

КОШТОВНЕ ТА ДЕКОРАТИВНЕ КАМІННЯ

www.gems.org.ua

№ 4 (78) грудень 2014

У номері:

**Комплексні гемологічні дослідження
рубінів та сапфірів синіх >> 4**

**Маркетингові дослідження ринку
напівдорогоцінного каміння
України >> 12**

**Визначення стану збереженості
пам'яток з декоративного
каміння України >> 29**



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.)
Баранов П. М. (д.г.н.)
Белєвцев Р.Я. (д.г.-м.н.)
Євтехов В.Д. (д.г.-м.н.)
Михайлов В.А. (д.г.-м.н.)
Павлишин В.І. (д.г.-м.н.)
Платонов О.М. (д.г.-м.н.)
Тарашан А.М. (д.г.-м.н.)
Лисенко О.Ю. (к.т.н.)
Белєвцев О.Р. (к.г.н.)
Татарінцев В.І. (к.г.-м.н.)

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 25.12.2014
за рекомендацією
Науково-технічної ради ДГЦУ

Формат 60×84/8. Ум. друк. арк. 5,58.
Тираж 35 пр.
Папір офсетний, друк цифровий.
Ціна 30 грн 00 коп.

На першій сторінці обкладинки:
яшми, Рівненська обл.
Фото В. Поліновського.

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

© Коштовне та декоративне каміння, 2014

ЗМІСТ

№ 4 (78)
грудень 2014

ВІД РЕДАКЦІЇ3

ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКИ

Белєвцев О., Грущинська О., Ємельянов І., Андрєєв О., Морозенко В. Комплексні дослідження облагороджених рубінів та сапфірів синіх у науково-дослідній лабораторії Державного гемологічного центру України.....4

Беліченко О., Ладжун Ю. Економічна оцінка дорогоцінного каміння у сировині.....9

Нестеровський В., Дрозд Т. Маркетингові дослідження ринку напівдорогоцінного каміння України.....12

Сурова В., Гелета О., Горобчишин О. Яшми, гранодіорит гранатовмісний, базальт мигдалекам'яний, траси, роговики як виробне каміння Криму.....15

Пегловский В. Исследование влияния содержания оксида алюминия в химическом составе природных камней на трудоемкость и энергоемкость их обработки, а также прочие физико-механические свойства.....19

Гелета О., Сурова В., Нестеровський В., Андрєєва О. Щодо питання запровадження старательського видобування природного каміння, придатного для ландшафтно-будівельних робіт.....23

Гелета О., Сергієнко І., Горобчишин О., Зуєвська Н., Загнітко В., Кічняєв А., Ляшок В., Ткаленко А., Шунько В. Вплив процесів вивітрювання на збереженість архітектурних пам'яток з природного каміння у східній та південній частинах України.....25

Белєвцев О., Гелета О., Грущинська О., Ємельянов І., Сергієнко І., Трохімець С. Визначення стану збереженості пам'яток з декоративного каміння України за допомогою ультразвукового зондування.....29

КАМІНЬ В ІСТОРІЇ

Касьяненко К. Петрографія виробного та будівельного каміння стародавнього міста-держави Ольвії.....32

ІНФОРМАЦІЯ

.....40

PRECIOUS AND DECORATIVE

STONES

SCIENTIFIC PRACTICAL JOURNAL

Issued quarterly
Founded in September 1995

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.)
Baranov P. (dr.)
Belevtsev R. (dr.)
Evtchov V. (dr.)
Myhailov V. (dr.)
Pavlishin V. (dr.)
Platonov O. (dr.)
Taraschan A. (dr.)
Lysenko O. (p.h.d.)
Belevtsev 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 25.12.2014
by recommendation of the
Scientific-Technical Board SGCU.

Format 60×84/8. Conditional quires 5,58.
Circulation 35 ps.
Offset paper, digital.
Price 30.00 грн.

The cover:
Jaspers, Rivne region.
Photo by V. Polin-ovskogo.

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.

№ 4 (78)

december 2014

CONTENTS

FROM THE EDITORS.....	3
RESEARCH AND DEVELOPMENT	
<i>Gruschinska O., Belevtsev O., Emelyanov I., Andreyev O., Morozenko V.</i> Integrated study of treated rubies and blue sapphires in Scientific Research Laboratory of State Gemmological Centre of Ukraine.....	4
<i>Belichenko O., Ladgun Yu.</i> Economic evaluation of gem stones in raw materials.....	9
<i>Nesterovskiy V., Drozd T.</i> Marketing researches on market of gem stones of Ukraine.....	12
<i>Surova V., Geleta O., Gorobchyshyn O.</i> Jaspers, granodiorites with garnet, basalt amygdaloid, trasses, hornblendes as precious stones of Crimea.....	15
<i>Peglovskiy V.</i> Research on the influence of aluminum oxide content in chemical composition of natural stones on labour and energy intensity for processing them, and other physical and mechanical properties.....	19
<i>Geleta O., Surova V., Nesterovskiy V., Andreyeva O.</i> Research on the introduction of artisanal mining of natural stones applicable for landscape and artisan works.....	23
<i>Geleta O., Sergiienko I., Gorobchyshyn O., Zuyevska N., Zagnitko V., Kichniaev A., Liashok V., Tkalenko A., Shunko V.</i> The impact of weathering processes on integrity of architectural monuments from natural stones in the Eastern and Southern parts of Ukraine.....	25
<i>Belevtsev O., Geleta O., Gruschinska O., Emelyanov I., Sergiienko I., Trohimets S.</i> Defining the preservation of monuments of decorative stones Ukraine using ultrasonic sensing.....	29
STONES IN HISTORY.....	32
<i>Kasyanenko K.</i> Petrography of precious and natural stones of ancient Olbia city-state.....	32
INFORMATION.....	40

Шановні читачі!

Представляємо до вашої уваги грудневий номер журналу «Коштовне та декоративне каміння» і пропонуємо ознайомитися з новими публікаціями наших авторів.

Ми раді представити матеріали результатів комплексних гемологічних досліджень облагороджених рубінів та сапфірів синіх, які були виконані науковцями ДТЦУ. Корисною для фахівців буде робота щодо економічної оцінки дорогоцінного каміння у сировині (ДТЦУ), а також про маркетингові дослідження ринку напівдорогоцінного каміння України.

Наукова праця про вплив процесів вивітрювання на збереженість архітектурних пам'яток з природного каміння у східній та південній частинах України стане в пригоді архітекторам, інженерам, реставраторам, консультантам і менеджерам для використання під час складання проектів реставраційними і будівельними компаніями.

Крім того, хочемо ознайомити вас з доробком науковців Науково-технологічного алмазного концерну «Алкон» НАН України, в якій досліджено вплив вмісту оксиду алюмінію в хімічному складі природних каменів на відносну трудомісткість і енергоємність їх обробки, а також на деякі фізико-механічні властивості цих каменів.

Цікавою і пізнавальною для гемологів та істориків буде стаття, в якій розглянуто петрографію виробного і будівельного каміння стародавнього міста-держави Ольвії.

До того ж ви дізнаєтесь про гірські породи Криму, придатні для виготовлення різних ювелірно-виробних виробів, і їх гемологічні характеристики.

Всього вам найкращого і хай щастить!

*Редакція журналу
«Коштовне та декоративне каміння»*

Dear Readers!

As traditionally we would like to bring to your attention the December issue of the "Precious and Decorative Stones" magazine and propose to review the new publications of our authors.

We are glad to present the reports of SGCU scientists on integrated gemological study of treated rubies and blue sapphires. The economic evaluation of gem stones in raw materials (SGCU), and marketing researches on market of gem stones of Ukraine will be informative for the experts.

The scientific work on the impact of weathering processes on integrity of architectural monuments from natural stones in the Eastern and Southern parts of Ukraine will be useful for architects, engineers, restorers, consultants and managers for employment during drafting by restoration and construction companies.

In addition, we would like to present you the research works of scientists of Diamond Concern of Science and Technology "Alkon" of National Academy of Sciences of Ukraine about the influence of aluminum oxide content in chemical composition of natural stones on relative labour and energy intensity for processing them, and other physical and mechanical properties.

The article which is about the petrography of precious and natural stones of ancient Olbia city-state will be interesting and informative for gemologists and historians.

Furthermore, you will learn about the rock formations of Crimea applicable for producing of various jewelry, precious products, and their gemological characteristics.

All the best and good luck!

*Editorial staff of the
Precious and Decorative Stones magazine*



УДК 549.08

О.Р. БЕЛЄВЦЕВ, кандидат геологічних наук
 О.В. ГРУЩИНСЬКА, кандидат геологічних наук
 І.О. ЄМЕЛЬЯНОВ

ДГЦУ

О.О. АНДРЕЄВ, кандидат геологічних наук
 ІГМР ім. М.П. Семененка НАНУ

В.Р. МОРОЗЕНКО, кандидат геологічних наук
 КНУ ім. Т. Шевченка

Комплексні дослідження облагороджених рубінів та сапфірів синіх у науково-дослідній лабораторії Державного гемологічного центру України

В лабораторії Государственного геммологического центра Украины были изучены образцы облагороженных рубинов и сапфиров синих. Изучение камней проводилось с применением традиционного и научного геммологического оборудования. В ходе исследований установлено, что все камни были облагорожены методом термической обработки с заполнением трещин стеклом с высоким содержанием свинца.

In laboratory of the State gemological centre of Ukraine were studied treated rubies and blue sapphires. The inserts study was conducted with the use of traditional and scientific gemological equipment. During the study it was found that all the stones have been treated by heat treatment with glass filling of high lead content.

На ювелірному ринку дуже поширені дорогоцінні камені першого порядку (рубіни і сапфіри сині), якісні характеристики яких покращені за допомогою тих чи інших методів облагородження.

Звичайному споживачу неможливо відрізнити облагороджений камінь від необлагородженого, хоча цей факт досить суттєво впливає на ринкову вартість каменя. Проблема діагностики наявності облагородження та встановлення методу обробки постає зараз перед усіма гемологічними лабораторіями світу.

У науково-дослідній лабораторії Державного гемологічного центру України (далі – ДГЦУ) було проведено вивчення рубінів і сапфірів синіх, облаго-

роджених методом термічної обробки із заповненням тріщин склом з високим вмістом свинцю (свинцеве скло).

Вступ. Після алмазу найважливішими з комерційної точки зору дорогоцінними каменями є рубін і сапфір синій, які належать до мінералів групи корунду [1].

Сингонія цих мінералів тригональна. Блиск скляний. Твердість за шкалою Мооса – 9. Густина – 3,9–4,1 г/см³ [4].

У природі часто зустрічаються кристали корундів, утворені гранями найгострішої гексагональної піраміди та пінакоїда. Співвідношення розмірів граней варіює залежно від складу середовища мінералоутворення: чим менший вміст кремнію та більше лужних і лужноземельних металів, тим більш видовженими утворюються кристали [3].

Хімічно чистий корунд має білий колір. Завдяки наявності хрому (Cr) колір стає червоним, тоді камінь має назву «рубін». Якщо присутні домішки заліза (Fe) і титану (Ti), колір стає синім і камінь має назву «сапфір синій».

Переважає більшість природних каменів мають непривабливе забарвлення (занадто світле, занадто густе або з некрасивим відтінком) та/або містять різні включення, що сильно знижує їх ювелірну якість. Саме некондиційні сорти дорогоцінних каменів – слабко забарвлені, з невиразним малюнком тощо – поширені в природі значно більше. Для покращення властивостей таких мінералів вже з давніх часів розроблялись різні методи їх облагородження.

Одним з основних методів облагородження дорогоцінних каменів є термічна обробка – нагрів у спеціальних печах з наступним охолодженням. Вона дозволяє поліпшити природний колір або прозорість дорогоцінних каменів [9]. Цей вид обробки каміння застосовується дуже широко, оскільки він допомагає покращити колір, змінити відтінок або посилити прозорість дорогоцінних каменів.

