

# КОШТОВНЕ ТА ДЕКОРАТИВНЕ КАМІННЯ

[www.gems.org.ua](http://www.gems.org.ua)

№ 3 (89) вересень 2017

У номері:

Турмаліни Параїба:  
спектроскопічні, кристалохімічні  
та гемологічні аспекти >> 4

Ринок мінеральних  
продуктів України:  
мармур мікромелений >> 12

Статистичний аналіз світового  
ринку необроблених алмазів  
та місце на ньому України >> 17



# КОШТОВНЕ ТА ДЕКОРАТИВНЕ КАМІННЯ

## НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

Засновник – Державний  
гемологічний центр України

Виходить 4 рази на рік  
Заснований у вересні 1995 року

### Редакційна колегія:

Гелета О.Л.  
(головний редактор, к.г.н.)  
Беліченко О.П.  
(заст. головного редактора, к.г.н.)  
Бєлєвцев Р.Я. (док. геол.-мін. наук)  
Вижва С.А. (док. геол. наук)  
Євтехов В.Д. (док. геол.-мін. наук)  
Митрохин О.В. (док. геол. наук)  
Михайлов В.А. (док. геол. наук)  
Павлишин В.І. (док. геол.-мін. наук)  
Тарашан А.М. (док. геол.-мін. наук)  
Бєлєвцев О.Р. (канд. геол. наук)  
Лисенко О.Ю. (канд. техн. наук)  
Татарінцев В.І. (канд. геол.-мін. наук)

### Редакція:

Максюта О.В. (літературний редактор)  
Манохін О.Г. (технічне забезпечення)  
Манохіна Л.В. (дизайн і верстка)  
Максюта О.В. (дизайн і верстка)

Свідоцтво про державну реєстрацію  
друкованого засобу масової інформації:  
серія КВ № 1587 від 27.07.1995

### Видавець та виготовлювач:

Державний гемологічний центр України  
(ДГЦУ)

### Адреса редакції, видавця та виготовлювача:

Державний гемологічний центр України  
вул. Дегтярівська, 38–44  
м. Київ, 04119  
Тел.: +380 (44) 492-93-28  
Тел./факс: +380 (44) 492-93-27  
E-mail: olgel@gems.org.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
серія ДК № 1010 від 09.08.2002

Підписано до друку 29.09.2017  
за рекомендацією  
Науково-технічної ради ДГЦУ

Формат 60×84/8. Ум. друк. арк. 3,255.  
Тираж 50 пр.  
Папір офсетний, друк цифровий.  
Ціна 30 грн 00 коп.

На першій сторінці обкладинки:  
турмаліни з колекції Є. Науменка.  
Фото О. Гелети.

Передруківання матеріалів журналу можливе  
лише з дозволу редакції.  
Думка редакції може не збігатися з думкою  
автора.

© Коштовне та декоративне каміння, 2017

## ЗМІСТ

**№ 3 (89)**  
вересень 2017

<b>ВІД РЕДАКЦІЇ</b> .....	3
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКИ</b>	
<i>Таран М., Науменко Є., Андреев О.</i> Турмаліни Параїба: спектроскопічні, кристалохімічні та гемологічні аспекти.....	4
<i>Гавський Ю., Ємельянов І.</i> Інструментальна діагностика діаманта жовтувато-зеленого кольору.....	10
<b>МІНЕРАЛЬНА СИРОВИНА</b>	
<i>Гелета О.</i> Ринок мінеральних продуктів України: мрамур мікромелений.....	12
<b>СТАТИСТИКА</b>	
<i>Татарінцев В.</i> Статистичний аналіз світового ринку необроблених алмазів та місце на ньому України.....	17
<b>МЕТОДОЛОГІЯ</b>	
<i>Татарінцев В., Вишневська Л., Ємельянов І.</i> Розробка методичного забезпечення оцінки алмазної сировини та ведення бази даних про алмази для комерційних і митних цілей.....	21
<b>ТЕХНОЛОГІЇ</b>	
<i>Пєгловський В.</i> Защита основных технологических и органолептических показателей качества изделий из природных декоративных и полудрагоценных камней.....	23
<b>КАЛЕНДАР ВИСТАВОК</b>	
Коштовне каміння.....	27
Декоративне каміння.....	28

# PRECIOUS AND DECORATIVE STONES

SCIENTIFIC PRACTICAL JOURNAL

Issued quarterly  
Founded in September 1995

**№ 3 (89)**  
september 2017

FOUNDER – STATE GEMMOLOGICAL  
CENTRE OF UKRAINE

**Editorial Board:**

Geleta O.  
(editor-in-chief, p.h.d.)  
Belichenko O.  
(deputy editor-in-chief, p.h.d.)  
Belevtsev R. (dr.)  
Vyzhva S. (dr.)  
Evtchov V. (dr.)  
Mytrohyn O. (dr.)  
Myhailov V. (dr.)  
Pavlishin V. (dr.)  
Taraschan A. (dr.)  
Belevtsev O. (p.h.d.)  
Lysenko O. (p.h.d.)  
Tatarintzev V. (p.h.d.)

**Executive Editors:**

Maksyuta O. (Literary editor)  
Manokhin O. (Technical maintenance)  
Manokhina L. (Design and imposition)  
Maksyuta O. (Design and imposition)

**Certificate on State Registration for  
printed means of mass media:**  
series KB № 1587, dated 27.07.1995

**Publisher and manufacturer:**  
State Gemmological Centre of Ukraine

**Address of the edition, publisher and  
manufacturer:**  
State Gemmological Centre of Ukraine  
38-44, Deghtyarivska Str., Kyiv  
04119, Ukraine  
Tel.: +380 (44) 492-93-28  
Tel./fax: +380 (44) 492-93-26  
E-mail: olgel@gems.org.ua

**Publisher certificate number:**  
ДК 1010 dated 09.08.2002

Signed for printing 29.09.2017  
by recommendation of the  
Scientific-Technical Board SGCU.

Format 60×84/8. Conditional quires 3,255.  
Circulation 50 ps.  
Offset paper, digital.  
Price 30.00 грн.

The cover:  
Tourmalines from E. Naumenko's collection.  
Photo by O. Geleta

Reprinting of the magazine materials is  
possible only with the permission of the  
editorial staff.  
Any opinions expressed in signed articles are  
understood to be the opinions of the authors  
and not of the publisher.

## CONTENTS

<b>FROM THE EDITORS.....</b>	<b>3</b>
<b>RESEARCH AND DEVELOPMENT</b>	
<i>Taran M., Naumenko E., Andreyev O.</i> Tourmalines Paraiba: the spectroscopic, crystal chemical and gemological aspects.....	4
<i>Gayevsky Y., Emelyanov I.</i> Instrumental diagnostics of a diamond of yellowish-green color.....	10
<b>MINERAL RAW MATERIALS</b>	
<i>Geleta O.</i> Ground Marble on the Ukrainian Mineral Market.....	12
<b>STATISTICS</b>	
<i>Tatarintzev V.</i> The Rough Diamonds World Market's Statistical Analysis and It Place in Ukraine.....	17
<b>METHODOLOGY</b>	
<i>Tatarintzev V., Vyshnevska L., Emelyanov I.</i> Development of the Diamond Rough Materials Assessment Methodological Support and the Diamond Database Management for Commercial and Custom Purposes.....	21
<b>TECHNOLOGY</b>	
<i>Peglovskiy V.</i> Legal Protection of the Basic Technological and Organoleptic Indicators of Product's Quality Made from Natural Decorative and Semi-Precious Stones.....	23
<b>EXHIBITIONS CALENDAR</b>	
Precious stones.....	27
Decorative stones.....	28

*Шановні читачі!*

*Представляємо до вашої уваги вересневий номер журналу «Коштовне та декоративне каміння», для якого ми відібрали найцікавіші матеріали. У номері подано низку публікацій, присвячену актуальним гемологічним дослідженням.*

*Цікавими для експертів-гемологів і любителів каменю будуть матеріали щодо турмалінів з родовищ Бразилії, штат Параїба, широковідомих серед мінералогів, гемологів і ювелірів як турмаліни Параїба, і три схожих з ними за забарвленням Fe-вмісних турмаліни з родовища Мауї в провінції Нурістан (Афганістан), які на ринку інколи позиціонують як турмаліни типу Параїба. Гемологи ДГЦУ оприлюднили матеріали дослідження гемологічних властивостей і фізичних діагностичних характеристик діаманта жовтувато-зеленого кольору.*

*У статті Гелети О.А. (ДГЦУ) розглядаються основні характеристики мармуру мікромеленого і особливості ринку цього продукту в Україні.*

*Патарінцев В.І. (ДГЦУ) у своєму огляді здійснив статистичний аналіз світового ринку необроблених алмазів за період роботи Кімберлійського процесу (2004–2016 рр.), а також з'ясував місце на ньому України*

*Також подано публікацію матеріалів Пегловського В.В., присвячену деяким питанням правового захисту технологічних прийомів виготовлення виробів з природного каміння.*

*У журналі подано календар виставок дорогоцінного і декоративного каміння 2017 року.*

*Всього найкращого і хай щастить!*

*Редакція журналу  
«Коштовне та декоративне каміння»*

*Dear Readers!*

*Here we present to your attention the September issue of "Precious and decorative stones of Ukraine" magazine, and we offer you to get acquainted with some new publications on topical Gemological research.*

*Interesting for gemologist and lovers of the stones will be gemological materials about investigations of Paraiba tourmalines from the Brazilian state of Paraiba and the three similar in color to them Fe-containing tourmalines from the Maui deposit in Nuristan province in Afghanistan. The latter sometimes appears on the market as Paraiba-type tourmalines. Gemologists from SGCU released some materials about gemological properties and physical diagnostic characteristics of the yellowish-green diamond.*

*A separate publication written by O. Geleta (SGCU) is dedicated to the main characteristics of the micro - marble and their features on the Ukrainian product market.*

*The rough diamonds world market's statistical analysis from 2004 to 2016 period of the Kimberley Process and its places in Ukraine that has been written by V. Tatarinzev (SGCU) will be informative for the specialists.*

*In addition, you will know from V. Peglovsky's article about legal protection of technological methods of manufacturing of products made from natural stones.*

*The magazine contains the calendar of exhibitions of precious and decorative stones in 2017.*

*Kindest regards and best of luck!*

*"Precious and decorative stones  
of Ukraine" magazine editors*





УДК 549.091.3

М.М. Таран, доктор геолого-мінералогічних наук  
ІГМР ім. М.П. Семененка НАН України

Є.В. Науменко

Національний науково-природничий музей НАН України

О.В. Андреев, кандидат геологічних наук

ННІ «Інститут геології» КНУ ім. Т. Шевченка

# Турмаліни Параїба: спектроскопічні, кристалохімічні та гемологічні аспекти

Изучены оптические спектры поглощения, химический состав и колориметрические характеристики трёх ювелирных Cu-, Mn-содержащих турмалинов из месторождений Бразилии, штат Параиба, широкоизвестных среди минералогов, геммологов и ювелиров как турмалины Параиба, и три схожих с ними по окраске Fe-содержащих турмалина из месторождения Мауи в провинции Нуристан (Афганистан), которые на рынке иногда позиционируют как турмалины типа Параиба. Установлено, что, несмотря на сходство окраски, природа её в изученных образцах различна. Так, голубой и пурпурный цвета турмалинов Параиба обусловлены преимущественно двумя ионами-хромофорами,  $Cu^{2+}$  и  $Mn^{3+}$ , хотя определённое влияние на появление, в частности, зеленоватых оттенков имеют и примесные ионы  $Fe^{3+}$ . Голубая и бледно-синяя окраска турмалинов из Афганистана обусловлена присутствием в них ионов  $Fe^{2+}$  при относительно низких концентрациях  $Fe^{3+}$ . Медь же в таких образцах методом микрозондового анализа вообще не фиксируется. Принимая во внимание подобие по окраске с турмалинами Параиба, это даёт основание называть такие  $Fe^{2+}$ -содержащие турмалины из Афганистана (и похожие железосодержащие турмалины из других месторождений) турмалинами псевдо-Параиба. Установлено, что способ фальсификации химического состава путем натирания ограненных вставок металлической медью при попытке выдать турмалины псевдо-Параиба за турмалины типа Параиба хотя и приводят к появлению в спектрах рентгенофлуоресценции заметного сигнала меди, однако «концентрация» последней остаётся приблизительно на два порядка ниже, чем в настоящих турмалинах Параиба.

Optical absorption spectra, chemical composition and colorimetric characteristics of three gem-quality Cu, Mn-bearing tourmalines from deposits of Brasilia, state Paraiba, widely known among mineralogists, gemologists and jewelers as Paraiba tourmalines, and three similar to them by color Fe-bearing tourmalines from Mawi deposit, Nuristan (Afghanistan), which sometimes appear at the market as Paraiba-type tourmalines, were investigated. As found, in spite of some resemblance by coloration, the nature of the latter in the samples studied is different. Thus, blue and purple colors of the Paraiba-tourmalines are predominantly caused by two chromophore ions,  $Cu^{2+}$  and  $Mn^{3+}$ , although some effect to appearance of greenish hues are caused by an admixture of  $Fe^{3+}$ . Bluish colors of the tourmalines from Afghanistan are caused by  $Fe^{2+}$  at relatively low concentrations of  $Fe^{3+}$ . Copper contents are lower than the detectable level of microprobe. Taking in consideration a certain resemblance by color to the Paraiba tourmalines, such  $Fe^{2+}$ -bearing tourmalines from Afghanistan, as well as similar iron-bearing tourmalines for other locations, are proposed to be called pseudo-Paraiba tourmalines. It is found that the means of falsification of the composition by impregnation of the polished surfaces of cut tourmalines with copper by rubbing them with a copper plate in order to represented the stones as Paraiba-type tourmalines, gives some effect of appearance of detectable signal of copper in X-ray fluorescence spectra, the copper "content" maintains about two orders of magnitude lower than in the real Paraiba tourmalines.

**Вступ.** Одним з головних завдань сучасної гемології є точна діагностика і детальне вивчення об'єкта дослідження – дорогоцінного або кольорового каменю. У ряді випадків це дає змогу при своєї кам'яному матеріалу окрему гемологічну або торгову назву, що не в останню чергу впливає на процес ціноутворення. Яскравим прикладом цього є турмаліни Параїба, вперше знайдені в 1987 р. на родовищі Баталья (шт. Параїба, Бразилія) [6], а дещо пізніше – ще на двох бразильських родовищах: Мулунгу і Альто-дос-Квінтос (шт. Ріо-Гранде-ду-Норт). Россман зі співавторами [8] і Лорс та ін. [7] показали, що бірюзово-блакитний або, як його ще називають, неоновий [4], синій і зеленкувато-синій кольори таких турмалінів зумовлені домішкою іону двовалентної міді,  $\text{Cu}^{2+}$ , яка, до речі, є досить рідкісним для силікатних мінералів іонохромоморфом<sup>1</sup>. Тому такі мідьвмісні турмаліни суттєво відрізняються за своїми спектроскопічними властивостями і хімічним складом від інших представників численного сімейства турмалінів. Було також встановлено, що крім  $\text{Cu}^{2+}$  на забарвлення таких турмалінів впливають і інші хромоморфні іони, переважно –  $\text{Mn}^{3+}$ . Через це далеко не всі мідьвмісні турмаліни мають неоновоблакитний колір: більша частина має фіолетово-синє і навіть пурпурне (суміш синього з червоним) забарвлення. Однак найбажаніший неоновоблакитний колір можна отримати прожарюванням таких  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{3+}$ -вмісних турмалінів на повітрі за температури близько 500 °С. Зміну кольору пояснюють відновленням іонів  $\text{Mn}^{3+}$  до  $\text{Mn}^{2+}$  [7].

Завдяки своєму специфічному забарвленню, рідкості знахідок, а значить, і обмеженій наявності на ринку (річний видобуток не перевищував 600 г, а маса окремих кристалів рідко доходила до 5 г [4]) турмаліни Параїба і особливо їхні неоновоблакитні відміни швидко набули широкої популярності, і ціни на них невпинно зростали.

<sup>1</sup>Під хромоморфними іонами зазвичай мають на увазі іони металів першого перехідного періоду (від титану до міді), які в своїй електронній конфігурації мають частково заповнену електронну d-оболонку. В спрощеному вигляді їхню електронну конфігурацію представляють як  $3d^N$ , де N (від 1 до 9) – кількість електронів на d-оболонці [напр., 2, 3].

