac{\varepsilon_{\perp}}{\varepsilon_{\parallel}} = \frac{1}{2} \left[ 1 + \frac{1}{1 - \left(\frac{V_{\perp}}{V_{\parallel}}\right)^2} \right] \quad (2)$$

Квазіпоздовжня УЗ швидкість  $V_{\parallel} = 504$  м/сек, динамічний модуль пружності  $E = \rho V_{\parallel}^2 = 15,24$  МПа, "швидка" квазіпоперечна УЗ швидкість  $V_{\perp} = 280$  м/сек, модуль зсуву  $G = \rho V_{\perp}^2 = 4,704$  МПа, коефіцієнт Пуассону  $\mu = 0,3532$ , питома густина  $\rho = 60$  кг/м<sup>3</sup> пінополістиролу на рис. 14 визначались з осцилограм.

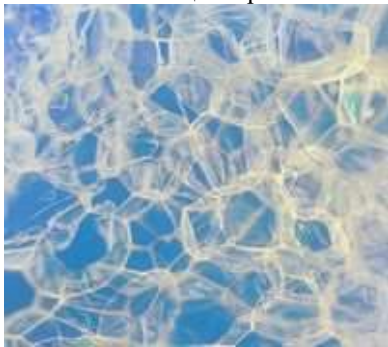


Рис. 14. Мікроструктура пінополістиролу, x1000 збільш.

#### Список використаних джерел

1. Александров Л.Н., Зотов М.И. Внутреннее трение и дефекты в полупроводниках. - Новосибирск: Наука, 1979. - 159с.
2. Вижва С.А., Продайвода Г.Т., Онанко Ю.А. Сейсмоакустична діагностика процесів руйнування в геологічному середовищі // Геоінформатика. – 2011. - № 1. - С. 42-47.
3. Гузь А.Н., Махорт Ф.Г., Гуца О.И. Введение в акустоупругость. - Киев: Наукова думка, 1977. – 150 с.
4. Ультразвук: Маленькая энциклопедия / под ред. Голяминой И.П./ – М: Сов. энцикл., 1979. – 440 с.
5. Онанко Ю., Продайвода Г., Вижва С., Онанко А. Аналіз даних вимірювання анізотропії в мінералах // Мінералогічний збірник. – 2012. - № 62(2). - С. 284-289.
6. Онанко Ю. А., Продайвода Г. Т., Вижва С. А., Онанко А. П., Куліш М. П. Автоматизована система обробки вимірювань поздовжніх та поперечних швидкостей ультразвуку // Металофізика і новітні технології – 2011. - Т. 33, № 13. - С. 529-533.
7. Онанко Ю.А. Автоматизована система аналізу даних вимірювань анізотропії в гірських породах // Геоінформатика. – 2013. - № 2(46). - С. 55-60.

#### Висновки

1. Вимірювання фону внутрішнього тертя Q-1ф після різних термообробок дає інформацію про зміни полів термопружних напруж  $\sigma_i$  в природному камінні.

2. Проведений аналіз параметрів пружної анізотропії  $A_d$ ,  $A_m$  порід SiO<sub>2</sub> показав, що ромбічне наближення забезпечило максимальне узгодження експериментальних і розрахункових даних та ефективність використання інваріантно-поляризаційного методу для вирішення задач акустичного текстурного аналізу. Одержані данні пружних постійних  $C_{mnkl}$ .

3. Суттєвий вплив на величину коефіцієнта пружної анізотропії  $A_d$  робить просторовий збіг напрямків орієнтації структурних елементів, тип пустотного простору: мікротріщини, пори природного каміння.

4. Інтегральний коефіцієнт пружної анізотропії  $A_{\mu}$  і кут поляризації - відхилення вектора пружних зміщень  $\bar{U}$  від напрямку хвильової нормалі  $\bar{n} \varphi_p = (\bar{U}, \bar{n})$  є найбільш чутливими характеристиками анізотропії і свідчать про неоднорідну деформацію  $\varepsilon$  при гідростатичному стиску  $P$  природного каміння.

5. Коефіцієнт Пуассону  $\mu$ , внутрішнє тертя Q-1, коефіцієнт затухання ультразвуку  $\alpha$  залежать від колекторської властивості: коефіцієнту відкритої пористості  $K_{пв} = \frac{V_{пв}}{V}$ , текстури, мікротріщиноутворення, анізотропії природного каміння.

**ДЛЯ НОТАТОК:**