Нині відомі три основні технології термічної обробки дорогоцінних каменів групи корундів [7, 8]:

- з заповненням каменю сторонньою речовиною (fracture filled);
- з заповненням каменю скломасою (led-glass filled);
- берилієвого нагрівання (beryllium heated).

У світовій та вітчизняній навчальній і спеціальній літературі здебільшого наводиться опис лише загальних принципів технологічних процесів облагородження дорогоцінних каменів без деталізації їх технологічних режимів, опису каталізаторів чи хімічних домішок, що сприяють наданню їм покращених ювелірних властивостей.

Останнім часом для облагородження низькоякісних рубінів та сапфірів синіх все частіше використовують термообробку із заповненням тріщин свинцевим склом, що плавиться за низьких температур (близько 700°C) [2].

Оксид свинцю є основним компонентом, який використовують для заповнення тріщин, що виходять на поверхню в деяких типах рубінів і сапфірів синіх. Склад заповнювача такий [7]: 45 вагових % PbO, 5 вагових % бури (borax) і 50 вагових % SiO₂. Бура (borax) має склад Na₂B₄O₇·xH₂O та використовується як основна добавка під час термообробки рубінів і сапфірів синіх. Бура (borax) являє собою кристалічну речовину без запаху з температурою плавлення 741°C.

У результаті термічної обробки рубінів і сапфірів синіх відбуваються певні зміни в їхньому забарвленні:

1. Рубін – посилюється червоний колір, зменшуються або зникають небажані відтінки: коричневий, фіолетовий, синій, пурпуровий.

2. Сапфір безбарвний, світло- або темно-синій перетворюється на сапфір синій.

Використання свинцевого скла для заповнення тріщин і пустот дозволяє



Рисунок 1. Загальний вигляд досліджуваних зразків

отримувати рубіни і сині сапфіри комерційної якості з низькоякісного тріщинуватого матеріалу.

Характеристика досліджуваних зразків. У науково-дослідній лабораторії ДГЦУ були вивчені зразки рубінів і сапфірів синіх у кількості 30 штук. Для узагальнення відібрано 13 зразків, серед яких 9 рубінів та 4 сапфіри сині (рис. 1).

Маса каменів від 0,24 до 5,72 ст; форма огранування – круг, квадрат, овал; показник заломлення (n) – 1,765–1,779; густина – 3,88–4,07 г/см³; колір каменів – пурпурний і темно-синій.

Гемологічні характеристики досліджуваних зразків наведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Гемологічні характеристики досліджуваних зразків

№ з/п	Назва каменя	К-ть, шт.	Геометричні розміри, мм	Форма огранування	Маса каменя, ст	Показник заломлення, n	Густина, г/см ³
1	Рубін	1	Ø4,00-4,15*2,39	круг	0,30	1,770-1,779	3,95
2	Рубін	1	Ø 3,69-4,00*2,00	круг	0,24	1,770-1,773	3,88
3	Рубін	1	Ø 3,83-4,03*2,59	круг	0,32	1,768-1,770	4,04
4	Рубін	1	6,93*4,71*3,15	овал	1,07	1,770-1,778	3,91
5	Рубін	1	6,82*4,84*2,72	овал	0,94	1,768-1,774	4,01
6	Рубін	1	7,12*5,26*3,39	овал	1,34	1,770-1,777	4,01
7	Рубін	1	6,10*6,13*3,88	квадрат	1,50	1,771-1,778	4,01
8	Рубін	1	6,14*6,22*3,79	квадрат	1,58	1,765-1,775	4,07
9	Рубін	1	6,08*6,07*4,39	квадрат	1,75	1,771-1,778	4,07
10	Сапфір синій	1	9,98*8,16*5,48	овал	3,85	1,766-1,770	4,02
11	Сапфір синій	1	11,14*9,33*6,12	овал	5,72	1,769-1,773	4,01
12	Сапфір синій	1	10,48*8,93*5,41	овал	4,81	1,769-1,778	4,01
13	Сапфір синій	1	9,57*8,44*4,18	овал	3,18	1,769-1,775	4,02

Методи досліджень. Під час вивчення зразків, крім традиційного гемологічного обладнання (лупа десятикратного збільшення, імерсійний мікроскоп, ваги з гідростатичною приставкою, рефрактометр, вимірювач лінійних розмірів, лампа ультрафіолетового світла та ін.), також застосовували і складне гемологічне обладнання.

Використовували такі прилади:

- Енергодисперсійний рентгенофлуоресцентний спектрометр «ElvaX». Цей вимірювальний прилад застосовують для експрес-аналізу елементного складу речовин, які знаходяться в різних агрегатних станах.
- Рентгенофлуоресцентний аналіз (далі – РФА) є сучасним методом вимірю-

вання і широко використовується для якісного, напівкількісного та кількісного визначення елементного складу речовин. Метод РФА заснований на вимірюванні енергії та інтенсивності спектральних ліній, емітованих при вторинній рентгенівській емісії [5].

- «DiamondView™» являє собою невеликий прилад (розміри 26×24×44 см, вага 13 кг), на якому досліджують ювелірні вставки масою від 0,05 до 10 ст. Його розробила компанія «De Beers» спеціально для вивчення структур росту діамантів при опроміненні ультрафіолетовими хвилями. В основу роботи приладу покладено опромінення зразка УФ-хвилями довжиною менш ніж 224 нм (короткі хвилі). Під час опромінення

спостерігається флуоресценція досліджуваного зразка, автоматично фіксується фосфоресценція, стають помітними видимі структури росту, які відображають умови кристалізації досліджуваного каменя.

Результати досліджень та їх обговорення. Під час дослідження каменів під лупою та в мікроскопі стають помітними перші ознаки облагородження. Площини тріщин містять газові пухирці, а склоподібний заповнювач дає «спалахи кольору» (флеш-ефект) від синюватих до жовтогарячих кольорів, завдяки різниці між показниками заломлення рубіну ($n=1,77-1,78$) та свинцевого скла ($n=1,75$) (рис. 2).

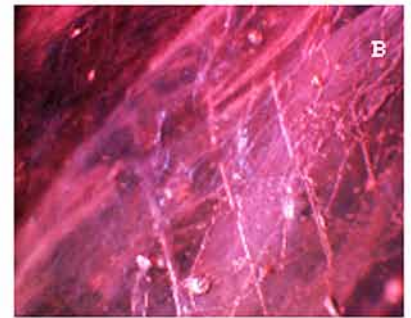
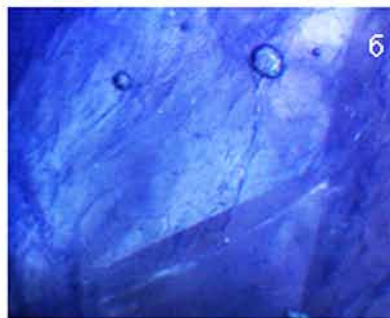
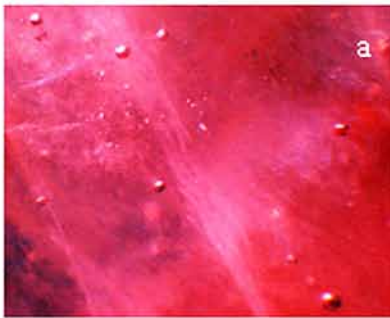


Рисунок 2. Газові пухирці у рубіні (а, в), сапфірі синьому (б) та «спалахи кольору» (флеш-ефект) у рубіні (в). Збільшення $\times 36$

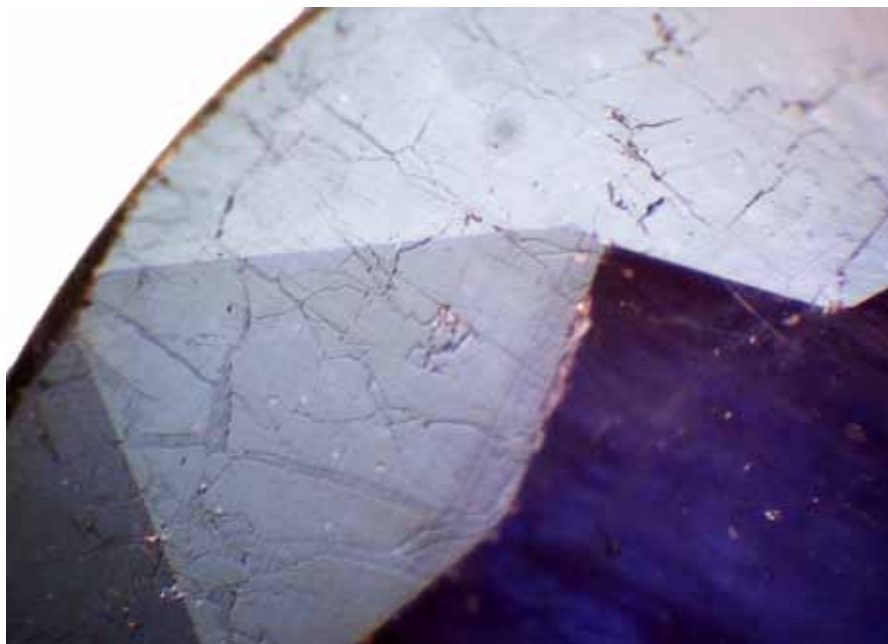


Рисунок 3. Система тріщин на поверхні сапфіру синього. Збільшення $\times 36$

Досліджувані камені тріщинуваті, тріщини виходять на поверхню та добре спостерігаються у відбитому світлі (рис. 3).

Під стандартною УФ-лампю сапфіри сині у довгохвильовому діапазоні (366 нм) проявляють дуже слабку люмінесценцію червоного кольору. Рубіни в цьому діапазоні проявляють сильну люмінесценцію червоного кольору. У короткохвильовому діапазоні (254 нм) у рубінів і сапфірів синіх люмінесценція не спостерігається.

Показник заломлення та густина завдяки присутності домішки свинцю у деяких каменях трохи збільшені.

Аналізуючи камені за допомогою приладу «DiamondView™», бу-

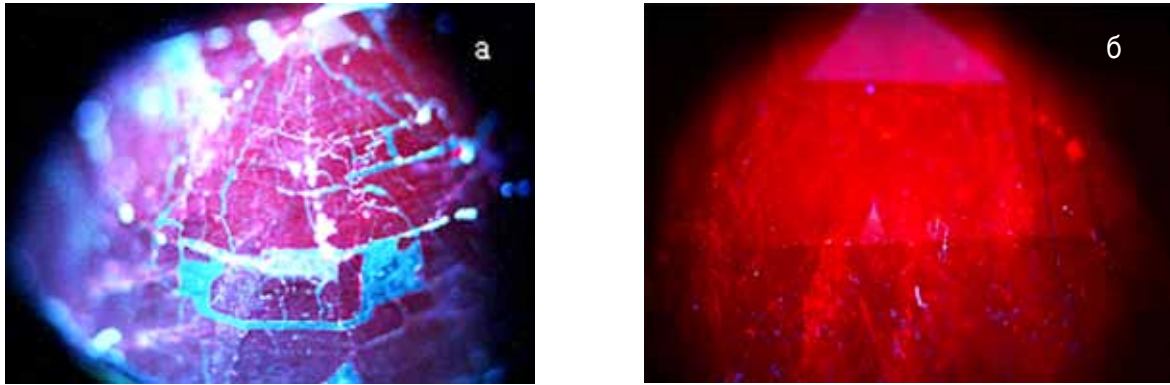


Рисунок 4. Сапфір синій (а) та рубін (б) під час опромінення УФ-світлом у приладі «DiamondView™»

ли отримані цікаві результати. Усі зразки під час опромінення потужною УФ-лампю (довжина хвилі менше 225 нм) проявляють люмінесценцію червоного кольору. У рубінах спостерігається значно більша інтенсивність люмінесценції (рис. 4 б), що пов'язано з наявністю атомів хрому. Добре помітно, що каміні тріщинуваті, причому речовина, яка

заповнює тріщини, та основна маса каменю мають різний колір або інтенсивність флюоресценції, що говорить про різний склад досліджуваного каменя і заповнювача тріщин (рис. 4).