Згодом у 2001 р. схожі за кольором і природою забарвлення  $\text{Cu}^{2+}$ -вмісні турмаліни були знайдені і в Західній Нігерії, біля селища Едеко у штаті Ібадан. Але, хоча вони теж швидко набули популярності поміж міжнародної гемологічної спільноти, їхні знахідки носили спорадичний характер. Через деякий час у 2005 р. був встановлений ще один прояв неоновоблакитних мідьвмісних турмалінів, на цей раз у північній частині Мозамбіку, біля селища Мавуко в регіоні Алту-Лігонья. Детальну характеристику цих турмалінів було надано Лоурсом і ін. [7]. Згодом у Мозамбіку були розпочаті масштабні гірничорозвідувальні і видобувні роботи, що зумовило появу на ринку значної кількості крупних високоякісних кристалів. Найбільший з огранених синіх каменів такого типу вагою у 88 каратів походить саме з цього мозамбіцького родовища [7].

Зазначимо, що для того, щоб розрізнити турмаліни Параїба (Paraiba tourmalines) з родовищ Бразилії і схожі з ними мідьвмісні турмаліни з африканських родовищ, останнім присвоїли назву турмаліни типу Параїба (Paraiba-type tourmalines) [4], хоча звичайним гемологічними тестуванням власне турмаліни Параїба і турмаліни типу Параїба не розрізняються. Однак, як стверджують автори роботи [4], методом енергодисперсійного рентгенофлуоресцентного аналізу (РФА) нігерійські турмаліни типу Параїба можна відрізнити від бразильських турмалінів Параїба за співвідношеннями (Ga+Pb) до (Cu+Mn), (Cu+Mn) до Pb/Be і Mg-Zn-Pb та за деякими іншими тонкими особливостями хімічного складу.

Один з авторів цієї роботи (Є.В. Науменко) під час поїздки в Афганістан для придбання сировини для ювелірного виробництва зіткнувся з цікавою обставиною. У Кабулі місцевими дилерами було виставлено декілька партій турмалінів у вигляді невеликих кристалів та їхніх фрагментів. Один з лотів складався з кристалів світло-блакитного кольору, схожих (хоча і дещо більш блідих за забарвленням) на бразильські чи африканські мідьвмісні турмаліни, згадуванні вище. За твердженням дилерів, ці камені були видобуті на родовищі Мауї в провінції Нурістан (Афганістан). Такі блідно-блакитні турмаліни позиціонувалися на ринку як нова зна-

хідка турмаліну типу Параїба із зазначеного вище родовища. Ціна у лоті цих турмалінів була значно вищою за ціну турмалінів інших кольорів: на квітень 2013 р. вона становило 80 \$/г, тоді як турмаліни зелених і рожевих кольорів коштували від 15 до 50 \$/г. Саме тоді Є.В. Науменко на перемовинах з дилерами висловив сумнів щодо того, що колір цих турмалінів пов'язаний з домішкою міді, а значить, називати їх турмалінами типу Параїба некоректно. Згодом один з дилерів зізнався, що в їхньому середовищі є розповсюдженою практика натирання поверхні огранених турмалінів металічною міддю, після чого метод РФА показує наявність в них домішки цього елемента. Такий «трюк» може ввести в оману навіть самих обережних і досвідчених покупців і дозволяє видавати такі камені за турмаліни типу Параїба, а значить, і продавати їх за значно завищеною ціною, ніж зазвичай.

**Мета роботи.** Враховуючи наведені обставини, ми вважали за доцільне провести порівняльне оптико-спектроскопічне вивчення різнозабарвлених турмалінів Параїба із Батальї (шт. Параїба, Бразилія) й блакитних і синіх турмалінів різних відтінків з родовища Мауї (Афганістан) з метою уточнення природи їхнього забарвлення. Для об'єктивного порівняння кольору і плеохроїзму каменів з отриманих оптичних спектрів були розраховані колориметричні характеристики. Методом мікрозондового аналізу був вивчений хімічний склад цих зразків. Для афганських турмалінів також був вивчений вплив натирання полірованої поверхні кристалів мідною пластинкою на результати рентгенофлуоресцентної спектрометрії.

**Зразки і методи дослідження.** Для оптико-спектроскопічного дослідження зразки турмаліну були виготовлені у вигляді полірованих з обох боків плоско-паралельних пластинок, орієнтованих паралельно до кристалографічної осі c, що давало можливість вимірювати поляризовані спектри в двох орієнтаціях –  $E \perp c$  і  $E \parallel c$ . Орієнтація зразків контролювалася методом коноскопічних фігур у поляризаційному мікроскопі. В усіх випадках її відхилення не перевищувало 5°. Залежно від густоти забарвлення товщина зразків варіювала від 1,26 до 4,95 мм. Поляризовані оптичні спектри поглинання в діапазоні 350–1800 нм ( $\sim 28570\text{--}5556 \text{ см}^{-1}$ ) вимі-

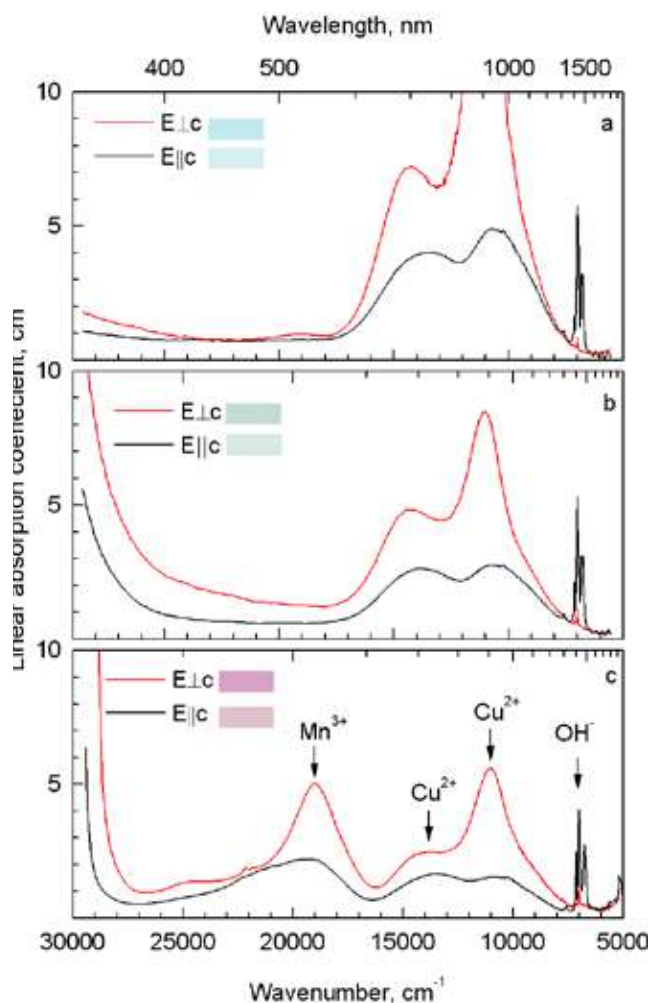
рювали на оригінальному однопроменевому мікроспектрофотометрі, конструкція якого і процедура вимірювання спектрів поглинання за однопроменевою схемою описані, наприклад, у роботі [12].

Визначення хімічного складу турмаліну 3 виконано на ретровому електронному мікроскопі-мікроаналізаторі JSM-6700F з енергодисперсійним спектрометром JED-2300, як це описано в роботі [11]. Склад інших п'яти турмалінів був встановлений за допомогою енергодисперсійного рентгенофлуоресцентного спектрометра CEP-01 (ElvaX-Light), оснащеного рентгенівською трубкою з паладієвим анодом та Al-Ni фільтром (анодна напруга 50 кВ, струм 5 мкА).

**Результати та їхнє обговорення.** Хімічний склад вивчених зразків за даними рентгеноспектрального мікроаналізу наведено в таблиці 1. Як видно, основними елементами-хромофорами в турмалінах Параїба 1–3 є марганець і мідь. У менших концентраціях також присутнє залізо у зразках 2 і 3.

Поляризовані спектри трьох різнозабарвлених бразильських турмалінів Параїба – неоновоблакитного, зеленкуватоблакитного і рожевого – показані на рис. 1, а віднесення широких інтенсивних смуг поглинання до хромофорних іонів  $\text{Cu}^{2+}$  і  $\text{Mn}^{3+}$  – на рисунку 1в. Смуги іонів  $\text{Cu}^{2+}$  з максимумами близько 11000 і 14200  $\text{cm}^{-1}$  зумовлені дозволим за спіном електронним переходом  ${}^2\text{E}_g \rightarrow {}^2\text{T}_{2g}$  у цих іонах. Інтенсивність смуг прямо корелює з вмістом Cu [8] (також порівн. рис. 1 і табл. 1). Розщеплення смуги на дві компоненти пов'язане з розщепленням електронних рівнів низькосиметричним кристалічним полем в октаедричних Y-позиціях структури турмаліну (рис. 3), в якій входять іони  $\text{Cu}^{2+}$ . Те саме спостерігається і для дозволеного за спіном переходу  ${}^5\text{E}_g \rightarrow {}^5\text{T}_{2g}$  в іонах  $\text{Mn}^{3+}$ , які також ізоморфно заміщують іони (Al, Li) в цих самих структурних позиціях, що знов-таки призводить до розщеплення смуги на дві компоненти:  $\sim 12700$  і  $19000 \text{ cm}^{-1}$ . Однак, як видно з порівняння рис. 1 і табл. 1, інтенсивність смуг поглинання іонів  $\text{Mn}^{3+}$  не корелює з концентрацією цього елемента, що свідчить про те, що далеко не весь марганець присутній у вигляді  $\text{Mn}^{3+}$ , а основна його частина в більшості вивчених зразків входить у структуру у формі  $\text{Mn}^{2+}$ . Через особливості електронної структури всі електронні переходи між електронними рівнями d-оболонки іону  $\text{Mn}^{2+}$  заборонені за спіном [2]. Тому зумовлені ними смуги поглинання є на декілька порядків слабшими за інтенсивністю від смуг, дозволенних за спіном переходів (іонів  $\text{Mn}^{3+}$  в тому числі), і за таких концентрацій марганцю в спектрах практично не проявляються і на забарвлення зразків помітно не впливають. Зазначимо, до речі, що зразок 1 містить набагато більше марганцю, ніж зразок 3 (табл. 1), хоча в його спектрі (рис. 1а) смуга поглинання  $\text{Mn}^{3+}$  дуже слабка і проявляється лише в поляризації  $\text{E} \perp \text{c}$  у вигляді слабого перегибу з енергією близько 19200  $\text{cm}^{-1}$ .

Як видно з рис. 1а, неоновоблакитне забарвлення турмаліну 1 зумовлено поглинанням у червоній області видимого діапазону спектра іонами  $\text{Cu}^{2+}$ . У забарвленні зразка 2 присутність короткохвильового краю поглинання разом зі смугами поглинання  $\text{Cu}^{2+}$  призводить до появи зеленкуватих відтінків (рис. 1б), а поглинання ще й іонів  $\text{Mn}^{3+}$  зумовлює рожеве забарвлення турмаліну 3 (рис. 1в). В усіх трьох зразках смуги поглинання як  $\text{Cu}^{2+}$ , так і  $\text{Mn}^{3+}$  мають більшу інтенсивність у поляризації  $\text{E} \perp \text{c}$ , що зумовлює чіткий плеох-



**Рисунок 1.** Поляризовані оптичні спектри поглинання трьох різнозабарвлених турмалінів Параїба: а – неоновоблакитний (зразок 1), б – зеленкуватоблакитний (зразок 2); в – рожевий (зразок 3). Кольорові вставки представляють веб-кольори системи Hex, розраховані з оптичних спектрів пропускання для товщини зразка в 1 мм і освітлені на про-світ поляризованим світлом стандартного джерела освітлення МКО 1931 [1], що імітує розсіяне денне світло

роїзм кристалів  $\text{E} \perp \text{c} > \text{E} \parallel \text{c}$ . Край поглинання в спектрі зразка 2 (рис. 1б) імовірно зумовлений УФ-смугами переносу заряду типу ліганд-метал, найімовірніше –  $\text{O}^{2-} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ , що узгоджується з підвищенням вмісту у ньому домішки заліза (табл. 1).

Серія інтенсивних вузьких ліній в області 7000  $\text{cm}^{-1}$  з максимальною інтенсивною компонентою близько 6990  $\text{cm}^{-1}$ ,  $\text{E} \parallel \text{c} \gg \text{E} \perp \text{c}$ , у спектрах усіх вивчених зразків 1–6 (рис. 1, 2) є, безсумнівно, першим обертоном валентних коливань OH-груп, які в значних кількостях входять у структуру турмаліну, що відповідно відображається в кристалохімічних формулах цього мінералу. Наш досвід спектроскопічного вивчення природних турмалінів свідчить про те, що така конфігурація спектра поглинання в цій спектральній області характерна для кристалів з високим вмістом ельбаїтового мінералу. Тому найімовірніше і турмаліни Бразилії, і турмаліни Афганістану є переважно ельбаїтами, хоча з огляду мікрозондового вивчення їхнього хімічного складу (табл. 1) такий висновок не витикає, оскільки вміст літію в цьому випадку не визначався.



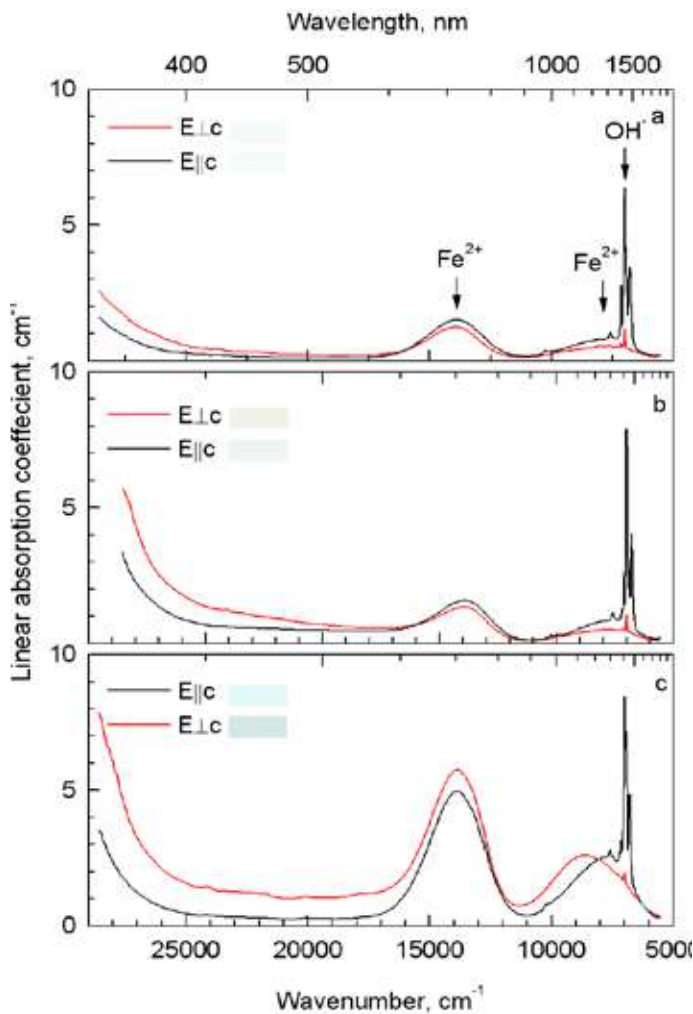


Рисунок 2. Поляризовані оптичні спектри поглинання трьох різнозбарвлених турмалінів псевдо-Параїба з родовища Мауї, Афганістан: а – блідо-блакитний (зразок 4), б – блідо-зеленкувато-блакитний (зразок 5); в – блакитний (зразок 6). Кольорові вставки – ті самі, що і на рис. 1

З іншого боку, за оцінкою Россмана зі співавторами [8], наприклад, вміст літію в  $\text{Cu}^{2+}$ -вмісних турмалінах Параїба сягає 1,06 атомів на формульну одиницю (а.ф.о.). Інтенсивність ліній поглинання OH-груп в області  $7000\text{ cm}^{-1}$  у турмалінах 4–6 з Афганістану дещо вища (до  $\sim 9\text{ cm}^{-1}$ , рис. 2), ніж у вивчених бразильських зразках (близько  $\sim 6\text{ cm}^{-1}$ , рис. 1), це дає можливість припустити, що вміст ельбаїтового компонента в них десь у півтора раза вищий і наближається до теоретичного вмісту в чистому ельбаїті – 1,5 ф.о. Li.