На рентгенівських спектрах важких елементів у рубінах і сапфірах синіх чітко фіксується значний потрійний пік свинцю (Pb) (рис. 5, 6). Це достовірно

вказує на те, що камінь був оброблений методом термообробки із заповненням тріщин свинцевим склом. Причому слід зазначити, що свинець не зустрічається в природних необлагороджених мінералах групи корунду [6].

Фіксуються також елементи та домішки, характерні для природних рубінів і сапфірів синіх – Al, Cr, Fe, Ga.

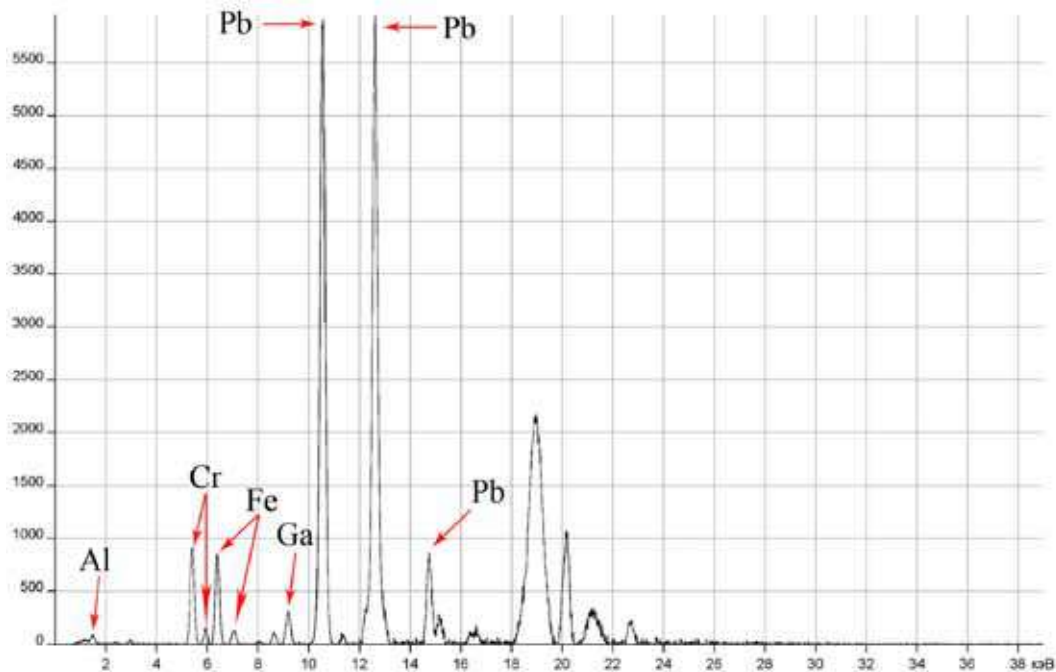


Рисунок 5. Рентгенівський спектр облагородженого рубіну

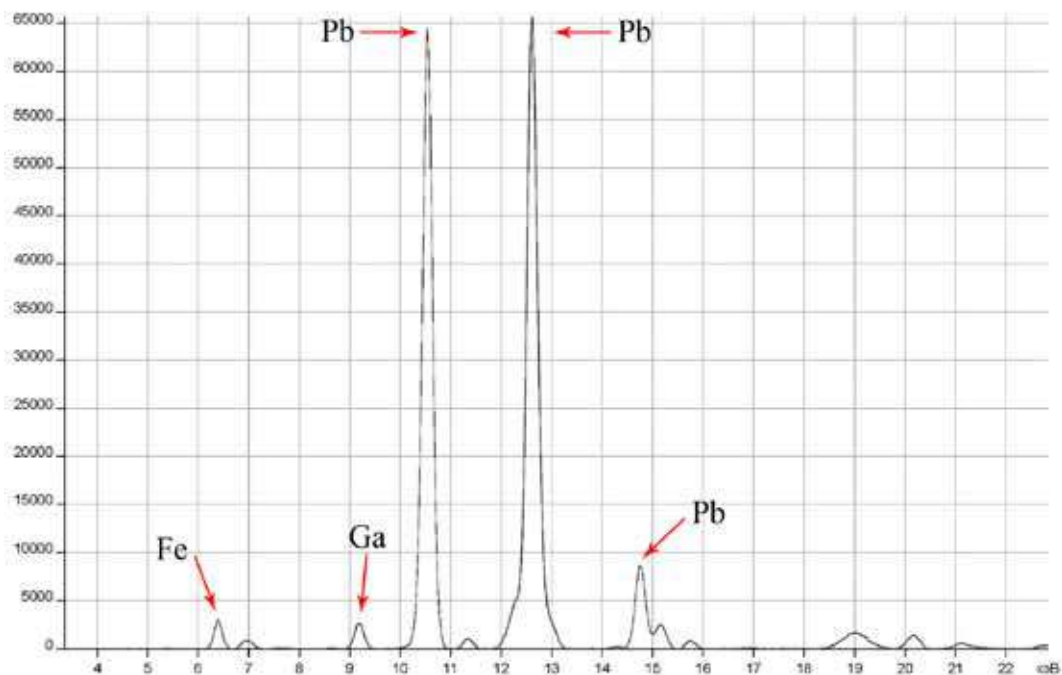


Рисунок 6. Рентгенівський спектр облагороженого сафіру синього

Висновки. Під час дослідження термооброблених рубінів і сафірів синіх за допомогою традиційного гемологічного обладнання стають помітні перші ознаки облагородження. Площини тріщин містять газові пухирці, а склоподібний заповнювач дає «спалахи кольору» (флеш-ефект) від синюватих до жовтогарячих кольорів.

На рентгенівських спектрах важких елементів, отриманих за допомогою спектрометра «ElvaX», у досліджуваних рубінах і сафірах синіх чітко фіксується значний потрійний пік свинцю. Це достовірно вказує на те, що камені були облагорожені методом термообробки із заповненням тріщин свинцевим склом.

Аналізуючи камені за допомогою приладу «DiamondView™», встановлено, що речовина, яка заповнює тріщини, та основна маса каменів мають різний колір або інтенсивність флюоресценції, що говорить про різний склад досліджуваних зразків і заповнювача тріщин.

Використана література

1. Андерсон Б. Определение драгоценных камней // Пер. с англ. – М.: Мир камня, 1996. – 456 с.
2. Беліченко О.П., Белевцев О.Р., Вишнеvsька Л.І., Гаєвський Ю.Д. Облагородження дорогоцінного каміння. Частина друга // Коштовне та декоративне каміння. – № 4 (66). – 2011. – С. 4–9.
3. Булах А.Г. Общая минералогия: Учебник. – 3-е изд. – СПб.: Из-во С.-Петерб. у-та, 2002. – 356 с.
4. Шуман В. Драгоценные и полудрагоценные камни / Пер. с нем. – М.: БММ АО, 2006. – 312 с.
5. Электронная документация ElvaX 2.7, редакция 135.
6. Pardieu Vincent. Lead Glass Filled/Repaired Rubies - Asian Institute of Gemological Sciences. 2005 – P.24. [Електронний ресурс]. Адреса: http://www.fieldgemology.org/Ruby_lead_glass_treatment.pdf
7. Themelis T. The heat treatment of ruby&sapphire. Second edition. A&T Publishers, 2010. – 384 p.
8. Themelis T. Flux-enhanced ruby&sapphire. USA, A&T Publishers, 2004. – 74 p.
9. Nassau K. Gemstone Enhancement. - London: Butterworth, 1984. – 221 p.

УДК 549.091

О.П. БЕЛІЧЕНКО, кандидат геологічних наук
Ю.І. ЛАДЖУН, кандидат геологічних наук

ДГЦУ

Економічна оцінка дорогоцінного каміння у сировині

Охарактеризованы основные промышленно-генетические типы месторождений берилла, топаза, кварца, описано кристалломорфологические особенности берилла, топаза, кварца камерных пегматитов Володарск-Волинского месторождения. Определены технологико-минералогические особенности применения камнесамоцветного сырья в ювелирной отрасли и факторы, влияющие на выход весовой доли готовой продукции. Проведено обобщение методических подходов прогнозирования стоимости сырья драгоценных камней.

The main industrial-genetic types of beryl, topaz and quartz deposits and crystal-morphological features of beryl, topaz, quartz chamber pegmatites of Volodarsk-Volynskyi deposit are described. The technological-mineralogical characteristics of raw gemstone material usage in jewelry industry and factors that affect the finished product weight fraction are determined. The generalization of methodological approach to predicting value of raw gemstone material is conducted.

У 2014 році відділом експертизи дорогоцінного каміння Державного гемологічного центру України (далі – ДГЦУ) завершено другий етап науково-дослідної роботи «Комплексна гемолого-економічна оцінка камнесамоцвітної сировини Володарськ-Волинського родовища камерних пегматитів» – «Гемолого-економічна оцінка камнесамоцвітної сировини Володарськ-Волинського родовища камерних пегматитів» (далі – НДР).

Об'єктом дослідження було дорогоцінне каміння (далі – ДК) у сировині – мінерали групи берилу, топазу та кварцу Володарськ-Волинського (далі – Волинського) родовища камерних пегматитів.

Актуальність НДР визначена її важливим практичним значенням для вирішення завдань експертної оцінки си-

ровини дорогоцінного каміння, видобутого в родовищах України та світу.

Мета НДР – розробка наукових засад експертної оцінки дорогоцінного каміння в сировині, уніфікація операцій під час сортування сировини ДК та визначення її вартості на прикладі камнесамоцвітної сировини (мінерали групи берилу, топазу, кварцу) Волинського родовища.

Волинське родовище камерних пегматитів – єдине в Україні і найбільше в Європі джерело ювелірного топазу і берилу. Родовище розроблялося протягом останніх п'ятдесяти років і було орієнтоване на видобування п'єзокварцу. Дорогоцінні різновиди берилу, топазу і кварцу видобували як супутня сировина. З 1996 року промислове видобування дорогоцінного каміння на родовищі було припинено. У разі поновлення робіт з промислової розробки Волинське

родовище стане важливим джерелом дорогоцінних каменів на ринку України. У зв'язку з цим гостро постає питання щодо проведення гемологічного вивчення та оцінки таких перспективних для ювелірної промисловості України дорогоцінних каменів, як берил, топаз і кварц камерних пегматитів Волині.

Особливої актуальності цей напрям досліджень набуває у зв'язку з активізацією робіт щодо геологічного вивчення з дослідно-промисловою розробкою на Волинському родовищі. Мета геологічних робіт – оцінка доцільності подальших геологорозвідувальних робіт на родовищі та приріст прогнозних ресурсів категорії Р1 корисних копалин. Основними видами корисних копалин Волинського родовища є п'єзокварц, кварц (гірський криштал, моріон, димчастий кварц, цитрин), берил (аквамарин, берил зелений, геліодор), топаз

(топаз безколірний, топаз блакитний, топаз винний), які за своїми якісними характеристиками є цінною сировиною для ювелірної промисловості.

За промислово-генетичною класифікацією [1, 2] родовища берилу, топазу і кварцу поділяють на пегматитові, грейзенові, гідротермальні (ендогенні), елювіальні, елювіально-делювіальні та алювіальні розсипи (екзогенні). Найбільша кількість родовищ берилу пов'язана з гранітними пегматитами, менша – з грейзеновими родовищами. Для топазу і кварцу головне значення мають пегматитові і гідротермальні родовища. Також важливе промислове значення мають розсіпні родовища різного типу. Основні родовища, які постачають на світовий ринок ювелірні різновиди берилу і топазу, знаходяться в Афганістані, Бразилії, Індії, на о. Мадагаскар та Шрі-Ланка, Нігерії, Замбії, Зімбабве, Пакистані, США, Мексиці. Промислово значимі родовища кварцу розташовані в Болівії, Бразилії, Нігерії, Шрі-Ланці, Уругваї.

Типоморфними ознаками морфології мінералів служать обрис і габітус їх кристалів, особливості рельєфу граней, анатомія, характер двійникування, форма зерен. Кристаломорфологічні особливості мінеральних індивідів мають важливе значення для пошуку і оцінки мінеральної сировини, їх технологічної переробки [3].

На підставі аналізу літературних джерел [4, 5, 6] та результатів проведених досліджень описано кристаломорфологічні особливості берилу, топазу, кварцу. Були досліджені зразки з Волинського родовища (ПАТ «Кварцсамоцвіти»), зразки, надані приватними особами, а також проаналізовано колекцію Геологічного музею Національного науково-природничого музею НАН України.

Економічна оцінка сировини ДК полягає у визначенні вартості сировини та прогнозуванні результатів обробки сировини, тобто у визначенні виходу вагової частки готової продукції внаслідок обробки.

На оцінку виходу придатного кінцевої продукції впливають такі чинники: якість сировини, її розмір, форма, комерційна вартість і вид сировини, завдання, які стоять перед гранувальником, складність геометрії огранування та геометричні параметри кінцевої про-

дукції [7, 8]. Під час виконання першого етапу НДР були охарактеризовані основні принципи визначення якості сировини за формою (S), дефектністю (D) та кольором (C) з урахуванням сучасного практичного досвіду оцінки каменесамецької сировини та виділено групи якості сировини відповідно до цих класифікаційних ознак [9].

Під час виконання НДР було розроблено норми розрахунку виходу придатного кінцевої продукції залежно від форми, дефектності та виду сировини ДК (табл. 1).

Визначення вартості ДК у сировині є

Таблиця 1. Розрахунок виходу придатного кінцевої продукції

Назва каменю	S1			S2			S3		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
берил	60-40	50-30	45-30	40-30	30-20	20-10	30-10	20-5	<10
топаз	50-30	35-20	25-15	30-20	20-15	15-10	25-10	15-5	<10
кварц	45-30	40-20	30-15	35-25	25-15	15-10	20-10	20-5	<15

Примітка. S1–S3 – групи сировини за формою, D1–D3 – групи сировини за дефектністю. Числові значення наведені у відсотках.

складним аналітичним процесом, який охоплює весь спектр зовнішніх і внутрішніх факторів, що впливають на предмет оцінки. Ціна ДК у сировині залежить не тільки від якісних характеристик, на неї мають вплив умови продажу та стан ринку.

За усталеною практикою, для проведення оцінки об'єкта прийнято застосовувати такі основні методичні підходи: витратний, дохідний та порівняльний [10, 11]. У випадку проведення експертної оцінки ДК у сировині застосування витратного та дохідного методичних підходів економічно недоцільно і фактично неможливо, що пов'язано з відсутністю доступу ДГЦУ до необхідних вихідних даних. Натомість фахівці експертних відділів володіють інформаційним матеріалом про рівень цін на ДК у сировині, яке поставляється в Україну або пропонується на продаж у світових центрах торгівлі ДК. Загальноприйнята практика щодо застосування методичних підходів для проведення оцінки ДК свідчить про використання порівняльного методичного підходу.

Враховуючи результати попередніх досліджень щодо визначення вартості ДК у сировині, розраховано прогно-

тичні таблиці вартості сировини ювелірних різновидів берилу, топазу, кварцу, які можуть бути використаними під час експертної оцінки сировини ДК Волинського родовища.

Результатом роботи є проект регламенту експертної оцінки ДК у сировині. Регламент визначає перелік, послідовність і зміст операцій з проведення експертної оцінки ДК у сировині з родовищ України, а також містить обґрунтування розрахунку оцінної вартості відповідно до якісних характеристик сировини дорогоцінного каміння на певний момент оцінки у випадках, встановле-

них законодавством. Регламентом передбачено послідовне виконання таких операцій:

- діагностика;
- визначення геометричних розмірів;
- визначення індивідуальних характеристик каменів відповідно до класифікаційних ознак (форма, дефектність, колір);
- визначення оцінної вартості на дату оцінки.

Пропонується загальний номенклатурний запис гемологічної оцінки ДК у сировині:

**«Топаз блакитний
W 11,00 г, S2, D1, C2».**

Цей запис означатиме, що на експертизу надано топаз блакитний у сировині масою 11,00 г, який має форму S2, відмінну якість за дефектністю D1, добру якість за кольором C2.

У разі проведення гемологічної оцінки товарної партії (лоту) сировини номенклатурний запис може мати вигляд

**«Топаз блакитний
30,00 г, W 10–15 г, S2, D1, C2».**

Цей запис означатиме, що в пакеті (лоті) знаходиться сировина топазу блакитного загальною масою 30,00 г, масової групи W 10–15 г, яка має форму S2, якість за дефектністю – D1, за кольором – C2.

Вартість визначається експертами-гемологами самостійно за прейскурантами, що публікуються у бюлетені "Довідник цін коштовного і декоративного каміння" на ДК у сировині, яке за власною назвою та класифікаційними

ознаками повністю збігається з об'єктом експертизи.

Оскільки ДГЦУ, відповідно до законодавства, проводить незалежну гемологічну експертизу та контроль за якістю сировини ДК, необхідність розробки науково обґрунтованого регламенту експертної оцінки сировини ДК, у тому числі тої, що ввозиться з-за кордону, визначена його важливим практичним значенням для вирішення завдань гемологічної експертизи.

Використана література

1. Киевленко Е.Я., Сенкевич Н.Н., Гаврилов А.П. Геология месторождений драгоценных камней. – М.: Недра, 1982. – 280 с.
2. Kievlenko E. Ya. Geology of Gems. – М.: Ocean Pictures LTD, 2003. – 432 p.
3. Павлишин В.І., Матковський О.І., Довгий С.О. Генезис мінералів. – Київ, 2003. – 672 с.
4. Лазаренко Е.К., Павлишин В.И., Латиш В.Т., Сорокин Ю.Г. Минералогия и генезис камерных пегматитов Волыни. – Львов: Изд-во Львов. ун-та. – 1973. – 360 с.
5. Матковський О.І., Павлишин В.І., Сливко Є. Основи мінералогії України: підручник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка. – 2009. – 856 с.
6. Михайлов В.А., Виноградов Г.Ф., Курило М.В. та ін. Неметалічні корисні копалини України: підручник / 2-е видання виправлене і доповнене. – К.: Видавничий поліграфічний центр «Київський університет». – 2008 – 494 с.
7. Індутний В.В., Ладжун Ю.І. Оцінка виходу вагової частки готової продукції для виготовлення огранованих вставок з кольорових дорогоцінних каменів. // Коштовне та декоративне каміння. – 2007. – №1 (47). – С. 30-35.
8. Ладжун Ю.І. Прогнозування виходу придатного ограненого коштовного каміння і оптимальні геометричні пропорції. // Геолог України – 2010. – №4 (32). – С. 104–110.
9. Комплексна гемолого-економічна оцінка каменесамоцвітної сировини Володарськ-Волинського родовища камерних пегматитів: (Проміжний звіт про н.-д. роботу) / [О. Беліченко, Ю. Ладжун, Ю. Гаєвський, Л. Фуголь.] – Київ, Державний гемологічний центр України, 2013. – 88 с.
10. Закон України від 12.07.2001 № 2658-III «Про оцінку майна, майнових прав та професійну оціночну діяльність в Україні».
11. Постанова КМУ від 10.09.2003 № 1440 «Національний стандарт № 1 «Загальні засади оцінки майна і майнових прав».

УДК 658.091 (477)

В.А. НЕСТЕРОВСЬКИЙ, доктор геологічних наук
Т.І. ДРОЗД, аспірант

КНУ ім. Т. Шевченка

Маркетингові дослідження ринку напівдорогоцінного каміння України

В статті приведені результати маркетингових досліджень ринку напівдорогоцінного каміння України за період 2013–2014 гг.

In this article include the marketing research and analysis of Ukrainian precious stones during 2013–2014.

Маркетингові дослідження є важливою складовою розвитку каменесамецвітної галузі. Вони слугують індикатором попиту та пропозицій, а також дають можливість спрогнозувати виробництво та асортимент товару на перспективу.

Метою роботи було встановлення особливостей попиту і пропозицій на каменесамецвітну сировину та різних виробів з неї на ринку України в сучасний період. Маркетингові дослідження проводили методами аналогії, опитування, порівняння на спеціалізованих виставках-ярмарках «Україна самоцвітна», «Світ самоцвітів», «Ювелір Експо Україна» та інтернет-ресурсах протягом 2013–2014 рр. Аналіз ринку здійснювали за трьома напрямками: сировина, оброблена сировина, готові вироби. При цьому увагу акцентували на вивченні асортименту та ліквідності певних груп товару.

Виклад основного матеріалу та його аналіз

Згідно з законом України від 1997 року до напівдорогоцінного каміння відносять 35 самоцвітів, які поділено на

два порядки [1]. До першого порядку належать бірюза, жадеїт, лазурит, маляхіт, молдавіт, нефрит, тигрове та котяче око, хауліт, хризокола, цоїзит, чароїт; до другого – агат, амазоніт, гагат, гематит, дерево скам'яніле, джеспіліт, егірніт, епідозит, кахолонг, кварцит кольоровий, кремій кольоровий, онікс мармуровий, опал, пегматит, пірофіліт, родоніт, сердолік, серпентиніт, скарни кольорові, содаліт, халцедон, шпати іризуючі польові, яшма.

Як бачимо, перелік напівдорогоцінних каменів досить великий, але присутність їх на ринку самоцвітів України не однакова. Деякі з них невідомі як споживачам, так і продавцям, наприклад: хауліт, егірніт. На ринку майже не представлено кварцитів кольорових та пірофілітів. У дуже обмежених кількостях присутні жадеїт, молдавіт, цоїзит, епідозит. У малих обсягах поширені хризокола, гагат, опал, дерево скам'яніле, скарни кольорові, содаліт.

Якщо розглядати напівдорогоцінне каміння за різними товарними групами, то найменш представленою є сировина. З усього переліку напівдорогоцінного каміння в сировині найчастіше пропонують: агати, дерево скам'яніле, кре-

мені, халцедони, яшми. Основним асортиментом ринку є частково чи повністю оброблена сировина у вигляді галтовки, зрізів, кабошонів та готові вироби у вигляді прикрас і елементів декору (рис. 1–4).

Особливого попиту набула галтовка. На ринок України вона потрапляє з країн Євросоюзу, Сполучених Штатів, Бразилії, Індії тощо. У цьому виді продукції присутні майже всі найменування напівдорогоцінного та дорогоцінного каміння. Деякі з них представлені трьома і більше різновидами. З групи напівдорогоцінного каміння в галтовці майже відсутні чароїт, нефрит, молдавіт і хризокола. Галтовку в основному купують як амулет, талісман, оберіг, лікувальний камінь, а також як сировину для виготовлення кабошонів і елементів декору (табл. 1).