Оптичні спектри афганських турмалінів 4–6 (рис. 2) суттєво відрізняються від спектрів турмалінів Параїба 1–3 (рис. 1). Перш за все, в них відсутні смуги поглинання в ближній ІЧ-області, зумовлені іонами  $\text{Cu}^{2+}$ . Дані з вивчення хімічного складу цих турмалінів це повністю підтверджують: домішка міді в них, як видно з табл. 1, методом рентгеноспектрального мікроаналізу не фіксується. Основним іоном-хромофором, як видно з рис. 2, є залізо, причому переважно у формі іонів  $\text{Fe}^{2+}$ . Про це свідчить при-

сутність у спектрах двох широких інтенсивних смуг поглинання з максимумами біля  $7700\text{--}8700\text{ cm}^{-1}$  і  $13800\text{ cm}^{-1}$ . Приблизно рівне співвідношення інтенсивності цих смуг ( $\sim 1:1$ ) у двох поляризаціях  $E_{\perp c}$  і  $E_{\parallel c}$  свідчить про надзвичайно низьку концентрацію в цих зразках іонів  $\text{Fe}^{3+}$ .

Дійсно, в більшості відомих сьогодні спектрів природних залізовмісних турмалінів інтенсивність таких смуг поглинання в поляризації  $E_{\perp c}$  зазвичай значно вища, ніж у поляризації  $E_{\parallel c}$ . Це явище пояснюють утворенням обмінно-зв'язаних пар  $\text{Fe}^{2+}\text{--}\text{Fe}^{3+}$  при сумісному входженні різновалентних іонів заліза в сусідні октаедричні Y-позиції структури турмаліну і підсиленню дозволених за спіном смуг в  $E_{\perp c}$ -поляризації вздовж вектора хімічного зв'язку між сусідніми іонами  $\text{Fe}^{2+}$  (Y) і  $\text{Fe}^{3+}$  (Y) [10]. Отже, як видно з фрагменту структури турмаліну на рис. 3, при утворенні пар  $\text{Fe}^{2+}\text{--}\text{Fe}^{3+}$  вектори хімічного зв'язку між сусідніми іонами  $\text{Fe}^{2+}$  і  $\text{Fe}^{3+}$  лежать повністю в площині (0001). У разі збільшення вмісту іонів  $\text{Fe}^{3+}$  це спричинює суттєве зростання інтенсивності дозволених за спіном смуг поглинання іонів  $\text{Fe}^{2+}$  саме в поляризації  $E_{\perp c}$  [10]. Те, що в спектрах вивчених нами турмалінів 4 і 5 смуги  $\text{Fe}^{2+}$  в поляризації  $E_{\parallel c}$  навіть дещо вищі за інтенсивністю, ніж у поляризації  $E_{\perp c}$ , свідчить про відновлювальні умови кристалізації цих зразків. Саме це, тобто високе співвідношення концентрацій  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ , і є причиною порівняно слабого синюватого та блакитного забарвлення цих турмалінів, що робить їх дещо схожими на турмаліни Параїба і типу Параїба, хоча природа забарвлення тих й інших, як це витікає із зіставлення спектрів на рис. 1 і 2, абсолютно різна. Зазначимо також, що в зразку 4, який містить значну кількість домішки марганцю (табл. 1), смуги іону  $\text{Mn}^{3+}$  не проявляються (рис. 2а), що свідчить про входження цього елемента в структуру цього зразка переважно у формі  $\text{Mn}^{2+}$  (див. вище), а значить і на користь відновлюваних умов кристалізації.

Таким чином, як дані з хімічного складу, так і дані з оптичної спектроскопії свідчать про те, що турмаліни з ро-

Таблиця 1. Хімічний склад вивчених турмалінів згідно з даними рентгеноспектрального мікроаналізу

Оксид, мас. %	Зразки					
	Баталья, Бразилія			Мауї, Афганістан		
	1	2	3	4	5	6
$\text{SiO}_2$	38,11	41,84	38,63	41,15	39,67	36,42
$\text{TiO}_2$	0	0,14	0,05	0,06	0,02	0
$\text{Al}_2\text{O}_3$	35,61	40,45	43,09	39,94	41,26	32,04
$\text{V}_2\text{O}_3$	0	0	0,03	0	0	0
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	0	0,01	0,01	0	0	0
$\text{FeO}$	0	0,26	0,06	0,9	0,88	2,73
$\text{MgO}$	0,01	0,35	0,00	0	6,5	7,7
$\text{CaO}$	0,37	0,11	0,06	0,39	0,32	0,85
$\text{MnO}$	3,63	1,0	0,29	2,42	0,05	0
$\text{ZnO}$	0	0,01	-	0	0	0
$\text{CuO}$	1,12	0,68	0,66	0	0	0
$\text{Na}_2\text{O}$	2,55	2,26	2,19	2,3	2,1	1,97
$\text{K}_2\text{O}$	0	0,02	-	0,02	0	0,01



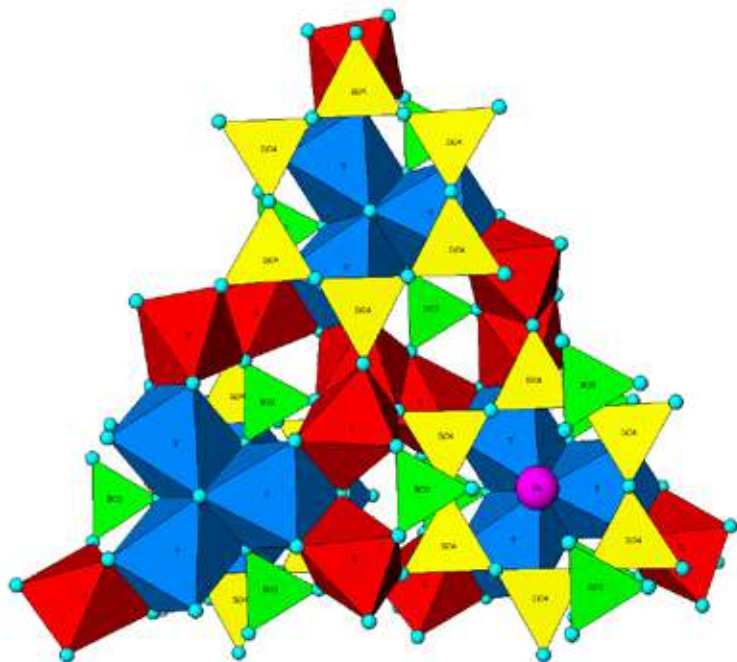


Рисунок 3. Фрагмент кристалічної структури турмаліну, побудованої за даними [5]: вид вздовж осі с (у площині (0001))

довища Мауї в Афганістані за природою забарвлення мають мало спільного з мідьвмісними турмалінами Параїба з Бразилії. Тому на відміну від африканських мідьвмісних турмалінів, які забарвлені переважно іонами  $\text{Cu}^{2+}$  і в меншій мірі  $\text{Mn}^{3+}$  і в зв'язку з цим отримали назву «турмаліни типу Параїба» [4, 7], ми пропонуємо вивчені турмаліни з родовища Мауї в Афганістані й інших родовищ, де можуть бути знайдені блакитні різновиди, забарвлені домішками закисного заліза без суттєвого впливу на конфігурацію спектрів, забарвлення і плеохроїзм обмінно-зв'язаної взаємодії між іонами  $\text{Fe}^{2+}$  і  $\text{Fe}^{3+}$ , називати турмалінами псевдо-Параїба, оскільки інколи вони можуть бути досить близькими за забарвленням до турмалінів Параї-

Таблиця 2. Елементний склад домішок в афганському турмаліні, мас. %, до і після обробки (натирання поверхні мідною пластинкою)

Турмалін, №	Елемент			
	Cu	Zn	Sr	Pb
4 (природний)	~0,0001	0,0194	0,0035	0,1054
4 (оброблений)	0,028	0,0189	0,0030	0,1002
6 (природний)	0,0005	0,0361	0,0046	0,0223
6 (оброблений)	0,0407	0,0392	0,0040	0,0224

ба, як це добре видно з кольорових вставок на рисунках 1а і 2в, і на ринку дорогоцінного каміння помилково або ж цілеспрямовано видаватися за турмаліни типу Параїба.

Як вже зазначалося, для подібних профанацій зараз ще можуть вдаватися і до фальсифікації результатів вивчення хімічного складу шляхом натирання огранених вставок з афганських турмалінів типу псевдо-Параїба металічною міддю. Тому ми піддали два таких турмаліни, 4 і 6, елементному аналізу на рентгенофлуоресцентному спектрометрі до і після такої «обробки». Зазначимо, що гранична межа визначення концентрації міді (і деяких інших елементів) у кристалічних зразках за таких умов оцінюється в 0,0001% або близько 1 грама на тону. Результати такого дослідження для турмаліна 6, який за забарвленням нагадує неонову-блакитний турмалін Параїба 1 (див. вище), наведено на рисунку 4. У таблиці 2 подано результати рентгенофлуоресцентного аналізу турмалінів 4 і 6 до і після «обробки» їх міддю.

Як видно з рис. 4, в спектрах рентгенофлуоресценції «обробленого» зразка дійсно з'являється сигнал від міді, якого не було у висхідних спектрах. Це, загалом, може ввести в оману невідго-

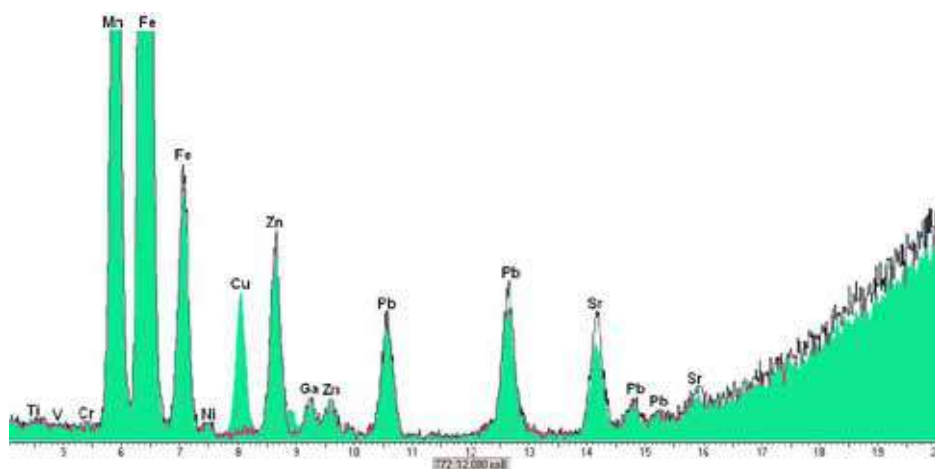


Рисунок 4. Спектри рентгенофлуоресценції блакитного турмаліна 6: висхідний – чорна лінія; після натирання мідною пластинкою – залите зеленим

товленого покупця на ринку дорогоцінного каміння, однак, як видно з табл. 2, де наведено концентрації чотирьох «не типових» для турмаліну домішок (Cu, Zn, Sr і Pb), в натертих металічною міддю зразках «вміст» останньої хоча і зростає на декілька порядків, однак залишається в сотню разів нижчим, ніж в природних мідьвмісних турмалінах Параїба (пор. табл. 1 і 2). Зауважимо, що після «обробки» оптичні спектри таких турмалінів залишаються незмінними, тобто мідь в «оброблених» зразках присутня тільки як механічне забруднення на поверхні каменю, хоча слід зауважити, що видимих її слідів під час спостереження під бінокулярним мікроскопом виявити не вдалося.

**Висновки.** Порівняльне вивчення різнозабарвлених турмалінів Параїба з родовища Баталья (шт. Параїба, Бразилія) і блакитних та синіх турмалінів різних відтінків з родовища Мауї (Афганістан) показало, що природа забарвлення цих мінералів суттєво різна. Тому ми вважаємо, що торгувати такими турмалінами під торговельним брендом «турмаліни типу Параїба» є помилковим і, більш того, неправомірним. Натомість ми пропонуємо використовувати для подібних турмалінів з Афганістану і всіх інших залізовмісних турмалінів, що мають блакитне і блідо-синє забарвлення, зумовлене хромофорною дією іонів  $Fe^{2+}$ , і є схожими на деякі кольорові відміни турмаліну Параїба, зокрема, на найбільш цінний його різновид – неоново-блакитний – гемологічну і торгову назву «псевдо-Параїба». Вивчення ефекту імпрегнації (втирання) в поліровану поверхню зразків з Афганістану металевої міді показало, що хоча «вміст» цього елемента після такої «обробки» зростає на декілька порядків, величина його все ще залишається на пару порядків нижчою від вмісту міді в істинних турмалінах Параїба. Це спостереження також може слугувати для розрізнення турмалінів Параїба або турмалінів типу Параїба від турмалінів псевдо-Параїба.

Автори висловлюють подяку О.А. Вишневському і С.І. Курило за проведення мікрозондового аналізу вивчених зразків.

#### Використана література

1. Джадд Д., Вышецки Г. Цвет в науке и технике. – М.: Мир, 1978. – 592 с.
2. Марфунин А.С. Введение в физику минералов. – М.: Недра, 1974. – 328 с.
3. Платонов А.Н., Таран М.Н., Балицкий В.С. Природа окраски самоцветов. – М.: Недра, 1984. – 196 с.
4. Abduriyim A., Kitawaki H., Furuya M., Schwarz D. "Paraiba"-type copper-bearing tourmaline from Brazil, Nigeria and Mozambique: chemical fingerprinting by LA-ICP-MS // *Gems and Gemol.* – 2006. – 44, №1. – P. 4–30.
5. Foit F.F., Rosenberg P.E. The structure of vanadium-bearing tourmaline and its implications regarding tourmaline solid solutions // *Am. Mineral.* – 1979. – 64, №7-8. – P. 788–798.
6. Koivula J.I., Kammerling R.C., Eds. (1989) *Gem News: Unusual tourmalines from Brazil* // *Gems and Gemol.* - 1989. - 25, №3, pp. 181–182.
7. Laurs B.M., Zwaan J. C., Breeding Ch.M., Simmons W.B., Beaton D., Rijdsdijk K.F., Befi R., Falster A.U. Copper-bearing (Paraiba-Type) tourmaline from Mozambique // *Gems and Gemol.* – 2008, 44, №1. – P. 4–30.
8. Rossman G.R., Fritsch E., Shigley J.E. Origin of color in cuprian elbaite from São José de Batalha, Paraíba, Brazil // *Am. Mineral.* – 1991. – 76, №9–10. – P. 1479–1484.
9. Shigley J.E., Cook B.C., Laurs B.M., Bernardes de Oliveira M. An update on "Paraiba" tourmaline from Brazil // *Gems and Gemol.* – 2001. – 37, №4. – P. 260–276.
10. Smith G. A reassessment of the role of iron in the 5,000–30,000  $cm^{-1}$  region of the electronic absorption spectra of tourmaline // *Phys. Chem. Minerals* – 1978. – 3, № 4. – P. 343–373.
11. Taran M.N., Dyar M.D., Naumenko I.V., Vyshnevsky O.A. Spectroscopy of red dravite from Northern Tanzania // *Phys. Chem. Minerals* – 2015. – 42, № 7. – P. 559–568.
12. Taran M.N., Ohashi H., Koch-Müller M. Optical spectroscopic study of synthetic  $NaScSi_2O_6-CaNiSi_2O_6$  pyroxenes at normal and high pressures // *Phys. Chem. Minerals* – 2008. – 35, № 3. – P. 117–127.

УДК 549.081

Ю.Д. Гаєвський

І.О. Ємельянов

ДГЦУ

# Інструментальна діагностика діаманта жовтувато-зеленого кольору

*Проведены исследования геммологических свойств и физических диагностических характеристик бриллианта желтовато-зелёного цвета.*

*Studies of gemological properties and physical diagnostic characteristics of a yellowish-green diamond have been performed.*

До Державного гемологічного центру України для проведення експертизи було надано огранований камінь жовтувато-зеленого кольору.

*Мета роботи:* комплексне гемологічне дослідження наданої на експертизу огранованої ювелірної вставки.

*Методи дослідження:*

Мікроскопічні дослідження виконувались за допомогою гемологічного мікроскопа «Gemmaster L 230V» та імерсійного гемологічного мікроскопа «Eichorst».