Зрізи з напівдорогоцінного каміння (пластинки, крайці) на виставках-ярмарках представлені здебільшого невеликими зразками кольорових різновидів різних груп каменю першого і другого порядку. Їх купують для колекціонування, виготовлення картин, мозаїки та як сировину для подальшої обробки. Найбільшим попитом користу-



Рисунок 1. Кабошони



Рисунок 3. Готові вироби



Рисунок 2. Галтовка



Рисунок 4. Елемент декору – картина

Таблиця 1. Основні види продукції з напівдорогоцінного каміння на ринку України

Галтовка	Тигрове і котяче око, агат, онікс мармуровий, родоніт, сердолік, халцедон, содаліт, яшма, шпати іризуючі польові
Кабошони	Бірюза, жадеїт, лазурит, малахіт, нефрит, хризосола, цоїзит, чароїт, амазоніт, гагат, гематит, епідозит, кахолонг, кремій кольоровий, онікс мармуровий, опал, пегматит, родоніт, сердолік, халцедон, содаліт, яшма, шпати іризуючі польові
Готові прикраси	Бірюза, жадеїт, лазурит, малахіт, нефрит, гагат, хризосола, цоїзит, чароїт, амазоніт, онікс, кремій, опал, кахолонг, пегматит, пірофіліт (в гемах), родоніт, сердолік, халцедон, содаліт, шпати іризуючі польові, яшма
Елементи декору	Цоїзит, дерево скам'яніле, джеспіліт, кварцит кольоровий, кремій кольоровий, пегматит, халцедон, скарни кольорові, яшма

ються зрізи з гарним текстурним малюнком, пейзажні та різнобарвні (кремені, агати, яшми).

Досить повно на ринку представлені кабошони. Їх купують для виробництва ювелірних прикрас і біжутерії в поєднанні з дорогоцінними і недорогими металами та шкірою. Кращим попитом користуються кабошони з пейзажної яшми, чароїту, нефриту, сердоликових агатів, меншим – з мармурового оніксу, кахолонгу, джеспіліту, малахіту, дерева скам'янілого. Саме таке співвідношення зберігається і на ринку готових виробів.

Майже всі самоцвіти з групи напівдорогоцінного каміння є полімінеральними, що зумовлює їх численні структурно-текстурні та колористичні різновиди. Тому на ринку у цій групі самоцвітів зустрічається велика кількість торгових назв, які часто дублюють геологічні терміни. Але саме це приваблює споживача і збільшує попит та ліквідність каменів.

Аналізуючи ринок напівдорогоцінного каміння за основними видами продукції, можна зазначити, що перевага, проте, надається готовим виробам (прикрасам), на які припадає близько 36 %. Вони мають технологічну й естетичну завершеність. Кабошони займають близько 29 %, галтовка – 15 %, елементи декору і сувенірна продукція

– 11 %, сировина і колекційне каміння – 9 % (рис. 5).

Потрібно зауважити, що зацікавленість споживача та продавця в готових виробах збігається. Покупець не хоче витратити зайвий час на придбання, наприклад, окремих кабошонів та шкіри чи металу, щоб у подальшому знайти майстра, який зробить прикрасу. Продавець також зацікавлений у продажу вже готового виробу, бо ціна на нього значно вища. Щодо галтовки, то ціна на неї незначна, тому споживачий сегмент відносно високий.

Порівнюючи за ціновим діапазоном галтовку і кабошони, слід зазначити, що виготовлення останніх більш трудомістке, а відповідно і більш затратне. Ціна на галтовку менша, ніж на кабошони, до того ж ціна на галтовку формується в гривнях за грам, на кабошони – в гривнях поштучно. Наприклад, якщо порівнювати яшмовий кабошон і галтовку однієї маси, то вартість кабошонів буде вищою у 5–6 разів.

Найменшим попитом користуються сувеніри і елементи декору. По-перше, це зумовлено недостатнім сприйняттям та використанням у звичному побуті елементів декору і сувенірів з напівдорогоцінного каміння, а саме: попільниць, шкатулок, підсвічників, картин, куль, приладдя для письма. По-друге, ця група товару є досить дорогою, бо при формуванні роздрібною ціни зна-

чний надбавочний коефіцієнт йде за ексклюзивність та авторство майстра, тому не кожен може це собі дозволити.

Висновки

За останні роки ринок напівдорогоцінного каміння в Україні суттєво звужився. Особливо зменшилось вітчизняне виробництво та продаж сировини.

Головними чинниками цього звуження є:

- зменшення поставок сировини;
- зниження рівня попиту внаслідок економічної нестабільності;
- застаріла технічна база вітчизняних виробників;
- відсутність чітких регулюючих механізмів експортно-імпорتنних операцій з напівдорогоцінним камінням у рамках СНД та з іншими країнами;
- відсутність повноцінної культури та естетики використання напівдорогоцінного каміння.

По окремих позиціях напівдорогоцінного каміння часто попит не задовольняє пропозиція. Це насамперед стосується каменів, які традиційно постачали з Росії і Казахстану.

Використана література

Дорогоцінні метали та дорогоцінне каміння: зб. законодавч. та нормат.-прав. акт. / голова ред. кол. Мельник В.П. – К.: СПД Морхотко Р.В., 2008. – 374 с.

Напівдорогоцінне каміння України

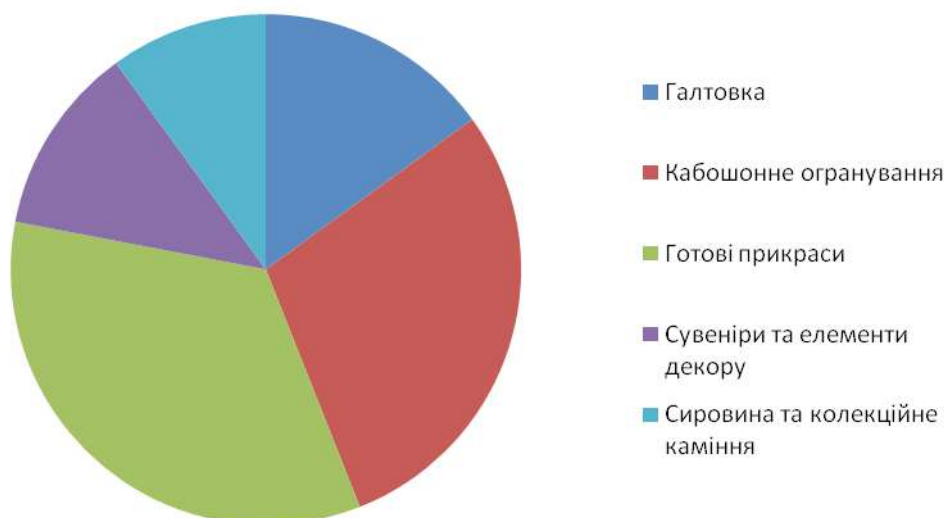


Рисунок 5. Сумарний попит та ліквідність різних видів продукції з напівдорогоцінного каміння України

УДК 553.8

В.М. СУРОВА

О.Л. ГЕЛЕТА, кандидат геологічних наук

О.В. ГОРОБЧИШИН

ДГЦУ

Яшми, гранодіорит гранатовмісний, базальт мигдалекам'яний, траси, роговики як виробне каміння Криму

Крым – удивительная сокровищница, естественный музей, хранящий тайны тысячелетий

А. Грибоедова

В статье рассмотрены горные породы Крыма, пригодные для изготовления различных ювелирно-поделочных изделий, и их геммологические характеристики.

In the article the rocks of Crimea, which are suitable for the manufacture of a variety of jewelry, precious items and their gemmological characteristics.

У межах Кримського півострова зустрічаються різні за генезисом гірські породи, які придатні для виготовлення різноманітних ювелірно-художніх виробів. Новітня історія їх вивчення датується кінцем ХІХ століття, коли на території Криму розпочалися систематичні роботи з вивчення мінералогічних, фізико-хімічних, текстурно-колеристичних, декоративних властивостей гірських порід, які проводяться і сьогодні. У різні роки це природне каміння вивчали: Козін Я.Д., Двойченко П.А., Ферсман О.Є., Шаліков А.Е., Маціоне, Семенченко Ю.В., Супричов В.А., Баранов П.М., Нестеровський В.А., Тищенко О.І. та інші дослідники.

Найперспективнішими для виготовлення ювелірно-декоративних виробів є породи магматичного походження, які переважно зустрічаються в межах Гірського Криму та на узбережжі Чорного моря між сел. Кача (Каркіницька затока) і м. Феодосія, а саме: яшми, яшмоїди, гранатовмісний гранодіорит («фо-

релевий камінь»), мигдалекам'яні базальти (мандельштейни), траси, роговики з вкрапленнями піриту.

Яшми та яшмоїди Криму зустрічаються в межах вулканічного масиву Кара-Даг, мисів Фіолент, Меганом, Кіік-Атлама, Калмицькій затоці, поблизу м. Севастополя (Федюхіни висоти), в Петропавлівському і Курцівському кар'єрах у Передгірному і Степовому Криму. Вони утворюють тіла у вигляді жил потужністю 10–60 см, прожилків потужністю до 5 см, лінз – 5–8 см, а також зустрічаються у вигляді гальки і валунів. Генетично яшми і яшмоїди пов'язані з вулканогенно-осадовими, вулканогенно-гідротермальними і осадовими породами [1].

Колір яшм дуже різноманітний, переважно це комбінації різних відтінків червоного, жовтого, коричневого, фіолетового, зеленого кольорів. Часто зустрічаються одноколірні яшми здебільшого жовтого, червоного і зеленого забарвлення. Текстурний малюнок сферолітовий, прожилковий, прожилко-

во-вкраплений, сферолітово-прожилковий, фантазійно-флюїдально-вкраплений, фантазійний (рис. 1).

Показник заломлення, визначений за допомогою рефрактометра, дорівнює 1,515–1,55, густина яшми – 2,61–2,83 г/см³, твердість – 6–6,5 за шкалою Мооса. Яшми добре обробляються і приймають дзеркальне полірування. За допомогою блискоміра «Novo-Gloss Trio» було проведено вимірювання блиску полірованих зразків, середній показник блиску при куті 60° склав 76,18–89,40 умовних одиниць. За розміром тільки 20–30 % яшм та яшмоїдів відповідають вимогам ТУ У-41-05396155-002-94 «Каміні кольорові природні в сировині» і більшість з них знаходиться в межах Карадазького природного заповідника та заказника «Мис Фіолент», де будь-яка діяльність, пов'язана з видобуванням корисних копалин, заборонена. Інші прояви яшм і яшмоїдів Криму, на жаль, не мають промислового значення.



Рисунок 1. Строкаті яшми вулканічного масиву Кара-Даг (колекція ІГМР ім. М.П. Семененка НАНУ)

Гранатовмісний гранодіорит складений основною плагіоклаз-кварцовою масою, яка місцями піддалася процесам хлоритизації і серецитизації, з включеннями гранату піроп-альмандинового ряду та епідоту. Розмір зерен гранату 1–5 мм [2].

Зустрічаються вони в прибережній зоні у вигляді гальки в 3,5 км західніше від м. Алушти і південно-західніше г. Кабель. Розмір гальки коливається від 0,5 до 25 см. Вперше ця порода як виробне каміння була описана в 1975 р. Супричовим В.А., який і дав їй дуже влучну назву «форелевий камінь» через схожість її забарвлення із забарвленням річкової форелі [3]. Колір гранатовмісного гранодіориту зелений, сіро-

зелений, світло-сіро-зелений, світло-блакитно-зелений, блакитно-зелений з червоними, темно-рожевими, рожевими, темно-зеленими до чорного включеннями гранату і епідоту, текстурний малюнок вкраплений, порфіровидний, густина 2,65–2,67 г/см³, твердість за шкалою Мооса – 6,5–7.

«Форелевий камінь» добре розпилюється, обробляється і приймає полірування середньої якості, яке залежить від мінерального складу та пористості породи. За допомогою блискоміра «Novo-Gloss Trio» було проведено вимірювання блиску полірованих зразків, середній показник блиску при куті 60° становить 61 ум. од. Цей камінь придатний для виготовлення кабошонів,

вставок, куль, невеличких настільних прикрас тощо (рис. 2).

Розміри гальки, яка зустрічається у прибережній зоні і складена гранат-хлоритовою породою, коливається від 0,5 до 20 см і за розміром відповідає вимогам ТУ У-41-05396155-002-94 «Каміні кольорові природні в сировині».

Завдяки високим декоративно-кваліметричним характеристикам гранатовмісний гранодіорит можна використовувати для виготовлення ювелірних вставок, невеличких настільних прикрас, підсвічників, скриньок, як колекційне каміння тощо. Але слід пам'ятати, що галька і коренні виходи гранодіориту знаходяться в прибережній природоохоронній зоні, крім того, деякі коренні виходи були частково забетоновані в процесі будівництва пляжних комплексів, тому його видобування не може мати масового характеру, а може проводитися періодично, безпосередньо майстрами-ювелірами в невеликій кількості.

Мандельштейн – стара назва мигдалекам'яного базальту. Ці породи зустрічаються в межах Карадазького природного заповідника у південних обривах хребтів Кара-Агач, Магнітний та у вигляді гальки в хвилеприбійній зоні [4].

Мигдалекам'яний базальт Кара-Дагу – це гірська порода вулканічного походження основного складу з численними округлими, еліпсоїдними, а іноді ізометричними порожнинами, які, як правило, заповнені різноманітними цеолітами, халцедонами, опалом, кальцитом, зрідка бувають порожніми.

Колір темно-сірий до чорного, сірий, сіро-зелений. Текстурний малюнок вкраплений, оолітовий. Твердість за



Рисунок 2. Гранатовмісний гранодіорит (колекція Ситникова А.Л.)

шкалою Мооса – 5–6,5. Легко обробляється, здатність до полірування залежить від пористості породи і мінерального складу включень, ступеня окварцювання породи та досвіду майстра-полірувальника. А тому тільки 30 % мигдалекам'яних базальтів приймає дзеркальне полірування. За допомогою блискоміра «Novo-Gloss Trio» було проведено вимірювання блиску полірованих зразків, середній показник блиску при куті 60° становить 66 ум. од. Вони придатні для вироблення кабошонів, вставок, куль тощо (рис. 3).

Особливо високо цінуються мигдалекам'яні базальти темно-сірого до чорного кольору з включеннями халцедону білого, блакитного, рожевого кольорів. До дефектів слід віднести кавернозність та світлий колір основної маси породи.

Більша частина мандельштейну Криму знаходиться в заповідній зоні, а тому його видобування може здійснюватися лише у пляжних відкладах, які розташовані західніше і східніше Карадазького заповідника, та носити епізодичний характер.

У межах Карадазького природного заповідника відоме родовище трасів, які здавна використовували люди, що проживали на цій території. З них робили зернотерки, жорнова, інші предмети побуту, а наприкінці XIX – початку XX століття видобували для виробництва міцних марок цементу. Крім того, траси



Рисунок 3. Мигдалекам'яний базальт вулканічного масиву Кара-Даг (колекція Ситникова А.Л.)

використовували ювеліри для виготовлення вставок у ювелірні вироби. Відомий дослідник самоцвітів Криму Супричов В.А. надав карадазькому трасу поетичну назву – «чорноморит» [3]. Родовище «чорноморитів» розташоване на г. Святий, де на початку XX століття в кар'єрі велось його видобування. Також він зустрічається на галькових пляжах вздовж всього узбережжя від сел. Орджонікідзе до м. Судак [3].

Колір «чорномориту» зелений, сіро-зелений, сірий до чорного, блакитно-зелений, часто з білими смугами. Тек-

стурний малюнок однорідний, шаруватий, плейчастий, стрічковий, плямисто-смугастий, плямистий, брекчієвидний, пейзажний. Густина трасу дорівнює 2,4–2,55, твердість за шкалою Мооса – 5–5,5. Добре обробляється, полірування залежить від мінерального складу трасу: чим більше він окварцюваний, тим легше приймає дзеркальне полірування. При вимірюванні блиску полірованих зразків за допомогою блискоміра «Novo-Gloss Trio» середній показник блиску при куті 60° склав 92 ум. од. «Чорноморит» придатний для виготовлення кабошонів, вставок, невеличких ювелірно-декоративних виробів (рис. 4).

Розмір трасової гальки складає від 1 до 10 см, а іноді і більше. Вона придатна для виготовлення різноманітних сувенірів, ювелірних виробів, куль тощо. До дефектів можна віднести тріщинуватість.

Як і мандельштейн, траси знаходяться у заповідній зоні і їх збирання можливе у невеликій кількості у вигляді гальки з пляжних відкладів, які знаходяться західніше та східніше вулканічного масиву Кара-Даг.

Окварцюваний роговик з вкрапленнями піриту зустрічається на західних, західно-північних схилах гори Аю-Даг. Колір чорний, темно-сірий з жовтими вкрапленнями піриту кубічного, ізометричного габітусу, злам раковистий. Твердість за шкалою Мооса – 5,5–6. Здатність до обробки залежить від ступеня окварцювання: чим більше він



Рисунок 4. Сережки та каблучка з вставками із трасу вулканічного масиву Кара-Даг

окварцьований, тим легше обробляється і краще приймає полірування. Погано окварцьовані роговики практично не приймають полірування. Основними їх дефектами є тріщинуватість та пористість. Завдяки основному чорному кольору та вкрапленням піриту він більше придатний для виготовлення крупних ювелірних-декоративних виробів і різноманітних сувенірів.

Окварцьований роговик, як і переважна більшість виробного каміння Криму, знаходиться в межах природоохоронної зони, а тому не має промислового значення.

Висновки

Ювелірно-виробне каміння Криму завдяки своїм високим декоративно-колеристичним характеристикам та популярності як на теренах колишнього Радянського Союзу, так і за його межами, є дуже затребуваним камінням. Однак більшість цього ювелірно-виробного каміння знаходиться або в межах заповіднику, або в інших природоохоронних зонах, де будь-яке видобування каміння заборонено. Крім того, більшість каменів має невеликі розміри та є тріщинуватими та/або кавернозними, тому це виробне каміння не має промислового значення.

Використана література

1. Гелета О.Л., Сурова В.М. та ін. Дослідження текстурно-колеристичних і споживчих характеристик яшм та яшмоїдів з родовищ України/ ДГЦУ, Київ, 2011 – 107 с.
2. Нестеровський В.А., Стрельцов А.О. «Форелевий камінь» як один з різновидів яшм Криму / Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та особливості видобутку і використання природного каміння», Київ, 2012. – С. 18–19.
3. Супричов В.А. Вивчення виробних і декоративних кам'яних матеріалів Кримської області і шляхи їх промислового використання» (звіт), м. Сімферополь, 1969 р.
4. Нестеровський В.А. Самоцвіти із сучасних відкладів зони прибою вулкану Карадаг у Гірському Криму / Коштовне та декоративне каміння. – № 4 (34). – 2003. – С. 29–38.
5. Баранов П.Н., Шевченко С.В. и др. География самоцветов и коллекционных камней Крыма: геополитика и экогеодинамика регионов, том 10, выпуск № 2: С., 2014. – С. 300–304.

УДК 679.8

В.В. ПЕГЛОВСКИЙ,
кандидат технических наук
ИВЦ «АЛКОН» НАН Украины

Исследование влияния содержания оксида алюминия в химическом составе природных камней на трудоемкость и энергоемкость их обработки, а также прочие физико-механические свойства

Досліджувався вплив вмісту оксиду алюмінію в хімічному складі природних каменів на відносну трудомісткість і енергоємність їх обробки, а також на деякі фізико-механічні властивості цих каменів.

The influence of the contents alumina was Researched in chemical composition natural stone on relative labor content and power consumption of their processing, as well as on some physic and mechanical characteristic these stone.

Эта статья является продолжением работы [1], в которой рассматривалось влияние содержания оксида алюминия на твердость природного камня по Моосу (T_M) и его плотность (ρ), и посвящена исследованию влияния содержания оксида алюминия на другие физико-механические свойства, а также на трудоемкость и энергоемкость его обработки.

Кроме рассмотренных в работе [1] физико-механических свойств природных камней, в основном декоративных их видов, диагностируются и другие, прежде всего прочностные свойства, например, прочность при одноосном сжатии (R) и микротвердость (твердость по Виккерсу) (H) [2–4].

В работах [5; 6] исследовались относительная трудоемкость (t) и энергоемкость (e) обработки природных камней, были даны характеристики этим понятиям, описаны применяемое оборудование и используемый инструмент для их определения.

В данной статье мы попытаемся рассмотреть влияние на технологические параметры обработки природных камней (t , e) и их физико-механические свойства (R , H) некоторых особенностей химического состава, а именно содержания в нем оксида алюминия (Al_2O_3).

Можно записать: $R, H, t, e = f(Al_2O_3)$.

Для исследований были выбраны пять видов природных камней с различным содержанием оксида алюминия, которые в соответствии с известной классификацией их по обрабатываемости алмазным инструментом [7] распределены на пять групп. В таблице 1 представлен внешний вид этих камней, а также сведения об их химическом составе с отдельным выделением оксида алюминия в порядке возрастания. В графе «прочие оксиды» показано суммарное содержание оксидов кремния, железа, кальция и магния, а в графе «прочие компоненты» – все остальное.

На рисунке 1 представлена графическая интерпретация зависимости

рассматриваемых физико-механических свойств и технологических параметров процесса обработки. Основные физико-механические свойства природных камней (предел прочности при сжатии, микротвердость), а также технологические параметры (относительная трудоемкость и энергоемкость) обработки и методы их определения нами рассматривались ранее [2; 4; 5; 6; 8; 9].

Данные зависимости аппроксимированы линейно с использованием известных методов, а именно метода наименьших квадратов [10–12].

При линейной аппроксимации этих зависимостей в виде $Y_i = k_i \cdot X_i + b_i$, коэффициенты регрессии и средние ошибки аппроксимации можно узнать из таблицы 2.

Рассматривая зависимости (рис. 1), можно установить, что с возрастанием в химическом составе природного камня оксидов алюминия все рассматриваемые физико-механические свойства природных камней и технологические параметры их обработки возрастают.