Дослідження методом ІЧ-Фур'є спектроскопії (далі – ІЧ-спектроскопія) проводилося відповідно до «Методики діагностики дорогоцінного каміння методом ІЧ-Фур'є спектроскопії» [1]. ІЧ-спектри були отримані на спектрометрі моделі «Nicolet 6700» виробництва «ThermoFisher Scientific» з приставкою «Condenser» за кімнатної температури в спектральному діапазоні 7000–400 см<sup>-1</sup>. Кількість сканувань у циклах вимірювання – 384 й 192 за роздільної здатності 4 і 2 см<sup>-1</sup>.

Вивчення за допомогою приладу «DiamondView™» проводилось під час опромінення зразка УФ-хвилями,  $\lambda_{\text{випр.}} < 225 \text{ нм}$ .



Рисунок 1. Діамант жовтувато-зеленого кольору. Збільшення 16<sup>x</sup>

Цим дослідженням передувало визначення гемологічних характеристик досліджуваного зразка:

- Назва каменя – діамант.
- Колір – жовтувато-зелений.
- Форма / вид огранування – груша/Г-56.
- Розмір (мм) – 7,39×5,01×2,89.
- Оптичний характер – ізотропний.

- Густина (г/см<sup>3</sup>) – 3,53.
  - Маса (ct) – 0,77.
  - Характер флуоресценції:
    - довжина хвилі 365 нм – блакитний;
    - довжина хвилі 254 нм – блакитний.
- За результатами експертизи визначено, що вставка є діамантом фантазійного жовтувато-зеленого кольору (рис. 1).



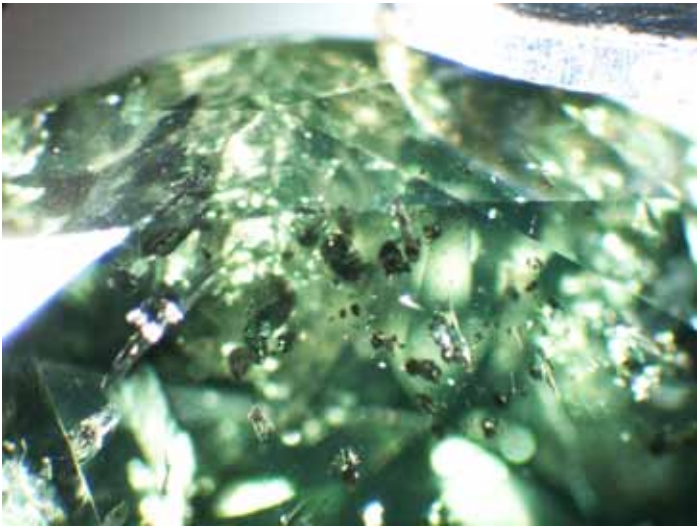


Рисунок 2. Графітоподібні включення і тріщини в діаманті. Збільшення 36<sup>x</sup>

За допомогою набору пластикових зразків кольору GIA GemSet було визначено орієнтовний колір каменя – уГ 6/3.

Під час дослідження в гемологічному іммерсійному мікроскопі разом із полярископом спостерігається явище аномального двозаломлення. Також спостерігається значна кількість графітоподібних включень і тріщин (рис. 2).

У результаті аналізу отриманого ІЧ-спектра виявлено такі закономірності:

1. Система смуг поглинання близько 1172, 1332, 1098, 1011 см<sup>-1</sup> (рис. 3), за якими можливо стверджувати, що фізичний тип діаманта є ІаВ [3, 5].

2. В ІЧ-спектрі діаманта виявлено комплекс піків 1405, 3107, 3084, 2785, 4494 см<sup>-1</sup>. Дослідники [3, 5] пов'язують ці піки з коливаннями типу С-Н.

3. Також треба зазначити, що в ІЧ-спектрі присутній пік близько 1340 см<sup>-1</sup>. Визначити природу цього піка, на жаль, не вдалося. Разом з цим у першій фононній зоні практично

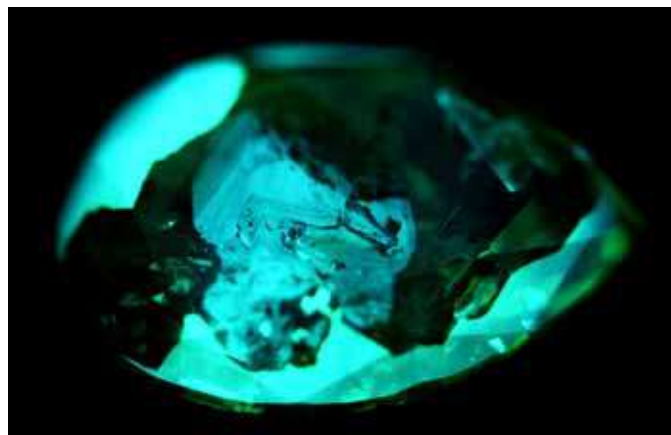


Рисунок 4. Діамант жовто-зеленого кольору під час опромінення УФ-хвилями в приладі "DiamondView™", λ<sub>випр.</sub> < 225 нм

відсутній пік 1370 см<sup>-1</sup>, який зумовлений так званими "плейтелітсами" [5].

4. Також необхідно відмітити відсутність в ІЧ-спектрі досліджуваного каменя піка 1450 см<sup>-1</sup>. Цей пік дослідники [5] зазвичай пов'язують зі штучним зеленим забарвленням у діамантах типу ІаВ. Спираючись на це та беручи до уваги деякі інші властивості (УФ-люмінесценція, "Diamond View"), з великою вірогідністю можна припустити, що колір цього каменя є природним.

Під час опромінення діаманта УФ-хвилями в приладі "DiamondView™" фіксується флюоресценція блакитно-зеленого кольору. Внутрішня морфологія проявлена в складній зонально-секторіальній будові та ділянках багатостадійного росту досліджуваного каменя [2]. Зазначені вище особливості внутрішньої будови добре видно на фотозображеннях (рис. 4).

Таким чином, завдяки комплексному гемологічному дослідженню встановлено, що на експертизу надано рідкісний на ювелірному ринку України діамант фантазійного

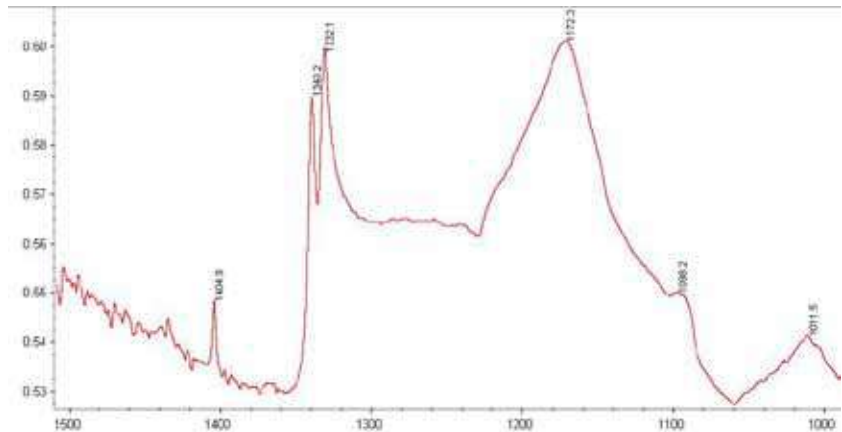


Рисунок 3. ІЧ-спектр досліджуваного каменя

жовтувато-зеленого кольору. Досліджений камінь має незвичайний ІЧ-спектр, що характеризується практично повною відсутністю плейтелітсів і домішок типу ІаА.

#### Використана література

1. Методика діагностики дорогоцінного каміння методом ІЧ-Фур'є спектроскопії. Затверджено наказом ДГЦУ від 21.12.2012 № 149/12-1.
2. Онтогенія алмазів та дослідження характеристик алмазних ювелірних вставок у вирішенні завдань розпізнавання їх за природою огранованого каменя та з метою паспортизації. Звіт про науково-дослідну роботу// ДГЦУ 2012-2015.
3. Особливості спектроскопії бразильських алмазів / В.А. Петровський, Є.О. Васильєв, В.П. Лютоєв, В.І. Силаєв, А.В. Козлов, О.Є. Сухарєв, М. Мартинс // Мінералогічний журнал. – 2011.– № 1. – С. 63–71.
4. Vins V.G. The Technique of Production of Fancy Red Diamonds. Russian Federation patent 2237113, // issued Sept. 27, – 2004.
5. Zaitsev A.M. Optical properties of diamond // Berlin: Springer, – 2001. – 502 p.

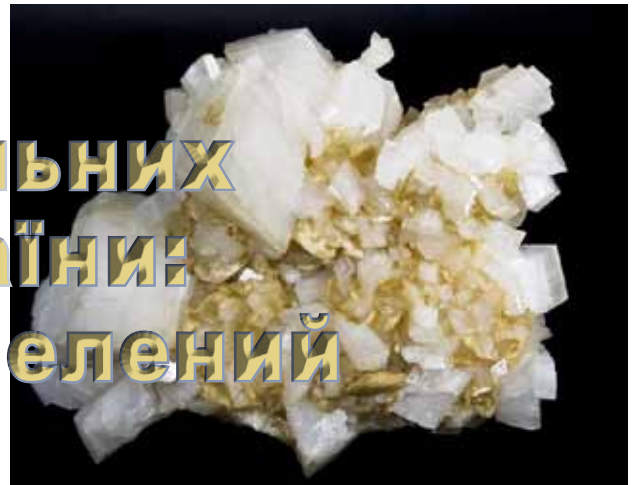


УДК 553.6

О.Л. Гелета, кандидат геологічних наук

ДГЦУ

# Ринок мінеральних продуктів України: мармур мікромелений



Доломіт-магнезит

Мрамор мікромелений являється одним из самых распространенных карбонатных наполнителей, используемых в мировом промышленном производстве пластических масс, лакокрасочных материалов, бумаги, стекла, сухих строительных смесей, керамики, резинотехнических изделий и металлургической продукции. В данной статье рассматриваются основные характеристики мрамора микромеленого и особенности рынка этого продукта в Украине.

Marble milled is one of the most common carbonate fillers used in the world industrial production of plastics, paint and varnish materials, paper, glass, dry building mixtures, ceramics, rubber products and metallurgical products. This article examines the main characteristics of ground marble and the features of the market of this product in Ukraine.

**М**рамур мікромелений є одним із природних карбонатних наповнювачів ( $\text{GCC}$  – ground calcium carbonate,  $\text{CaCO}_3$ ), що в усьому світі широко використовують у виробництві лакофарбових матеріалів (ЛФМ), гумотехнічних і пластмасових виробів, паперу, скла, сухих будівельних сумішей, кераміки, лінолеуму тощо.

Окрім мрамору, як карбонатні наповнювачі використовують вапняк, доломіт і крейду, які вводяться в композиційні суміші для їх здешевлення або надання їм певних експлуатаційних властивостей.

Крейда є слабозцементованою осадовою гірською породою карбонатного складу, що має біогенне походження.

Вапняк – це більш ущільнена, як порівняти з крейдою, осадова гірська порода, що містить до 95 %  $\text{CaCO}_3$ . До складу вапняку також входять доломіт  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ,  $\text{FeCO}_3$  і  $\text{MnCO}_3$  (менше 1 %), некарбонатні домішки – глинисті алюмосилікати і мінерали кремнезему (опал, халцедон, кварц), в невеликих кількостях оксиди, гідроксиди та сульфіді  $\text{Fe}$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{CaSO}_4$ , органічна

речовина. Тому вапняки є найбільш «забрудненою сировиною».

Мрамур – метаморфічна гірська порода з явнокристалічною будовою, яка є продуктом природної перекристалізації крейди, вапняку ( $\text{CaCO}_3$ ) чи доломіту ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) під впливом високих тиску і температури. Використовувані в промисловості наповнювачі на основі мрамору характеризуються дуже високою білизною. Для отримання високодисперсного наповнювача мрамур піддають мікронізації (подрібненню і розмелюванню).

Сьогодні у виробництві застосовують дві основні форми карбонату кальцію, які ідентичні за своїм хімічним складом, але відмінні за способом отримання – природний ( $\text{GCC}$ ) і штучний (хімічно осаджений –  $\text{PCC}$ ).

Загалом тонкодисперсний карбонатний наповнювач можна отримати такими способами:

- видобування корисних копалин на кар'єрах крейди ( $\text{GCC}$ -крейда), мрамору чи вапняку ( $\text{GCC}$ -мікрокальцит) з подальшим подрібненням, очищенням і можливою гідрофобізацією;

- штучне отримання шляхом хімічного осадження (Precipitated Calcium Carbonate –  $\text{PCC}$ ). Китайська компанія «ShengdaTech Inc» розробила спосіб отримання з вапняку наноосадженого карбонату кальцію ( $\text{NPCC}$ ), який використовують у переробці поліетилену.

Отже,  $\text{GCC}$  – це природний карбонат кальцію, а  $\text{PCC}$  і  $\text{NPCC}$  – синтетичні продукти.

Серед карбонатів кальцію  $\text{GCC}$  мають найширше застосування (пряме або опосередковане) практично в усіх галузях.

Застосування  $\text{PCC}$ , за відомостями Calcium Carbonate Association, менш широке, ніж використання природних карбонатів, однак завдяки зростанню якісних показників (вмісту  $\text{CaCO}_3$ , показника білизни, підвищення дисперсності) особливо протягом останніх десяти років його частка у світовому споживанні постійно збільшується. Найбільший приріст  $\text{PCC}$  спостерігається у виробництві паперу, а також пластмас і гумотехнічних виробів.

Мрамур мікромелений виготовляється шляхом подрібнення і тонкого розмелювання природного мрамору ( $\text{CaCO}_3$ ) з подальшим розподіленням за фракціями.

Для цього використовують струминне, механічне і ультразвукове подрібнення. Ступінь подрібнення є важливим показником, що впливає на напрями використання в різних галузях промисловості.

Розмір подрібнених частинок може сильно відрізнятись за своїм гранулометричним складом і становити від долів мікрметра (мкм) до кількох міліметрів. У промисловості мікромеленими вважаються дисперсні матеріали з розміром частинок менше 300 мкм (0,3 мм), меленими – з розміром фракцій часток до 500 мкм (0,5 мм) і подрібненими – понад 500 мкм. Карбонатні продукти (мармурові порошки, пудри та інші сипучі товари) з розміром зерен до 300 мкм називають мікрокальцитом.

### **Якісні характеристики мармуру мікромеленого**

Одна з базових характеристик якості, яка визначає сферу застосування тонкодисперсного продукту, є гранулометрія – набір числових параметрів, а також графічні гістограми розподілу частинок. Основний показник в гранулометрії – це середній розмір частинок (d50) основної частки наповнювача. Важливим параметром також є верхня межа розміру частинок (d90, d97, d98), що становить так званий «хвіст» – розмір частинок, що перевищують середній. Якщо цей параметр значно перевищує середній розмір, сировина практично не придатна для використання, тому що навіть невеликий вміст великих по відношенню до основної маси частинок призводить до погіршення показників якості продукції і зносу устаткування. Нижня межа розміру частинок не є обов'язковим показником, і тому багато виробників його не вказують. Для характеристик карбонатних наповнювачів із середнім розміром частинок вище 100 мкм часто використовують параметр «залишок на ситі», що характеризує процентний вміст частинок заданого розміру, які залишилися після просіювання на ситі.

Залежно від області застосування велике значення має така характеристика, як білизна – кількість світлових променів у відсотках, відбитих від речовини. Так, наприклад, у пластиковій промисловості цей параметр є дуже важливим у виробництві білого віконного профілю і менш важливим у вироб-

ництві кольорової вагонки або ламінованих підвіконь. Білизна найчастіше залежить від хімічної чистоти самого мармуру. Найбільшою білизною (до 99,8–99,9 %) серед природних карбонатів виділяється безбарвний і прозорий ісландський шпат. Зниження білизни пов'язане в основному з наявністю оксидів заліза, що проникають з ґрунтовими і підземними водами по тріщинах між блоками і кристалами кальциту. Як правило, білизна мармуру знаходиться в межах 94–96 %, рідше – 98 %. Для порівняння, білизна крейди зазвичай не більше 84–86 %. Мармур з посушливих районів і за умови глибокого залягання характеризується найвищою білизною.