Таблица 1. Процентное содержание оксида алюминия в химическом составе выбранных видов природных камней

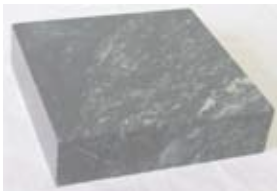



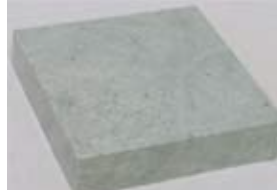
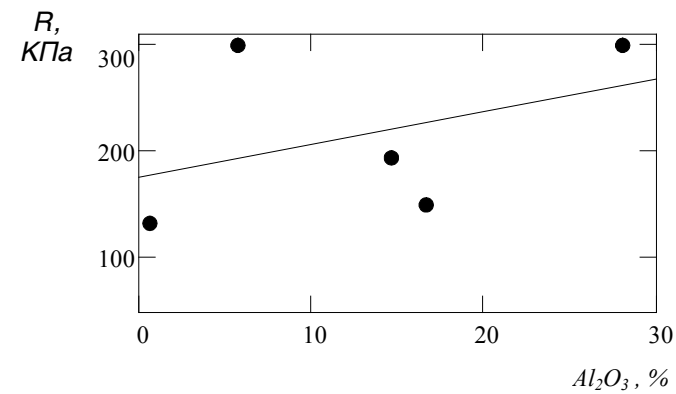
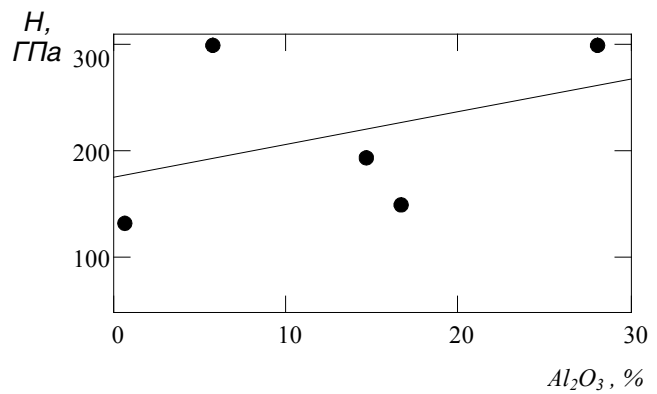
Наименование, месторождение или торговая марка, страна происхождения	Al ₂ O ₃ , %	Прочие оксиды, %	Прочие компоненты, %	Внешний вид камня
1. Мрамор, TISD, Индия	0,7	61,3	38,0	
2. Нефрит, Кольское, Россия	5,7	81,6	12,7	
3. Гранит, Маславское, Украина	14,59	76,6	8,81	
4. Родонит, Россия	19,7	63,8	16,5	
5. Жадеит, Северо-Прибайкальское, Россия	28,0	65,9	6,1	

Таблица 2. Значения коэффициентов регрессий и ошибки аппроксимации

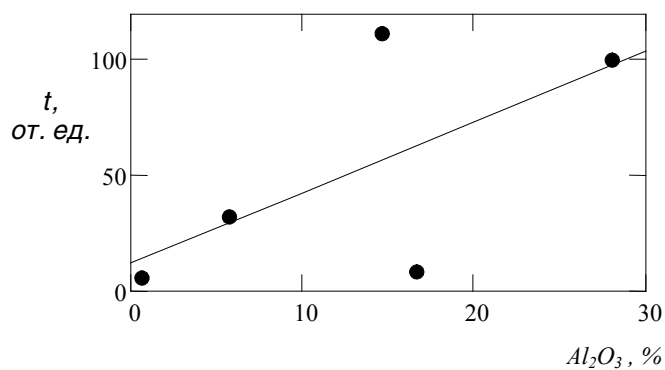
Значения коэффициентов	K	b	Δ, %
1. Предел прочности при сжатии – R (рис. 1 а)	3,09	175,2	29,0
2. Микротвердость – Н (рис. 1 б)	0,151	4,01	26,3
3. Трудоемкость – t (рис. 1 в)	3,07	11,5	160,0
4. Энергоемкость – e (рис. 1 г)	0,018	1,362	12,7



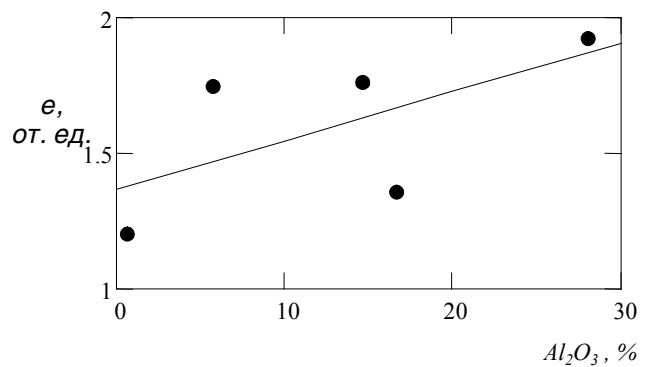
а



б



в



г

Рисунок 1. Зависимость физико-механических свойств и технологических параметров обработки природных камней от наличия в их химическом составе оксидов алюминия: а – предела прочности при сжатии; б – микротвердости; в – относительной трудоемкости обработки; г – относительной энергоёмкости обработки

Средняя ошибка аппроксимации по всем зависимостям (кроме энергоёмкости) составляет около 70 %. Такая довольно высокая ошибка дает возможность говорить только о существующей для этих показателей тенденции.

На рисунке 2 в качестве примеров представлены образцы изделий из исследованных видов камня, которые содержат оксиды алюминия: а – мрамора TISD; б, в – нефрита.

Выводы

В результате проведенной работы установлено, что с увеличением содержания оксидов алюминия в химическом составе природных камней их основные физико-механические свойства – предел прочности при сжатии, твердость по Виккерсу (микротвердость) возрастают, также возрастают относительная трудоемкость и энергоёмкость их обработки.

В публикации «Исследование влияния содержания оксида алюминия в химическом составе природных камней на их физико-механические свойства» («Коштовне та декоративне каміння», 2014, № 1 (75), с. 14-18) в таблице автором была допущена ошибка, связанная с химическим составом флюорита (Ca – 51,2 %, F – 48,8 %), тогда значения в таблице в процентах (гр. 1.2) примут вид: Al_2O_3 – 0,0; прочие оксиды – 0,0; прочие компоненты – 100,0, а возрастание твердости по Моосу и плотности поменяется незначительно и не повлечет за собой изменений сделанных выводов.



а



б



в

Рисунок 2. Изделия из камня, содержащего в своем составе оксиды алюминия: а – подставка под карандаши с часами; б, в – часы и набор из нефрита

Использованная литература

1. Пегловский В.В. Исследование влияния содержания оксида алюминия в химическом составе природных камней на их физико-механические свойства // Коштовне та декоративне каміння. – 2014. – № 1 (75). – С. 14-18.
2. Добыча и обработка природного камня. Справочник / Под. ред. Смирнова. А.Г. – М.: Недра, 1990. – 445 с.
3. ГОСТ 30629-99. Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний. Введен 01 2001 г.
4. Пегловський В.В., Сидорко В.І., Ляхов В.Н., Поталико О.М. Оброблюваність природного каміння – об'єктивна основа його класифікації. Частина 2. // Коштовне та декоративне каміння. – 2009. – № 3 (57). – С. 16-21.
5. Пегловський В.В., Сидорко В.І., Ляхов В.Н., Поталико О.М. Оброблюваність природного каміння – об'єктивна основа його класифікації. Частина 3. // Коштовне та декоративне каміння. Інформаційно-довідкове видання. – 2009. – № 4 (58). – С. 16-20.
6. Пегловський В.В., Сидорко В.І., Ляхов В.Н., Поталико О.М. Оброблюваність природного каміння – об'єктивна основа його класифікації. Частина 4. – 2010. – № 1 (59). – С. 12-16.
7. Пегловський В.В., Сидорко В.І., Ляхов В.Н., Поталико О.М. Оброблюваність природного каміння – об'єктивна основа його класифікації. Частина 8. // Коштовне та декоративне каміння. - 2011. – № 1 (63). – С. 16-22.
8. Белицкая Э.И. Художественная обработка цветного камня // Учебник для средн. проф.-техн. училищ. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 200 с.
9. Индутная Т.В. Полудрагоценные камни // Методическое руководство по диагностике и экспертизе.– Киев: ГГЦУ МФУ, 1997.– 43 с.
10. Кирьянов Д.В. Mathcad 13. – СПб.: БВХ-Петербург, 2006. – 590 с.
11. Кудрявцев Е.М. Mathcad 2000 Pro. – М.: АМК, 2001. – 572 с.
12. Виноградов Ю.С. Математическая статистика и ее применение к исследованиям в текстильной и легкой промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1964. – 320 с.

УДК 553.5

О.Л. ГЕЛЕТА, кандидат геологічних наук
В.М. СУРОВА

ДГЦУ

В.А. НЕСТЕРОВСЬКИЙ, доктор геологічних наук
О.О. АНДРЕЄВА, кандидат геологічних наук

ННІ «Інститут геології» КНУ ім. Т. Шевченка

Щодо питання запровадження старательського видобування природного каміння, придатного для ландшафтно-будівельних робіт

Вопросы незаконной добычи бутовых строительных камней в Украине сегодня очень актуальны, так как при такой деятельности совершенно не учитываются природоохранные аспекты, а также не производятся бюджетные отчисления за недропользование. В статье предлагается способ легализации такой деятельности.

Questions illegal mining butoh-building stones in Ukraine today is very relevant, since such activities did not take into account the nature, security aspects, and not made budget allocations for the subsoil. The article provides a method of legalization of such activities.

На торгових майданчиках будівельних матеріалів Києва та інших міст України широко представлені нерудні корисні копалини, що є бутовим будівельним камінням і використовуються для будівництва та архітектурного оздоблення будівельних споруд і ландшафтно-паркових композицій. До такого бутового будівельного каміння відносять валуни, гальку, брили, бутове і «річкове» каміння, конгломерати, брекчію, гравій, природні відколи сланцюватих порід пісковика (так званий «плитняк»). Це каміння, що представлено на торгових майданчиках, видобувається фізичними особами без дозвільних документів на користування надрами. Процес видобування здійснюється фізичним зусиллям працівників за допомогою нескладного механізованого устаткування – екскаваторів та кранів. Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження переліків корисних копалин загальнодержавного та місцевого значення» від 12 грудня 1994 р. № 827 (далі – постанови № 827) більшість зазначених

корисних копалин є загальнодержавного значення і їх видобування передбачене лише на підставі Спеціального дозволу на розробку надр. При цьому родовищ чи проявів валунів, «річкового» каменю, гальки в Україні взагалі не зареєстровано. Крім того, вилучення гальки і валунів з річок, а це, як правило, річки з швидкою течією Карпатського водорозділу, через загрозу паводків і процесів підмивання взагалі можливе лише з дозволу природоохоронних органів.

Стихійне видобування природного каміння (власне – незаконне старательське видобування) склалося через саморегуляцію кризових процесів у суспільстві. У переважній більшості випадків воно має незаконний і небезпечний характер як з погляду безпеки ведення таких робіт, так і з погляду екологічних і соціальних наслідків. Сприятливі гідрогеологічні умови розробки дають змогу здійснювати роботи без створення водовідливу, а поклади розробляють на невеликих приповерхневих до земної поверхні глибинах.

Враховуючи, що на ринку постійно є вищезазначений асортимент природного каміння з фіксованими цінами, можна дійти висновку, що окупність старательських робіт є рентабельною.

Проблематика нелегального видобування гальки і валунів з діючих річок та інших водойм, що зараз здійснюється в Україні, саме і полягає в тому, що така діяльність повинна проводитись лише за дозволом уповноваженого органу з охорони навколишнього природного середовища і в місцях, спеціально визначених для цього.

Для запровадження старательської діяльності в рамках правового поля потрібно на державному рівні розробити і прийняти програму з раціонального використання позабалансових природних ресурсів та створити регіональні органи для узгодження спільних дій з підготовки площ з корисними копалинами, придатними для розробки старательським способом, а також розробити регламентуючі порядки підготовки дозвільних документів для здійснення такого надрокористування.

Слід наголосити, що старательське видобування передбачає розробку тих локацій корисних копалин, які не мають промислового значення, тобто вони не можуть бути визнані як родовища.

Зміни до нормативно-правових актів законодавства України щодо запровадження старательського видобування природного каміння, яке відповідно до постанови № 827 належить до корисних копалин загальнодержавного значення, повинні полягати у забезпеченні спрощеного порядку отримання дозвільних документів на розробку локації цих корисних копалин та інших необхідних дозволів для проведення гірничодобувних робіт. Оскільки передбачається, що гірничодобувні роботи щодо вилучення з надр корисних копалин мають проводити фізичні особи, також потрібно вносити необхідні зміни і до Цивільного кодексу.

Перелік корисних копалин, які відповідно до законодавства України можливо буде розробляти старательським способом, повинен формуватися спеціальним органом виконавчої влади. За практикою чинного законодавства таким органом може бути або Державна комісія України по запасах корисних копалин, або Державна служба геології та надр України. У першу чергу повинні розглядатися ті місця локації корисних копалин, які не мають промислового значення. Другим ймовірним варіантом розгляду місць, перспективних для старательства, можуть бути супутні корисні копалини на промислових родовищах основних корисних копалин. Супутні корисні копалини, як правило, рідко вилучають з надр видобувні організації, оскільки це для них не завжди рентабельно, а тому старательство могло б бути дієвим засобом для повномасштабного і комплексного освоєння надр.