Такі якісні характеристики мармуру мікромеленого, як вологість, диспергованість, гіроскопічність, твердість є порізному важливими у виробництві залежно від типу продукції, яка випускається.

Завдяки своїм фізико-хімічним характеристикам мармур мікромелений більш позитивно виділяється низкою якісних властивостей порівняно з іншими різновидами карбонатів, а саме:

- підвищений вміст кальциту (більше 99,5 %);
- підвищена міцність зерен;
- низькі пористість і водопоглинання;
- низький вміст забруднюючих включень (оксидів заліза, марганцю, титану, кобальту) і, як наслідок, високий показник білизни (94–98 %);
- низька маслоємність (18–21 г / 100 г мікромеленого мармуру);
- низька хімічна активність;
- низький вміст водорозчинних солей (менше 100 мг/л у перерахунку на Ca<sup>2+</sup>);
- висока розчинність у мінеральних кислотах;
- високі променезаломлення і стійкість до ультрафіолетового випромінювання.

Ці властивості дозволяють практично без обмежень використовувати мармур мікромелений в усіх сферах традиційного застосування інших різновидів карбонатних наповнювачів.

Властивістю, що затрудняє застосування мікрокарбонатних наповнювачів, і зокрема крейди, є здатність агрегування за незначного зволоження через велику «зв'язаність» частинок. Це призводить до зависання і злежування його в бункерах, ускладнює транспортування і використання. Для усунення

цього крейду поверхнево обробляють – гідрофобізують, що полягає в нанесенні на поверхню її частинок поверхнево-активних речовин, які надають властивості не змочуватися водою і зумовлюють добру сипучість.

### **Використання мармуру мікромеленого**

#### *Лаки і фарби*

Мармур мікромелений використовують для заміни дорогої смоли і полімерів, а також для поліпшення кольору, корекції блиску і колірних відтінків. Дозволяє поліпшити якість і знизити ціну продукту. Важливими тут є білизна і гідрофобна обробка. Розмір застосовуваної фракції 2–10 мкм.

#### *Полімерна промисловість*

Використання мармуру мікромеленого у виробництві пластмаси, поліестеру, терморезистивних пластиків, поліолефінів та іншої ПВХ продукції дозволяє знизити вартість і надати важливі для продукту якості – світлостійкість, твердість, збільшення електроопору. Важливим є ступінь білизни для білих і кольорових виробів. Розмір застосовуваної фракції 1–10 мкм (для ПВХ – 1–5 мкм).

#### *Папір*

Мармур мікромелений дозволяє поліпшити якість і збільшити білизну, а також скоротити виробничі витрати, замінивши скловолокно і пігменти. Також використовують як розкислювач для отримання необхідного кислотного показника. Мікромармур застосовують в основному для виробництва крейдового паперу, офісного паперу, картону. Розмір застосовуваної фракції 1–5 мкм.

#### *Гума*

Мармур мікромелений у виробництві гуми дозволяє поліпшити її зносостійкість і підвищити здатність до еластичності в різних температурних умовах, а також слугує для економії дорогого каучуку та інших компонентів. Мікромармур є незамінним інгредієнтом у виробництві автопокришок для надання їм стійкості до стирання.

#### *Скло*

У виробництві скляної продукції мармур мікромелений додається безпосередньо в шихту, що дозволяє знизити температуру плавлення і забезпечує суттєву економію, підвищує прозорість скла і термостійкість скляної продукції.

### *Сухі будівельні суміші та оздоблювальні матеріали*

Окрім мармуру мікромеленого для виробництва сухих будівельних сумішей та оздоблювальних матеріалів використовують подрібнений мармур з фракціями від 0,5 до 5 мм, так звану мармурову крупку. При цьому виготовляють сухі будівельні суміші різного призначення: сухі багатокомпонентні штукатурки; шпаклівки; замазки для застирання; декоративні будівельні суміші; фасадні білила й фарбувальні суміші.

#### *Лінолеум*

Мікромелений мармур збільшує в'язкість і обсяг латексного клею, який застосовують для скріплення ворсу килимових покриттів. У виробництві лінолеуму мікрокарбонатний наповнювач значно покращує споживчі якості і знижує собівартість продукції.

#### *Захисні покриття*

Мармур мікромелений використовують як антикорозійний наповнювач в епоксидних, порошкових, алкідних покриттях.

#### *Портландцемент*

Мікромармур широко застосовують у виробництві високоміцних залізобетонних конструкцій у промисловому будівництві, зокрема там, де ставляться високі вимоги щодо вологостійкості, морозостійкості та довговічності конструкцій.

#### *Тампонажні суміші*

Мікромелений мармур підвищує гідроізоляційні та кріпильні властивості тампонажних сумішей – в'язких паст, які, взаємодіючи з водою, перетворюються в гумоподібну масу, їх застосовують у бурінні газових і нафтових свердловин.

У порівняно менших об'ємах мармур мікромелений використовують для виробництва абразивних чистильних засобів, продукції особистої гігієни (наприклад, зубні пастки), фармацевтичних порошкових сумішей для таблетування ліків, хімічних реактивів, комбікормів, у медицині, харчовій та електротехнічній галузях. У найбільших обсягах мармур мікромелений застосовують для виробництва лакофарбових виробів, пластмас і лінолеуму.

### **Характеристика світового ринку GCC**

За даними відкритих джерел та оцінками експертів, починаючи з 2002 р., емність світового ринку GCC, виробле-

них з крейди, мармуру і вапняку, щорічно збільшувалася орієнтовно на 7 % і у 2008 р. сягала 80 млн тонн (з них приблизно більше половини – з мармуру і вапняку). З них майже 60 млн тонн було використано для виробництва паперу, пластмас і фарб.

Загалом основна частка споживання мікрокарбонатних наповнювачів припадає на виробництво пластмас (55 %), на виробництво лакофарбових матеріалів і сухих будівельних сумішей – 25 %, гумотехнічних виробів – 20 %.

Близько 70 % виробництва GCC припадає на частку 10 найбільших світових компаній, у тому числі швейцарської «Отуа» (30 %) і французької «Imerys» (15 %).

Однак домінуюча частка цих транснаціональних компаній останнім часом скорочується через збільшення обсягів виробництва GCC безпосередньо підприємствами паперової промисловості. Так у Китаї і Японії виробництво GCC здійснюють власне виробничі підрозділи целюлозно-паперових комбінатів, які закуповують сировину у видобувних компаній.

Слід зазначити, що на частку целюлозно-паперової промисловості нині припадає майже 40 % споживання GCC (ця галузь також є найбільшим споживачем і хімічно осадженого карбонату кальцію (PCC)).

Також значний обсяг GCC (близько 20 % світового споживання) використовується у виробництві полімерів і пластмас.

Основне збільшення попиту на GCC спостерігається на східно-азійському ринку, яке спричинене динамічним зростанням виробництва китайських підприємств. У Європі та Північній Америці збільшення споживання мікромелених карбонатних наповнювачів зумовлене виробництвом полімерних матеріалів.

### **Ринок мармуру мікромеленого в Україні**

Мармур мікромелений в Україні не виробляється. Потреби вітчизняної промисловості щодо цього продукту задовольняють лише завдяки імпортом поставкам з Туреччини, Греції, Австрії, Німеччини, Франції, Чехії, Румунії, Польщі, Росії та ін. (табл. 1). Близько 62 % мармуру мікромеленого ввозиться для виробництва ЛФМ, ще 23 % споживається у секторі переробки полімерів.

Безумовними лідерами за обсягом імпортованого продукту серед поста-

чальників мікрокарбонатних наповнювачів сьогодні можна вважати Туреччину і Грецію.

З середини 2000-х років зросли поставки мікромармуру турецьких виробників «Som Deniz», «Mikro Mineral» і «Kayra Denizcilik».

Основний обсяг імпорту мікромармуру здійснюється в рамках товарної позиції УКТ ЗЕД 251741 (гранули, кришка та порошок з мармуру). Деяка кількість продукту ввозиться в країну під кодами товарних груп УКТЗЕД 2509 і 283650. При цьому матеріал, поверхня якого оброблена жирними кислотами, як правило, проходить по групі 283650.

Обсяги поставок носять виражений сезонний характер, що значною мірою зумовлено сферою застосування цього продукту. Найбільшим споживачем мікромармуру є лакофарбова промисловість, для якої характерне значне скорочення обсягів виробництва в I і IV кварталах року.

Зменшення середньої контрактної ціни імпорту не означає зниження контрактної ціни на продукт. Ця тенденція викликана появою на ринку нових постачальників, зокрема турецьких, які пропонують більш дешевий продукт, а також змінами асортиментної структури поставок.

Зараз ціни на умовах EXW на мікромармур типу «Отуаcarb» європейського виробництва залежно від фірми-постачальника і якості продукту становлять від 35 до 130 доларів США за тону. Ціни на товар турецького виробництва тримаються в діапазоні 30–120 доларів США за тону. Значна частина турецької продукції поставляється під торговою маркою «Отуаcarb» чи «Aga-calcite».

За цінами вище на 20–30 доларів США за тону від зазначених, як правило, пропонується продукт зі спеціальними властивостями. Виробники мармуру мікромеленого переважно в назву продукту виносять чисельне значення фракції помелу, що дозволяє клієнтам легше орієнтуватися в асортименті компаній.

З урахуванням різних технологічних процесів компаній-споживачів мармуру мікромеленого, на яких використовується різне обладнання, на вхідну сировину і її упаковку покладаються певні вимоги. Згідно з прийнятими в галузі стандартами і для зручності спожива-



Таблиця 1. Підприємства, що імпортували до України мікромармур і мармур подрібнений у червні 2017 р.

Імпортери	Тип продукції	Країна походження
ТОВ «Таркетт Вінсісін»	мікромармур	Сербія
ТОВ «ЄВРО-ХІМ»	мікромармур	Італія
ТОВ «РЕАЛ-1»	мармур подрібнений, галька	Греція
ТОВ «Хеміпласт»	мармур подрібнений	Італія
ТОВ «КСК-Плюс»	мікромармур	Туреччина
ТОВ «КАПАРОЛ ДНІПРО»	мікромармур	Австрія, Іспанія
ТОВ «ОМІА УКРАЇНА»	мікромармур	Туреччина, Греція, Австрія, Польща та ін.

чів, компанії-виробники мармуру мікромеленого відвантажують продукцію чотирма способами:

- насипний, тобто повинна бути можливість завантаження в спецтранспорт (контейнери, автомобілі, вагони) саме тієї кількості продукту, яке необхідно споживачеві;

- в мішки big-bag, здатні вмістити в себе від 500 кг до 1,2 т продукту;

- стандартні чотиришарові паперові мішки, що вміщують від 25 до 35 кг меленого мармуру в залежності від марки;
- поліпропіленові мішки, які вміщують до 50 кг продукту.

Крім того, упакований у мішки мармур мікромелений додатково може пакуватися на європіддони для більшої зручності транспортування.

Усе це підвищує додану вартість сировини мармуру меленого. Наприклад, вартість одного мішка big-bag коштує 5–10 доларів США. Різниця у вартості пакування 1 т продукту між big-bag і 25-кілограмовими мішками становить 5–20 доларів США в сторону здороження останніх. Загалом, варіанти пакування в різних виробників можуть впливати на кінцеву вартість товару, а можуть і ні.

Сьогодні на ринку спостерігається тенденція відходу компаній від стандартизованих назв позицій асортименту і індивідуалізація продукту шляхом продажу його під власною товарною маркою. Зараз на ринку присутні такі марки, як «Отуасар», «Uralcar», «Мікар», «NIGTA», «CAROLIT», «Bagasarb» тощо.

При цьому вартість однакового за фракцією помелу, але різних торгових марок мармуру подрібненого і меленого, різниться за ціною, наприклад, «Bagasarb 5» (фр. 0,005 мм) виробництва Італії коштує 300 доларів США/т, а «NIGTAS 5» (фр. 0,005 мм) виробництва

Туреччини – 56 доларів США/т.

Відповідно до коду УКТ ЗЕД 251741 у червні 2017 р. в Україну було поставлено понад 4460 т мікромармуру і мармуру подрібненого, з яких з Туреччини – 1810 т, з Греції – 825 т. Але ці місячні обсяги не є стабільними. Наприклад, у травні 2017 р. було імпортовано близько 11 тис. т, з яких з Туреччини – понад 10 тис. т.

При цьому імпорт мікромармуру супроводжується зниженням середньої контрактної ціни, що свідчить про конкурентну боротьбу за кінцевого покупця шляхом запровадження цінових важелів на продукцію.

Так вартість мармуру подрібненого і меленого у червні-серпні 2017 р. на умовах DAP-кордон України виробництва Австрії становила від 80 до 170 доларів США/т, Італії та Іспанії – від 80 до 308 доларів США/т, Румунії – 40 доларів США/т, Болгарії – від 53 до 94 доларів США/т, Чехії – від 73 до 147 доларів США/т, Туреччини – від 37 до 159 доларів США/т, Сербії – від 110 до 119 доларів США/т, Росії – від 39 до 586 доларів США/т, Греції – від 103 до 164 доларів США/т.

Різноманіття марочного складу і технічних характеристик продукту, виробленого різними підприємствами, робить не цілком коректним пряме зіставлення цін реалізації тих чи інших суб'єктів ринку. Значний вплив на ціну і умови закупівлі мають: тип і якість продукції, її фракційний склад, постачальник, обсяг товарної партії, режим поставок і т. ін.

Значною складовою у вартості мармуру мікромеленого в порту імпортера є доставка (фрахт) від країни-виробника, завантаження і розвантаження. Вартість перевезення залежно від об'ємів доставки морськими перевізниками з Туреччини до України зі страхуванням і подачею вантажу в середньому становить – 24–25 доларів США/т, а з Греції – 39–40 доларів США/т.

Загалом, як показує світова практика, в оптовій мережі ціни на зазначений продукт порівняно з відпускними цінами виробників зазвичай вищі на 10–20 доларів США/т.

Мікромармур походженням з Австрії імпортується на територію України переважно автомобільним транспортом партіями по 20 т. Вартість мікромармуру походженням з Австрії на умовах DAP-кордон України для марки 40КА коливається в межах 77–81 долара США/т.

Мікромармур походженням з Іспанії ввозиться в Україну поодинокими дуже дрібними партіями високоякісного товару класу «екстра» вагою 4–5 т. Середня вартість іспанського мікромармуру на умовах DAP-кордон України у 2017 р. становила 303 долари США/т.

Мікромармур походженням з Сербії імпортується в Україну автомобільними товарними партіями обсягом по 22 т фракцією 0,04 мм і марки «CAROLITH 0-0.2-AJ» (фр. 0,07 мм). Середня вартість першого мікромармуру на умовах DAP (кордон України) у 2017 році становила 111 доларів США/т, а другого – 113 доларів США/т.

Мікромармур походженням з Чехії імпортується в Україну також поодинокими партіями крупного подрібнення з фракцією: 0,5–1 мм; 0,4–1,2 мм; 1–1,4 мм. Середня вартість чеського мікромармуру на умовах DAP (кордон України) у 2017 р. становила 73–145 доларів США/т.

Мікромармур походженням з Греції імпортується в Україну регулярними партіями товару з фракцією 0,23–1,4 мм. Середня вартість грецького мікромармуру на умовах CIF (порт України) у 2017 р. становила 120–160 доларів США/т.

Мікромармур походженням з Туреччини імпортується в Україну регулярними партіями товару різних фракцій. Середня вартість турецького мікромармуру на умовах CIF (порт України) у 2017 р. становить 38–140 доларів США/т.

В оптовій мережі ціни на продукт зазвичай вищі, ніж відпускні ціни виробників. Однак про будь-яку середню величину перевищення говорити важко, оскільки в кожному конкретному випадку різні продавці можуть пропонувати різні марки продукту.

Для окремих фракційних розмірів мікромармуру турецького і грецького ви-



робництва у таблицях 2 і 3 наведено ориєнтовні ціни місцевих ринків. При цьому вартість фрахту до України, страхування і подача вантажу залежно від виду пакування для турецького мікромармуру становить близько 25 доларів США/т, а для грецького – 40 доларів США/т.

Таблиця 2. Оптимальні ціни мікромармуру на ринку Туреччини залежно від фракції

Мікромармур, фракції, мм	Ціна, долари США/т (на умовах FCA – Туреччина)
0,003	49-50
0,003 (покритий)	64
0,006	39-40
0,0023	68
0,0023 (покритий)	87
0,024	39
0,017	34
0,015	60
0,0019 (покритий)	116-136
0,0038	44
0,0038 (покритий)	74
0,0016 (покритий)	126

Таблиця 3. Оптимальні ціни мікромармуру на ринку Греції залежно від фракції

Мікромармур, фракції, мм	Ціна, долари США/т (на умовах FCA-Греція)
0,00214 (покритий)	101-115
0,00276 (покритий)	53-66
0,2	95
0,00075	130
0,0019	75-84
0,0024	93
0,0029	75
0,0060	52
0,0075	53
0,0130	48
0,0026	59
0,0032	57
0,0065	53
0,0135	50
0,0170	48
0,0250	48

### Перспективи розвитку вітчизняних родовищ карбонатних порід

Вітчизняне виробництво мікрокарбонату сьогодні відсутнє, хоча перспективи розвитку виготовлення цього продукту в Україні є.

Промислові запаси мармуризованого вапняку і мармуру розвідані на Закарпатті, в Житомирській області, Криму, на Донецькому кряжі.

Найбільш перспективними і такими, що розробляються, є поклади у Закарпатті.

Поза тим, великих покладів чистого білого карбонату кальцію немає в жодному з перерахованих регіонів (за виключенням Житомирщини, де розвідано Негребівське родовище мармуру).

На Закарпатті поблизу Трибушан є певні зони білого карбонату кальцію (мармуризованого вапняку і мармуру), але вони є невеликими і умовно вимірюються 1–2 вагонами видобутку в місяць.

Підприємства, які знаходяться у Закарпатській області, не виробляють мікромармур. Основна їх продукція – це мармурова крихта фракції 2–5 і 5–10 мм.

ПРАТ «Трибушани» розробляють Діловецьке (Трибушанське) родовище мармуризованого вапняку і мармуру світло-сірого кольору. Продукцією є мармурова крихта фр. 2–5, 5–10, 5–20 мм. Продукція реалізується в Україні та експортується до Молдови, Білорусі, Угорщини. Окрім того, ПРАТ «Трибушани» володіє правами на Прибуйське і Довгорунське родовища мармуризованого вапняку зеленого і чорного кольору відповідно.

ТОВ «Карпати» розробляють Полунське родовище сірого мармуру,

який також подрібнюють на мармурову крихту. Продукцію використовують для виробництва плит «тераццо», експортують до Білорусі.

ТОВ «Білкам» розробляють ділянку Бугливи Трибушанського родовища. На сьогодні інформація про їх виробництво відсутня.

У 60 км від м. Берегове знаходиться Приборжавське родовище мармуру жовтого кольору. Але через його забруднення елементами оксидів заліза ця порода не є достатньо придатною для виробництва мікромармуру.

Перспективними для розробки на мікромармур є запаси корисних копалин Негребівського родовища на Житомирщині.

На ринку карбонатних наповнювачів з імпортними мікромармурами останнім часом намагаються конкурувати вітчизні підприємства, які виготовляють тонкодисперсну крейду. Але найбільшим недоліком вітчизняної крейди та наповнювачів на її основі є низька білизна і високий вміст домішок. Поза тим, на вітчизняному ринку карбонатних наповнювачів спостерігаються тенденції щодо збільшення пропозиції українських виробників, поява нових марок, підвищення якості продукції.

Оцінюючи сегмент вітчизняних виробників карбонатних наповнювачів, можна прогнозувати, що основна частка може випускатися на основі природної осадової крейди, в меншій мірі – з мармуру і вапняку. Але щоб закріпитися на ринку карбонатних наповнювачів, українським виробникам необхідно працювати над покращенням показників білизни і чистоти від домішок.



Кальцит

УДК 549.091+339.13

V.I. Татарінцев, кандидат геолого-мінералогічних наук  
ДГЦУ

# Статистичний аналіз світового ринку необроблених алмазів та місце на ньому України

*Анализ включает статистические данные мирового производства алмазного сырья за время работы Кимберлийского процесса (2004–2016 гг.), а также объемы импорта и экспорта алмазов в странах, которые не добывают алмазов. Данные по Украине представлены в сравнении с данными других стран-участниц Кимберлийского процесса.*

*The analysis includes statistics on global rough diamond production during the Kimberley Process (2004-2016), as well as on imports and exports of diamonds in countries that do not mine diamonds. The data for Ukraine are presented in comparison with the data of other participating countries of the Kimberley Process.*

Алмаз є однією з найцінніших корисних копалин, родовища якої зосереджені здебільшого на кратонах архейського віку в ядерних частинах давніх платформ. Вони є саме в тих країнах, які розташовуються на таких кратонах. Зі схемою розповсюдження останніх на континентах світу можна ознайомитись, зокрема, у монографії [1, с. 592]. На світовий ринок видобуті алмази в необробленому стані, тобто у стані алмазної сировини (далі – АС), надходять з алмазодобувних країн за схемою: видобування – сортування – оцінка – продаж (експорт). Далі до цієї схеми включаються країни, які не мають власних родовищ алмазів і здійснюють лише імпортно-експортні операції.

Алмази є ефективним концентратом коштів. Наприкінці ХХ ст. в ряді африканських країн суттєво розвинулась контрабандна торгівля АС, яку нелегально видобували з родовищ і використовували окремі угруповання для

фінансування антиурядових регіональних конфліктів і міжнародної терористичної діяльності. У ті часи в Африці декілька мільйонів людей загинуло та ще більше були вимушені емігрувати з рідних місць через військові дії, пов'язані з АС. Алмази, втягнуті в такі дії, отримали назву «конфліктних», або «кривавих». Після низки урядових ініціатив з боку ПАР, Ботсвани, Намібії, деяких інших країн Південної Африки, які закликали весь світ підтримати проголошений у 2000 році в Кімберлі (ПАР) процес очищення торгівлі від таких «кривавих» алмазів, у листопаді 2002 року в Інтерлакені (Швейцарія) відбулася зустріч міністрів та інших глав урядових делегацій 52 країн, на якій під егідою ООН було схвалено створення міжнародного органу під назвою «Кімберлійський процес» (далі – КП) та прийнято декларацію про систему сертифікації необроблених алмазів, розроблену в рамках КП [2].

У доповіді про КП на п'ятдесят сьомій сесії Генеральної Асамблеї ООН була чітко визначена суть КП: «Кімберлійський процес – это непрерывный международный процесс, цель которого заключается в обнаружении и пресечении торговли алмазами из зон конфликтов. Организации Объединенных Наций рекомендуется принять меры в поддержку внедрения системы сертификации в рамках Кимберлийского процесса как инструмента, который содействовал бы обеспечению эффективного выполнения соответствующих резолюций Совета Безопасности, устанавливающих эмбарго на торговлю алмазами из зон конфликтов и способствующих тем самым укреплению международного мира и безопасности, и соответствующих резолюций Генеральной Ассамблеи, упоминаемых в рамках системы сертификации» [2].

Документ про сертифікацію необроблених алмазів, прийнятий в Інтерлакені, – сертифікаційна схема КП (далі –

ССКП) – став керівним документом КП щодо правил торгівлі АС. 52 країни, у тому числі Україна, підписали в Інтерлакені міжнародну угоду про одночасне введення ССКП в дію з 1 січня 2003 року у своїх країнах.

ССКП містить низку вимог щодо торгових операцій з АС, дотримання яких є обов'язковим. ССКП приймається у країнах-учасниках КП на основі національного законодавства та внутрішніх систем контролю, які відповідають узгодженим в ССКП мінімальним стандартам.

КП є добровільним органом, але здійснювати торгівлю АС можливо лише в межах спільноти країн-учасниць КП за умови обов'язкової перевірки кожної посилки алмазів під час експортно-імпорتنих операцій щодо наявності спеціального супровідного документа – сертифіката КП. Країни-учасниці КП створюють своєрідне середовище чистого та прозорого ринку алмазів. Країни, що не є учасниками КП, знаходяться поза цим середовищем і не мають прав ввозити на свою територію АС і вивозити її.

На сьогодні КП об'єднує 54 члена, представлених 81 країною-учасницею (53 окремі країни-учасниці і 28 країн у складі Європейського Союзу, що є самостійним членом КП).

Важливою складовою частиною вимог ССКП є обов'язкове подання країнами-учасниками КП щоквартальних та щорічних статистичних даних щодо ви-

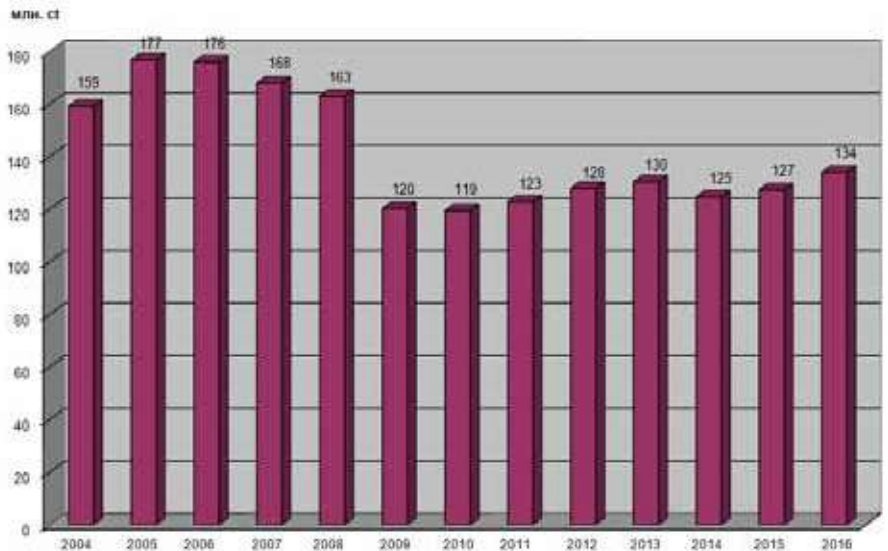


Рисунок 1. Світове виробництво алмазів, млн ст, 2004–2016 рр.

добутку, експорту та імпорту необроблених алмазів, відомостей про зміни в законодавстві, а також про повноваження національних органів, відповідальних за здійснення положень ССКП. В Україні функції національного органу КП здійснює Державний гемологічний центр України, що визначено наказом Мінфіну від 09.04.2003 № 276.

Починаючи з 2003 року вся торгівля АС та статистика обсягів видобутку, експорту та імпорту АС ведеться за правилами ССКП. Усі країни-учасниці КП подають свої статистичні дані самостійно на спеціальному сайті КП [3], вхід до якого щодо розміщення та зіставлення даних є обмеженим. Підсу-

мовані статистичні дані є у відкритому доступі. Обсяги АС зазначаються в каратах та у вартісному еквіваленті в доларах США. ЄС подає свої дані як один учасник.

Світовий ринок АС складається з ланцюжка: видобування – сортування – оцінка – продаж (експорт), а також закупівля (імпорт) і продаж – як на внутрішньому ринку країн, так і на зовнішньому. До цього ринку залучені алмазодобувні країни, а також ті, які не мають власних родовищ алмазів і здійснюють лише імпортно-експортні операції. Торгівельні операції на внутрішніх ринках не відслідковуються КП.

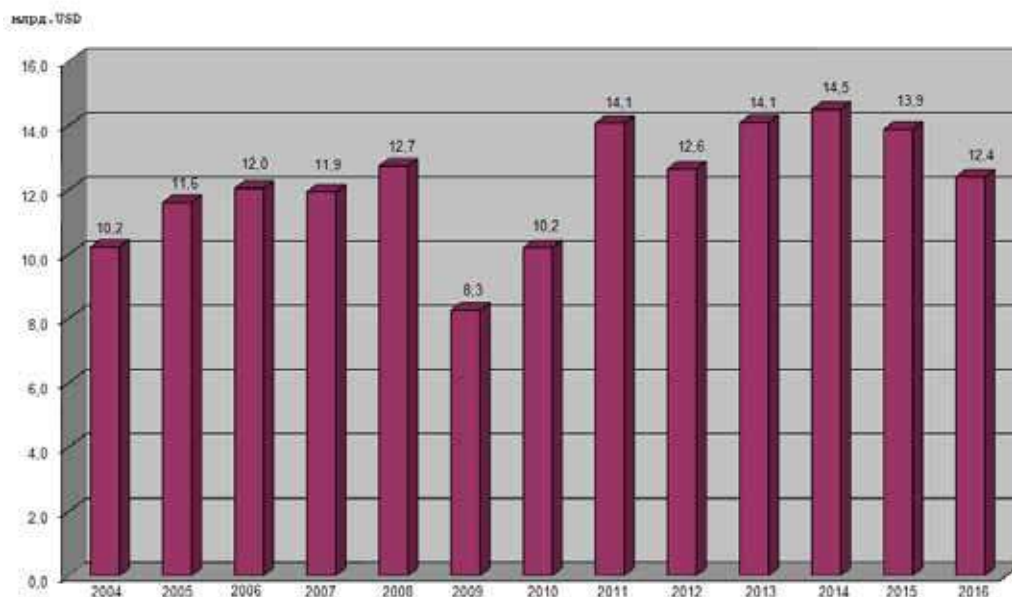


Рисунок 2. Світове виробництво алмазів, млрд USD, 2004–2016 рр.



Завданням цієї роботи є аналіз статистики обсягів видобування АС та експортно-імпортних операцій з нею на світовому ринку за відкритими даними КП та отримання уяви про місце на ньому України. Аналіз охоплює період 2004–2016 років.

USD) і надалі вони зросли до 14,5 млрд USD у 2014 році, а останні шість років коливаються в межах 12,4–14,5 млрд USD/рік. При цьому ці обсяги не корелюють з обсягами видобування в каратах, що свідчить про значне підвищення цін на алмазну сировину останнім часом.

Ща алмазів і видобувають їх, і є країни, які не мають таких родовищ. Зрозуміло, що вони не є алмазодобувними країнами. До останніх належить і Україна.

Перше місце у світі за обсягами видобутку займає Російська Федерація. Щорічний обсяг 35–42 млн ст, що становить третину всього світового обсягу. До п'ятірки найпотужніших виробників також належать Ботсвана, Австралія, Канада і Демократична Республіка Конго. Ботсвана видобуває близько чверті світового обсягу, інші з названих країн – біля десятої частини кожна.

### **Обсяги імпорту та експорту алмазів країн, що не є алмазодобувними**

Більше за всіх імпортує та експортує Європейський Союз. Через Бельгію проходить майже 40 % світового обсягу імпорту та експорту АС, на рік до 12 тисяч посилок з алмазами приймається і до 35 тисяч відправляється. Імпорт становить 104–202 млн ст на рік, у середньому близько 150 млн ст на рік. Вартість імпортованих алмазів 9–18 млрд USD на рік, у середньому близько 14 млрд USD на рік. Експорт становить 97–203 млн ст на рік, у середньому близько 145 млн ст на рік. Вартість експортованих алмазів 10–19 млрд USD на рік, у середньому близько 16 млрд USD на рік. У середньому за 2004–2016 роки вартість вивезених алмазів дорожча за ввезені приблизно на 5 %.

Аналіз статистичних даних показує, що обсяги імпорту та експорту алмазів у світі перевищують обсяги видобутку. Можна припустити, що це є наслідком неодноразового переміщення одних і тих самих алмазів через митні кордони країн.

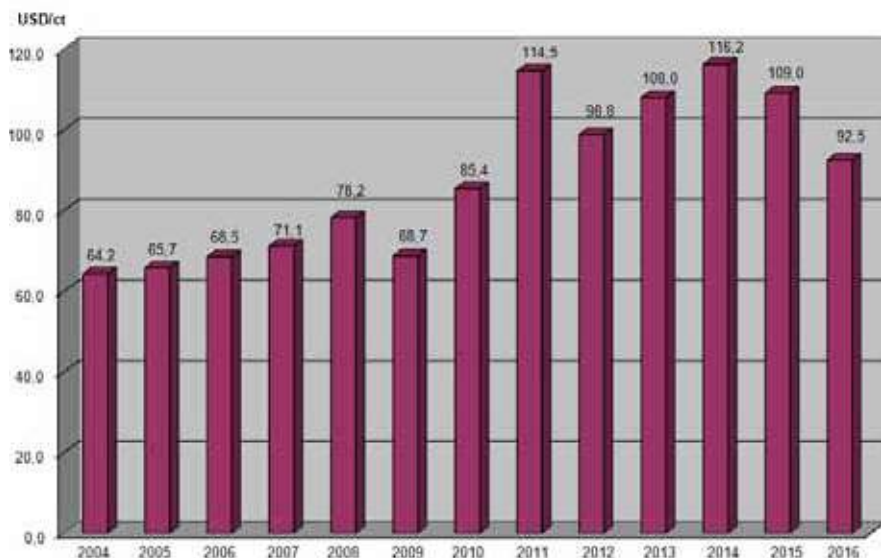


Рисунок 3. Середня вартість алмазів, USD/ct

### **Світове виробництво алмазів – загальні обсяги**

Загальний щорічний обсяг виробництва у каратах – від 119 до 177 млн ст (рис. 1), що становить відповідно від 23,8 до 35,4 тонни. Пік виробництва (по 177–176 млн ст на рік) був у 2005–2006 роках. Майже ті самі дані маємо у 2004 р. (159 млн. ст) і у 2008 році (163 млн ст). У 2009–2010 роках сталося різке падіння обсягів до 119–120 млн ст, яке незначно зросло до 128–130 млн ст у 2012–2013 роках, а в наступні роки залишається стабільним – 125–134 млн ст.

Таким чином, можна виділити два періоди: 159–177 млн ст/рік у 2004–2008 роках і 119–134 млн ст/рік у 2009–2016 роках. Різке падіння обсягів у 2009 році пов'язано із світовою кризою економіки. Після неї обсяги видобутку алмазів так і не вийшли на докризовий рівень.

Загальний щорічний обсяг виробництва у доларах США – від 8,3 до 14,5 млрд USD (рис. 2). У період 2004–2008 років він безперервно зростав від 10,2 до 12,7 млрд USD. У 2009 році, як і за каратами, сталося різке падіння обсягів до 8,3 млрд USD. У 2010 році обсяги вийшли на рівень 2004 року (10,2 млрд

Аналіз середніх цін вироблених алмазів за зазначений період (2004–2016) свідчить про постійне їх підвищення від 64 USD/ct у 2004 році до 116 USD/ct у 2014 році, що становить збільшення майже на 50 % (рис. 3). Крива зміни цін має лише одну суттєву «яму» – у 2009 році.

### **Світове виробництво алмазів – зіставлення за країнами**

Серед країн-учасниць КП є країни, які мають на своїх територіях родови-

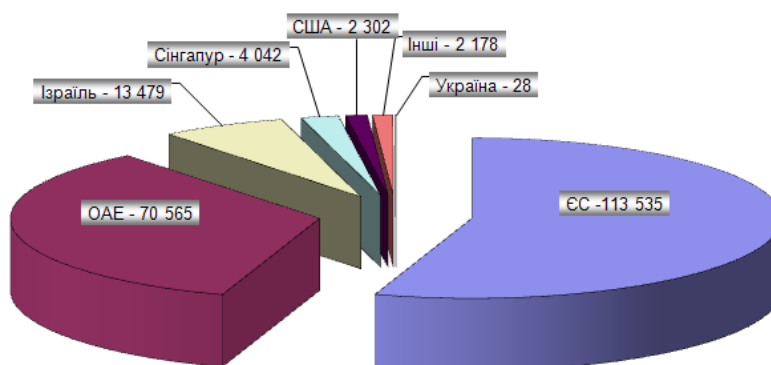


Рисунок 4. Обсяги експорту алмазів невидобувних країн, тис. ст, 2016 р.



На другому місці Об'єднані Арабські Емірати, де обсяги відповідних операцій приблизно на третину менші ніж в Європейському Союзі. Але вартість вивезених алмазів дорожча за ввезені в середньому на 54 %.

ні Туреччини, Панами та Мексики. Серед країн-учасниць КП менше за Україну імпортують лише Індонезія, Казахстан, Нова Зеландія і Норвегія.

Імпорт алмазів в Україну здійснюється здебільшого за давальницькою схе-

Найбільшу кількість алмазів Україна імпортувала у 2004 році – 259 тис. ст на суму майже 61 млн USD. З 2004 по 2014 рік обсяги імпорту щорічно падають: різко впали з 2004 по 2008 роки (майже у чотири рази до 64 тис. ст на суму 15,8 млн USD) і далі продовжили падіння до історичного мінімуму 2,5 тис. ст на суму 0,6 млн USD у 2014 році (рис. 6). У 2015 році почалось деяке зростання: 2015 рік – 19 тис. ст на суму 4,3 млн USD, 2016 рік – 27 тис. ст на суму 8,7 млн USD, що близько до відповідних даних за 2010–2013 роки.

«Провал» у показниках 2014 року зумовлений цілою низкою факторів – агресія Російської Федерації та загальне падіння економіки України, повна одностороння відмова РФ від поставок алмазів до України, тимчасове виведення з ринку одного з найпотужніших алмазопереробних підприємств України – заводу «Ізумруд», що пов'язане з процедурою його приватизації, різке падіння обсягу імпорту алмазів ще одного з найпотужніших алмазопереробних підприємств України – заводу «Кристал». Сьогодні є надія, що почалося відновлення обсягів імпорту і переробки алмазів в Україні.

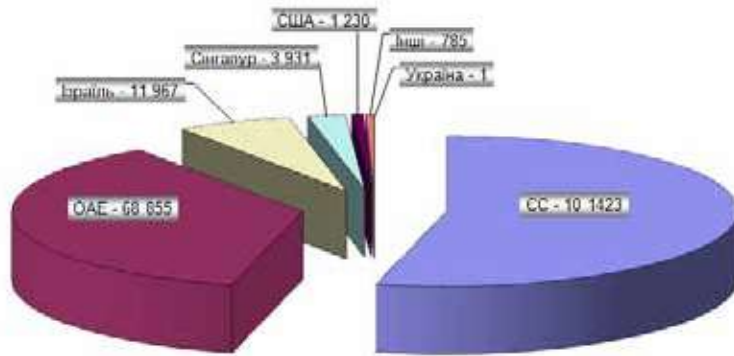


Рисунок 5. Обсяги експорту алмазів невидобувних країн, тис. ст, 2016 р.

Також у числі лідерів з обсягами імпорту та експорту (більше мільйона ст на рік) Ізраїль, Сінгапур, США і Швейцарія (рис. 4, 5).

Україна знаходиться у п'ятірці «антилідерів». Обсяги імпорту алмазів на рів-

ню. Експорту майже немає. Зрідка вивозяться залишки давальницьких алмазів, які не оброблялись або представлені відходами виробництва.

У 2016 році Україна імпортувала 28 тис. ст алмазів на суму 8,7 млн USD.

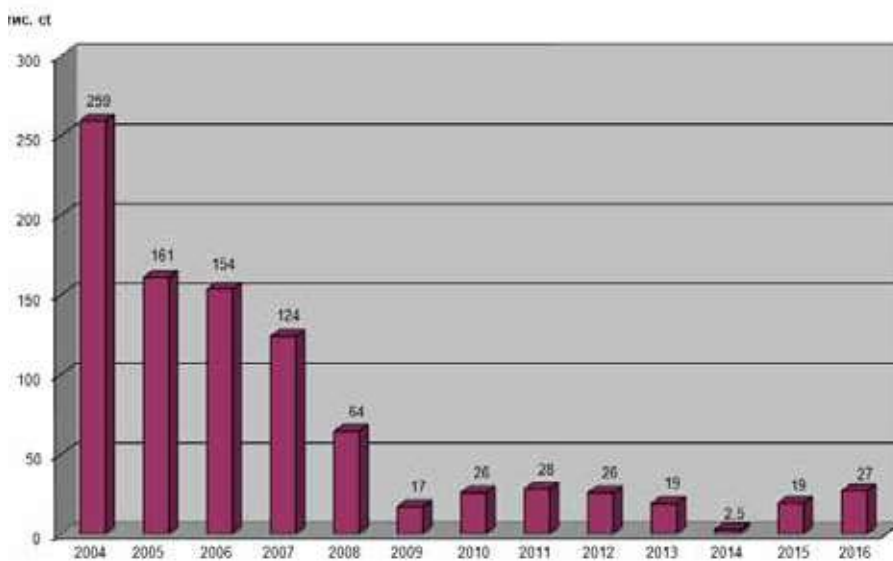


Рисунок 6. Обсяги імпорту алмазів в Україну, тис. ст, 2004–2016 рр.

*Використані матеріали*

1. Харьков А.Д., Зинчук Н.Н., Зуев В.М. История алмаза. – М.: Недра, 1997. – 601 с.
2. [http://repository.un.org/bitstream/handle/11176/169656/A\\_57\\_489-RU.pdf?sequence=5&isAllowed=yRU.pdf?sequence=5&isAllowed=y](http://repository.un.org/bitstream/handle/11176/169656/A_57_489-RU.pdf?sequence=5&isAllowed=yRU.pdf?sequence=5&isAllowed=y)
3. Kimberley Process Rough Diamond Statistics. URL: <https://kimberleyprocessstatistics.org>

УДК 549.211

В.І. Татарінцев, кандидат геолого-мінералогічних наук

Л.І. Вишневська

І.О. Ємельянов

ДГЦУ

## Розробка методичного забезпечення оцінки алмазної сировини та ведення бази даних про алмази для комерційних і митних цілей

*В статті кратко рассматривается вопрос создания нормативных документов Государственного геммологического центра Украины, касающихся геммологической оценки алмазного сырья.*

*The article briefly covers the issue of the SGCU regulatory documents concerning rough diamond grading.*

Методологія оцінки алмазної сировини є одним із ключових завдань світової торгівлі алмазами, що стоїть на порядку денному спеціального міжнародного органу – Кімберлійського процесу (далі – КП), який створено з метою протидії проникненню на світовий ринок так званих «конфліктних», або «кривавих», нелегально добутих алмазів, що використовуються на фінансування регіональних конфліктів і міжнародних терористичних угруповань, органу, членом якого є Україна з 2003 року, а Державний геммологічний центр України (далі – ДГЦУ) виконує функції уповноваженого представника України в КП.

Ключові «гравці» алмазного ринку, які видобувають, сортують та продають на світовому ринку алмазну сировину (далі – АС), такі як Де Бірс, АЛРОСА тощо, мають певну торговельну класифікацію АС, критерії її класифікування, сортування та оцінки, мають певні узгоджені зразки продукції, що характеризують усі необхідні класифікаційні по-

зиції АС, але тримають свої знання та набутий досвід під завісою конфіденційності як інформацію з обмеженим доступом.

Основне завдання цієї роботи (далі – НДР), виконання якої заплановано на 2016–2019 роки, – створення своєї власної незалежної системи оцінки АС, яка зможе, якщо не конкурувати з вищезазначеними «гравцями», то надати допомогу в питаннях геммологічної експертизи АС в ДГЦУ та здійсненні догляду за переміщенням алмазів через митний кордон України.

За два роки, що минули (2016–2017), отримано такі результати:

Розроблено методичні підходи до діагностики, класифікування і сортування АС на основі аналітичного огляду відповідних опублікованих матеріалів, існуючих нормативних документів різних країн світу та власних досліджень.

Розглянуто основні класифікаційні ознаки зразків алмазів, за якими відбувається сортування й оцінка АС, у такій послідовності: розмірність криста-

лів, форма, ступінь спотворення форми, характер поверхні граней, дефектність (якість), колір. Виконано попередній аналіз прогнозного виходу придатного з АС різних класифікаційних позицій.

Проаналізована проблема створення колекції зразків для зіставлення АС з метою її класифікування і сортування. У найбільш значних та відомих у світі промислових центрах сортування алмазів існують узгоджені «еталонні» зразки алмазів, з якими зіставляють досліджувані кристали АС. Враховуючи те, що ДГЦУ не має можливості придбати такі зразки, виконавці НДР вирішили підібрати і застосовувати замість реальних кристалів АС віртуальні моделі, за якими можна буде порівнювати досліджувані камені. Ці моделі створюються у вигляді відповідної фототеки зображень кристалів, що характеризують певні класифікаційні позиції АС, насамперед за формою.

Виконано аналітичний огляд статистичних даних з міжнародної торгівлі

алмазами за 2004–2016 роки за всіма країнами-учасницям КП (81 країна) та показано місце України у світовому обсягу експортно-імпортних операцій з алмазною сировиною. Цьому питанню присвячена окрема публікація.

У подальшому в результаті виконання НДР планується створити методичні інструкції ДГЦУ з:

- класифікації алмазів природних необроблених (у сировині);
- класифікації алмазів синтетичних необроблених (у сировині);

- сортування алмазів природних необроблених (у сировині);
- сортування алмазів синтетичних необроблених (у сировині).

*Використана література*

1. Алмазное сырье. Учебно-справочное пособие / Викторов М.А., Хапкина Т.П., Шелементьев Ю.Б., Яковлева О.С. – Геммологический Центр МГУ, 2012. – 304 с.
2. "Алмазы природные необработанные. Классификация. Основные признаки". ГОСТ Р 51519.1-99.
3. "Алмазы природные необработанные. Сортировка алмазов. Основные положения". ГОСТ Р 51519.2-99.
4. Бартошинский З.В., Квасница В.Н. Кристалломорфология алмаза из кимберлитов. – Киев: Наукова думка. – 1991. – 172 с.
5. Бочаров А.М. Классификация алмазного сырья по системе СИТУ. – М, 1991. – 40 с.
6. Дронова Н.Д., Кузьмина И.Е. Характеристика и оценка алмазного сырья. – М., МГГУ – 2004. – 75 с.
7. Каменский Ю. Т. Исследование взаимосвязей между технико-экономическими характеристиками алмазов и бриллиантов. – Дис. канд. экон. наук. Академия наук СССР Центральный экономико-математический институт (М.). - М., 1991. - 190 с.
8. Классификатор "Алмазы природные" К 47-01-92.
9. Солодова Ю.П., Николаев М.В., Курбатов К.К. Геммология алмаза. – М., Изд-во Агат. – 2008. – 416 с.
10. Сырье алмазное. Технические условия. ТУ 47–2–73.
11. Шелементьев Ю.Б., Окоёмов Ю.К., Хапкина Т.П. и др. Алмазное сырье: учебно-справочное пособие. – М., Академиздатцентр "Наука". – 2007. – 273 с.
12. Peters Nizam Rough Diamonds, A Practical Guide. – American Institute of Diamond Cutting, Inc. USA, Florida 1998 – 172 p.
13. Kenneth Glasser, DRE. The Diamond Math. – American Institute of Diamond Cutting, Inc. USA, Florida – 360 p.
14. <http://www.diamondschool.com>
15. <http://www.hrdantwerp.com/en/education>
16. <http://www.igiworldwide.com/education.html>
17. <http://www.gem-center.ru/rough.htm>
18. [http://www.igiworldwide.com/rough\\_diamond\\_course.html](http://www.igiworldwide.com/rough_diamond_course.html)
19. <http://www.hrdantwerp.com/en/education/hrd-antwerp-courses/rough-diamond-courses>
20. <https://www.kimberleyprocess.com>
21. <https://www.kimberleyprocess.com/en/kpcs-core-document>
22. <https://www.kimberleyprocess.com/en/participants>
23. <https://www.kimberleyprocess.com/en/press-release-valuation-forum-antwerp>

УДК 679.8

В.В. Пегловский, кандидат технических наук

ИВЦ «АЛКОН» НАН Украины

## Защита основных технологических и органолептических показателей качества изделий из природных декоративных и полудрагоценных камней

*Розглянуто деякі питання правового захисту технологічних прийомів виготовлення виробів із природного каміння, а також особливостей їх геометричної форми.*

*They are considered some questions of legal protection technological receiving the fabrication, product from natural stone, as well as particularities their geometric forms.*

Ранее, в работах [1, 2], косвенно отмечалась необходимость правовым способом защитить либо технологические приемы изготовления изделий из камня, либо особенности геометрической формы этих изделий.

Данная статья посвящена вопросам правовой защиты технологических приемов изготовления декоративно-художественных и производственно-технических изделий из природных декоративных и полудрагоценных камней, а также особенностей их геометрических форм.

В названии технических условий изготовления камнерезных изделий подчеркивается, что речь идет об изделиях со сложной пространственно-развитой формой поверхности, разработка которых проводится с использованием

современных (трехмерных) способов проектирования таких изделий, например Autodesk Inventor [3–5].

Эти способы дают возможность оценить соотношение геометрических размеров деталей, пропорциональность и соразмерность отдельных частей и всего изделия в целом, а также цветовые решения изделия и его составных частей еще на стадии проектирования. Это важно в случаях, когда высока стоимость используемого материала или значительна трудоемкость изготовления изделий.

При изготовлении этих изделий используются, например, специальные технологические приемы [6, 7], дающие возможность получать пространственно-развитые поверхности с применением известного техноло-

гического оборудования и использованием алмазно-абразивного инструмента за счет сочетания поступательного и вращательного относительного движения заготовки и инструмента, а также геометрической формы инструмента. В таблице 1 приведены примеры формообразования некоторых сложных поверхностей, применяемое оборудование, используемые инструмент и специальная оснастка.

В таблице 1 представлены часы (1.1 и 1.2), все детали которых изготовлены из разных видов нефрита, и вазы (2.1 и 2.2) из родонита и нефрита, изготовленные с применением токарных и фрезерных станков соответственно, а также специальной оснастки и инструмента.



Таблица 1. Примеры формообразования некоторых сложных поверхностей


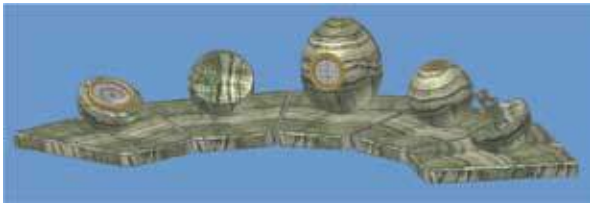







Внешний вид поверхности, наименование операции	Основное применяемое оборудование, используемый инструмент, оснастка, нормативные документы, квалификация исполнителя
<p>1. Формообразование сложных поверхностей деталей на токарном станке</p> 	<p>Токарно-винторезный станок 1К62М.          Патрон трехкулачковый Ø 250 7100-0011 ДСТУ ГОСТ 2675.          Приспособление специальное для обработки камня 10.6645.0.0.0.          Шлифовальная головка 10.1124.0.0.00. Приспособление специальное копирувальное.          Устройство для подачи смазывающе-охлаждающей технологической среды (СОТС).          Кольца зажимные разных размеров.          Круги с двусторонним коническим профилем 1ЕЕ1 (14ЕЕ1) 125-150×30°×5×32 АС65-АС80 315/250-200/160 М2-01 (М6-14) 50-100 ГОСТ 16179.          Головки алмазные цилиндрические АГЦ Ø12-20 АС32-АС50 315/250-200/160 М2-01 50-100.          Круги прямого профиля 1А1 150-350×10-25 ×3-5×32-75 АС32-АС80 315/250-200/160 М2-01 50-100 ГОСТ 16167 (ИСО6168).          Токарь по камню, 5 разряд</p>
<p>2. Формообразование сложных поверхностей деталей на фрезерном станке</p> 	<p>Фрезерный станок 675.          Оправка специальная.          Устройство для подачи смазывающе-охлаждающей технологической среды (СОТС) 10.3757.0.0.00.          Плита магнитная 7208-0009.          Тиски лекальные ОТ 412.0.0.00.          Стол поворотный 12.824.0.0.00.          Круги с двусторонним коническим профилем 1ЕЕ1 (14ЕЕ1) 125-150×30°×5×32 АС65-АС80 315/250-200/160 М2-01 (М6-14) 50-100 ГОСТ 16179.          Круги прямого профиля 1А1 150-350×10-25 ×3-5×32-75 АС32-АС80 315/250-200/160 М2-01 50-100 ГОСТ 16167 (ИСО6168).          Круги полукруглого профиля 1FF1 150-350×10-32×3-5×32 АС32-АС50 315/250-250/200 М2-01 50-100 ГОСТ 16180.          Алмазные ролики различных специальных профилей АС32-АС80 315/250-200/160 М2-01 (М6-14) 50-100          Очки защитные тип О ГОСТ 12.4.013. Халат ГОСТ 12.4.131.          Шлифовщик-полировщик, 4 разряд</p>

Если технологические приемы изготовления изделий [6, 7] не всегда могут быть представлены визуально, то вне-

шний вид некоторых других изделий из камня может быть представлен. В таблице 2 показан внешний вид

некоторых изделий из камня: 1.1–1.3 – наборы письменные; 2.4–2.5 – часы; 3.1 – подсвечник [8–16].

Таблиця 2. Примеры некоторых изделий из камня, имеющих правовую защиту

Внешний вид изделия	Наименование, правозащитный документ
 <p style="text-align: right;">1.1.</p>	<p>1.1. Патент 12743 Украина, МКПО 10 – 01. Набор письменный</p>
 <p style="text-align: right;">1.2.</p>	<p>1.2. Патент 15656 Украина, МКПО 10 – 01. Набор письменный</p>
 <p style="text-align: right;">1.3.</p>	<p>1.3. Патент 16753 Украина, МКПО 10 – 01. Набор письменный</p>
 <p style="text-align: right;">2.1.</p>	 <p style="text-align: right;">2.2.</p> <p>2.1. Патент 13052 Украина, МКПО 10 – 01. Часы</p> <p>2.2. Патент 13222 Украина, МКПО 10 – 01. Часы</p>
 <p style="text-align: right;">2.3.</p>	 <p style="text-align: right;">2.4.</p> <p>2.3. Патент 13676 Украина, МКПО 10 – 01. Часы</p> <p>2.4. Патент 15276 Украина, МКПО 10 – 01. Часы</p>
 <p style="text-align: right;">2.5.</p>	 <p style="text-align: right;">2.6.</p> <p>2.5. Патент 15363 Украина, МКПО 10 – 01. Часы</p> <p>3.1. Патент 16754 Украина, МКПО 10 – 01. Подсвечник</p>

**Выводы.** Результаты, опубликованные в более ранних работах, а также в настоящей статье, позволяют сделать вывод, что особенности технологии изготовления изделий из камня, а также конкретные формы выполнения таких изделий должны иметь правовую защиту в виде: государственных стандартов, технических условий, техпроцесса их изготовления, патентов, публикаций в периодической литературе, сведений во всемирных информационных сетях и т. д., что прямо или косвенно может дать возможность установить приоритет новизны того или иного процесса или изделия.

#### *Используемая литература*

1. Изделия камнерезные. ТУУ 26.7–23504418–001:2007. – Введ. 01.05.2007 г.
2. Технологический процесс изготовления изделий из природного камня. Введ. 01.03.2010 г.
3. Рон К.С. Чен. Autodesk Inventor. – Москва.: Лори, 2002. – 568 с.
4. Сидорко В.І., Пегловський В.В., Ляхов В.Н., Поталико О.М. Сучасні методи проектування виробів з природного каменю. Частина 1. // Коштовне та декоративне каміння. – 2008. – № 4 (54). – С. 12-17.
5. Сидорко В.І., Пегловський В.В., Ляхов В.Н., Поталико О.М. Сучасні методи проектування виробів з природного каменю. Частина 2. // Коштовне та декоративне каміння. – 2009. – № 1 (55). – С. 10-15.
6. Пат. 87020 С2 Україна, МПК (2009). В28D 1/00, Спосіб обробки поверхонь обертання із каменю / В.І. Сидорко, В.В. Пегловський, В.Н. Ляхов, О.М. Поталико. – Заявл. 26.07.2007; Опубл. 10.06.09, Бюл. № 11.
7. Пат. 28151 Україна, МПК (2006). В28D 1/00, В23В 1/00, Спосіб обробки поверхонь обертання / В.І. Сидорко, В.В. Пегловський, В.Н. Ляхов, О.М. Поталико. – Заявл. 26.07.2007; Опубл. 26.11.07, Бюл. № 19.
8. Пат. 12743 Україна, МКПО 10 – 01. Набор письменный «Парус»/ В.И. Сидорко, В.Н. Ляхов, В.В. Пегловский, Е.М. Поталько. – Заявл. 28.09.05; Опубл. 15.09.06, Бюл. № 9.
9. Пат. 15656 Украина, МКПО 10 – 01. Набор письменный «Сектор» / В.И. Сидорко, В.Н. Ляхов, В.В. Пегловский, Е.М. Поталько. – Заявл. 25.06.07; Опубл. 10.01.08, Бюл. № 1.
10. Пат. 16753 Україна, МКПО 10 – 01. Набір письмовий / В.І. Сидорко, В.В. Пегловський, В.Н. Ляхов, О.М. Поталико. – Заявл. 13.09.07; Опубл. 10.06.08, Бюл. № 11.
11. Пат. 13052 Украина, МКПО 10 – 01. Часы / В.И. Сидорко, В.Н. Ляхов, В.В. Пегловский, Е.М. Поталько. – Заявл. 27.10.05; Опубл. 15.11.06, Бюл. № 11.
12. Пат. 13222 Украина, МКПО 10 – 01. Часы / В.И. Сидорко, В.Н. Ляхов, В.В. Пегловский, Е.М. Поталько. – Заявл. 28.09.05; Опубл. 15.12.06, Бюл. № 12.
13. Пат. 13676 Украина, МКПО 10 – 01. Часы / В.И. Сидорко, В.Н. Ляхов, В.В. Пегловский, Е.М. Поталько. – Заявл. 27.10.05; Опубл. 15.03.07, Бюл. № 3.
14. Пат. 15276 Украина, МКПО 10 – 01. Часы / В.И. Сидорко, В.Н. Ляхов, В.В. Пегловский, Е.М. Поталько. – Заявл. 01.02.07; Опубл. 12.11.07, Бюл. № 18.
15. Пат. 15363 Украина, МКПО 10 – 01. Часы / В.И. Сидорко, В.Н. Ляхов, В.В. Пегловский, Е.М. Поталько. – Заявл. 01.02.07; Опубл. 26.11.07, Бюл. № 19.
16. Пат. 16754 Україна, МКПО 10 – 01. Підсвічник / В.І. Сидорко, В.В. Пегловський, В.Н. Ляхов, О.М. Поталико. – Заявл. 13.09.07; Опубл. 10.06.08, Бюл. № 11.



25 / 10 27 / 10 / 2017 Японія, Йокогама	<b>IJT 2017 Autumn - Jewellery Tokyo</b> <i>Міжнародна ювелірна виставка</i>
27 / 10 30 / 10 / 2017 Сінгапур, Сінгапур	<b>Singapore Jewellery &amp; Gem Fair 2017</b> <i>Міжнародна виставка ювелірних виробів і дорогоцінного каміння</i>
03 / 11 06 / 11 / 2017 Тайвань, Тайбей	<b>Jewellery &amp; Gem Fair 2017</b> <i>Міжнародна виставка ювелірних виробів і дорогоцінного каміння</i>
08 / 11 12 / 11 / 2017 В'єтнам, Ханой	<b>IJV 2017 - Jewelry &amp; Watch Vietnam</b> <i>Міжнародна виставка ювелірних виробів і годинників</i>
15 / 11 18 / 11 / 2017 ОАЕ, Дубай	<b>Dubai Jewellery Week 2017</b> <i>Міжнародний ювелірний тиждень в ОАЕ</i>
16 / 11 19 / 11 / 2017 Україна, Київ	<b>Ювелір Експо Україна 2017</b> <i>Міжнародна виставка ювелірних виробів, банківських металів, годинників, обладнання і інструментів</i>
17 / 11 20 / 11 / 2017 Китай, Шанхай	<b>China International Gold, Jewellery &amp; Gem Fair - Shanghai</b> <i>Міжнародна виставка золота, ювелірних прикрас і дорогоцінного каміння</i>
17 / 11 21 / 11 / 2017 Китай, Чанша	<b>Mango International Gem Show 2017</b> <i>Найбільше міжнародна шоу дорогоцінного каміння, мінералів і геології</i>
21 / 11 25 / 11 / 2017 Бахрейн, Манама	<b>JEWELLERY ARABIA 2017</b> <i>Міжнародна близькосхідна виставка коштовностей, ювелірних виробів і годинників</i>
22 / 11 26 / 11 / 2017 Іран, острів Кіш	<b>KishGoldEx 2017</b> <i>Міжнародна виставка ювелірних виробів, золота, срібла, годинників, дорогоцінного і напівдорогоцінного каміння</i>
30 / 11 03 / 12 / 2017 Гонконг, Гонконг	<b>Hong Kong International Jewelry Manufacturers' Show 2017</b> <i>Гонконгська міжнародна виставка виробників ювелірних виробників</i>
07 / 12 10 / 12 / 2017 Україна, Одеса	<b>Ювелірний салон 2017</b> <i>Міжнародна спеціалізована виставка-ярмарок ювелірних виробів, прикрас і коштовних подарунків</i>
22 / 12 25 / 12 / 2017 Індія, Джайпур	<b>Jaipur Jewellery Show 2017</b> <i>Міжнародна ювелірна виставка</i>
19 / 01 22 / 01 / 2018 Франція, Париж	<b>BIJORHCA PARIS 2018</b> <i>Міжнародна виставка ювелірних виробів, годинників, ювелірної промисловості та витратних матеріалів</i>
19 / 01 24 / 01 / 2018 Італія, Віченца	<b>VicenzaOro 2018</b> <i>Міжнародна виставка ювелірних виробів промислового виробництва і ручної роботи, нових тенденцій у ювелірній моді, а також машин і технологій для ювелірної індустрії</i>
24 / 01 27 / 01 / 2018 Японія, Токіо	<b>IJT 2018</b> <i>Міжнародна ювелірна виставка</i>



23 / 10 26 / 10 / 2017 Саудівська Аравія, Ер-Ріяд	<b>Saudi Stone-Tech 2017</b> <i>Міжнародна виставка природного каміння і технологій його обробки</i>
25 / 10 28 / 10 / 2017 Туреччина, Бурса	<b>BURSA MARBLE BLOCK FAIR 2017</b> <i>Міжнародна виставка природного каміння і технологій його обробки</i>
25 / 10 29 / 10 / 2017 Туреччина, Стамбул	<b>Istanbul Mermer 2017</b> <i>Міжнародна виставка мармуру, виробів з природного каміння і технологій</i>
26 / 10 29 / 10 / 2017 Індонезія, Сурабая	<b>MegaBuild Indonesia 2017 Surabaya</b> <i>Міжнародна виставка та конференція з питань архітектури, будівництва та інтер'єрного дизайну</i>
04 / 11 07 / 11 / 2017 Іран, Тегеран	<b>IranConMin 2017</b> <i>13-а Міжнародна виставка машин, обладнання, технологій та матеріалів для будівельної, камнеобробної, гірничої і вугільної галузей</i>
06 / 11 10 / 11 / 2017 Франція, Париж	<b>BATIMAT 2017</b> <i>31-я Міжнародна виставка будівельної промисловості</i>
13 / 11 16 / 11 / 2017 Іспанія, Мадрид	<b>Piedra 2017</b> <i>Міжнародна виставка будівництва, архітектури і природного каміння</i>
15 / 11 17 / 11 / 2017 Японія, Токіо	<b>Japan Home &amp; Building Show</b> <i>Міжнародна виставка будівельних матеріалів і природного каміння</i>
15 / 11 18 / 11 / 2017 Туреччина, Анталія	<b>Yapex Building &amp; Construction Exhibition 2017</b> <i>Міжнародна виставка будівництва і будівельних матеріалів</i>
22 / 11 25 / 11 / 2017 Польща, Познань	<b>Stone Industry Fair 2017</b> <i>Міжнародна виставка природного каміння і кам'яної індустрії</i>
26 / 11 29 / 11 / 2017 ОАЕ, Дубай	<b>The Big 5 Show</b> <i>Міжнародна широкопрофільна виставка будівництва</i>
18 / 12 20 / 12 / 2017 Пакистан, Карачі	<b>Stonefair Asia 2017</b> <i>Міжнародна виставка природного каменю, технологій його обробки, виробів, обладнання для видобутку і обробки</i>
16 / 01 20 / 01 / 2018 Швейцарія, Базель	<b>Swissbau 2018</b> <i>Найбільша виставка будівництва в Швейцарії</i>
30 / 01 02 / 02 / 2018 Польща, Познань	<b>BUDMA 2018</b> <i>Міжнародна виставка будівництва і архітектури</i>
07 / 02 10 / 02 / 2018 Індія, Бангалор	<b>STONA 2018</b> <i>Міжнародна виставка природного каміння, виробів з нього та найсучасніші технології кам'яної промисловості</i>
27 / 02 03 / 03 / 2018 Туреччина, Стамбул	<b>Natural Stone 2018</b> <i>Міжнародна виставка мармуру, виробів з природного каміння і технологій</i>