З магматичного природного каміння гранітоїдного складу непромисловим (старательським) шляхом можливо видобувати валуни льодовикового періоду (очищені від рослинності, а також покриті мохом), брили, глибові камені, булижники. Крім того, старательським способом можливо видобувати окварцований азбест (Запорізька обл.), пегматит графічний, епідоцит (Дніпропетровська обл.) та ряд інших гірських порід. Серед гірських порід габроїдного складу старательським способом мож-

на видобувати габро, габро-норити, лабрадорити у вигляді валунів, брил, бутового каменю, польових каменів, булижників (Український щит); базальти у вигляді валунів, брил, природних фрагментів базальтових стовпів, польових каменів, булижників (Донбас та Волино-Подільська плита); андезити та інші ефузивні породи у вигляді колотих плит природної форми (плитняк), бутового каменю (Закарпаття); діорити та базальти у вигляді брил, польових каменів (булижників), плитняку (Гірський Крим).

Серед метаморфічних гірських порід на ринку України широко представлені мрамур і мармуризований вапняк у вигляді валунів і гальки, крихта і цеолітова крихта з мрамору та мармуризованого вапняку (походженням з Закарпатської обл.); цеоліт у вигляді крихти (походженням з Закарпатської обл.); кварцит у вигляді брил, бутового каменю, крихти різних фракцій (походженням з Житомирської області); кварцит у вигляді каменю-плитняку, окантованих плиток та бутового каменю і невеликих брил (походженням з Кривого Рогу, Дніпропетровська обл.); гнейси у вигляді плитняку і плитки окантованої (походженням з Житомирської обл.); сланці у вигляді плитняку і плитки окантованої (походженням з Житомирської обл.).

Щодо природного каміння осадового генезису, слід узяти до уваги вапняк, травертин, ракушняк, пісковики, туфи та інші природні утворення: галька, валуни, брили, конгломерати, брекчії за умови сприятливого їх відокремлення від масиву і без значного заглиблення нижче рівня земної поверхні.

Враховуючи, що старательські роботи можуть проводитися лише нескладними механічними засобами, виключаємо спосіб підземного і комбінованого видобування. Для закладення кар'єрів потрібно розробляти спеціальні гірничі проекти на основі спеціальних дозволів на користування надрами, а тому старательські роботи оптимально проводити шляхом вилучення корисних копалин з приповерхневих горизонтів земної поверхні без заглиблення не більше 2 м (відповідно до Кодексу України «Про надра»).

При цьому старательське видобування корисних копалин повинне являти комплекс технічних і економіко-правових заходів, що здійснюються з метою максимально можливого (комплекс-

ного) їх виймання з надр за умови зменшення рівня втрат і впливу на навколишнє природне середовище. Ці положення визначають головні цілі охорони надр: повне й економічно доцільне, технологічно зумовлене виймання корисних копалин; охорона надр на всіх стадіях освоєння корисних копалин.

Запровадження заходів щодо легалізації діяльності з видобування природного каміння старательським способом дозволить здійснювати розвиток підприємництва і створення нових робочих місць для працівників нерудної галузі у недержавному секторі виробництва. Зокрема, для цього потрібно забезпечити спрощений порядок і доступну вартість отримання дозвільних документів на розробку родовищ та інших необхідних дозволів для гірничих підприємств недержавної форми власності.

Підвищення надходжень до держбюджету за рахунок платежів, які будуть відраховувати особи-старатели за проведення своєї діяльності з видобування додаткових, раніше не врахованих, нерудних корисних копалин, і організація нових робочих місць, як правило, у депресивних регіонах, вже спонукає підняти цю проблематику до загальнодержавного рівня. Зараз існує розгалужена система «копанок», яка дискредитує соціально-економічний підхід до вирішення проблеми видобування позабалансових запасів корисних копалин. Головний напрям рішень у цій сфері – це створення реєстру позабалансових запасів, придатних для старательського видобування, регламентація процедури відповідних дозвільних документів на їх експлуатацію, розробка проектів та визначення ділянок з корисними копалинами, придатними для розробки.

У цьому випадку державний підхід до видобування позабалансових запасів і організація роботи старательським способом дозволять досягти таких результатів:

- додатково одержати для народного господарства нерудні будівельні матеріали у вигляді природного каміння;

- вирішити проблему безробіття завдяки організації нових робочих місць з безпечними і нешкідливими умовами праці та зменшити міграцію робітників при їх вивільненні;

- забезпечити додаткові надходження до бюджетів і фондів завдяки прибутковості проектів.

УДК 551.311.22

О.Л. ГЕЛЕТА, кандидат геологічних наук

О.В. ГОРОБЧИШИН

ДГЦУ

Н.В. ЗУЄВСЬКА, доктор технічних наук, НТУ КПІ

В.М. ЗАГНІТКО, доктор геолого-мінералогічних наук, КНУ ім. Т. Шевченка

А.М. КІЧНЯЄВ, В.І. ЛЯШОК, І.А. СЕРГІЄНКО, А.М. ТКАЛЕНКО

ДГЦУ

В.В. ШУНЬКО, кандидат геолого-мінералогічних наук, КНУ ім. Т. Шевченка

ВПЛИВ ПРОЦЕСІВ ВИВІТРЮВАННЯ НА ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ АРХІТЕКТУРНИХ ПАМ'ЯТОК З ПРИРОДНОГО КАМІННЯ У СХІДНІЙ ТА ПІВДЕННІЙ ЧАСТИНАХ УКРАЇНИ

В результате исследования сохранности поверхности архитектурно-строительных изделий из различных видов декоративного камня установлено, что современные эколого-климатические условия эксплуатации натуральных каменных декоративных материалов в пределах южного и восточного регионов Украины являются весьма сложными из-за существенной природной и антропогенной агрессивности вод атмосферных осадков, а также высокой активности иных биогенных и антропогенных факторов.

The study of safety surface architectural building products from various kinds of decorative stone, found that modern ecological and climatic conditions of use of natural stone decorative materials within the southern and eastern regions of Ukraine are very complex because of the significant natural and anthropogenic aggressive water precipitation, and the high activity of other biogenic and anthropogenic factors.

Декоративні гірські породи Українського щита видобувають і використовують у будівництві та архітектурі вже майже два сторіччя [4]. За цей час з декоративних гірських порід в Україні та за її межами було створено велику кількість монументальних творів і пам'яток архітектури, які сьогодні, зважаючи на свій поважний вік, досить часто потребують часткової або повної реставрації.

У ході виконання досліджень щодо особливостей вивітрювання об'єктів, виконаних з вітчизняного декоративного каміння у південних та східних регіонах України, було проведено кваліметричні, інструментальні, мікроскопічні та склерометричні дослідження стану

збереженості матеріалів типових архітектурно-будівельних виробів, у тому числі історико-архітектурних пам'яток з декоративного каміння та датованих XIX–XXI сторіччям.

Граніти і гранітоїди. Під час обробки наукових матеріалів, отриманих у процесі дослідження вивітрювання архітектурно-будівельних виробів з граніту, було встановлено, що гранітні декоративні матеріали виявляють вельми значний ступінь опору шкідливим факторам зовнішнього впливу під час експлуатації. Переважна більшість гранітних виробів суттєво не змінює свої фізико-механічні та декоративні властивості протягом десятків і сотень років. Проте, у разі наявності нестійких мінеральних

фаз, виробів з певних торгових марок також зазнають деяких пошкоджень під час їх експлуатації.

Дрібнозернисті класичні граніти з масивною текстурою без включень залізистих мінералів, насамперед сульфідів, характеризуються винятковою стійкістю до шкідливих зовнішніх впливів. До них належать насамперед граніти Лезниківського, Танського, Токівського, Крошнянського, Межирицького родовищ, які не зазнають помітних змін під дією шкідливих факторів навколишнього середовища протягом 100–150 років.

До цієї групи також можна віднести гранодіорити Покостівського родовища, для яких також характерна значна стійкість. Але внаслідок порівняно незна-

чного терміну експлуатації (20–30 років) залишається недослідженою їх поведінка на значних часових проміжках.

Для гранітів і гранодіоритів з крупною гігантозернистою структурою також характерна значна стійкість до зовнішніх впливів. Однак на значних часових проміжках (40–50 років) спостерігаються розтріскування поверхні другорядних та темноколірних мінералів у складі цих гірських порід. Внаслідок значних розмірів зерен мінералів гранітів таке розтріскування призводить до візуально помітного зменшення блиску поверхні виробів та до появи мікроскопічних зон ерозії і тріщиноутворення. Такі поверхневі механічні пошкодження найбільш характерні для гранітів Корнинського, Капустинського, Омелянівського, Горіхівського, Войнівського, Ташлицького родовищ.

Темнозабарвлені граніти та гранітоїди, насамперед зелені та сіро-зелені, зазнають змін у колористичних характеристиках, що виражається у загальному освітленні кольорового фону поверхні виробів. У деяких випадках також спостерігається поява жовтуватих відтінків, що пов'язано з дією кислотомісних вод атмосферного і ґрунтового походження на нестійкі мінеральні фази у складі граніту, зокрема на сульфід заліза (пірит) та слюдисті мінерали (флогопіт, біотит, мусковіт). Під дією кислих розчинів відбуваються процеси багатостадійного окиснення і розчинення нестійких мінеральних компонентів з виділенням нерозчинних оксидів і гідроксидів тривалентного заліза. До гранітів цієї групи перш за все можна віднести граніти Маславського, Човнівського, Нерязького, Рогівського родовищ.

Таким чином, за загальною атмосферостійкістю граніти українських родовищ можна розділити на три групи: – граніти вельми значної стійкості (дрібнозернисті, масивні Лезниківського, Танського, Токівського, Крошнянського, Межирицького родовищ); – граніти значної стійкості (крупно- та гігантозернисті граніти Корнинського, Капустинського, Омелянівського, Горіхівського, Войнівського, Ташлицького родовищ); – граніти середньої стійкості (зеленкуваті та сіро-зелені граніти Маславського, Човнівського, Нерязького, Рогівського родовищ).

Проте, за винятком зовнішньої дії непереборних механічних навантажень, які набагато перевищують міцність виробів з граніту, або дії непередбачуваних антропогенних впливів, насамперед вандалізму, всі досліджені змінні виробу з граніту зазнали зниження лише суто декоративних параметрів (окиснення, освітлення, зменшення блиску тощо). Слід зазначити, що протягом усього часу експлуатації, який нерідко становить 50–150 років, виробу з граніту не зазнають суттєвих структурних змін та повністю зберігають свої фізико-механічні властивості і здатність витримувати навантаження. Тому жоден з українських гранітів не може бути віднесено до гранітів низької стійкості. Однак серед імпортованих гранітів та гранодіоритів нерідко зустрічаються нестійкі відміни, насамперед серед гранітів, завезених з Індії та Китаю, які нерідко характеризуються порівняно незначною атмосферостійкістю, що насамперед виражається у швидкій зміні колористичних ознак виробів з цих матеріалів (освітлення, іржавіння, намокання, виділення солей тощо) та у розтріскуванні поверхні.

Габро і габроїди. Головними факторами впливу деструктивних чинників на архітектурно-будівельні виробу з габроїдів є дія кисне- та кислотомісних вод атмосферного та ґрунтового походження на нестійкі залізовмісні мінеральні фази у складі габро, зокрема на залізисті силікати (олівіни, піроксени, амфіболи). Під дією цих розчинів проходять процеси багатостадійного окиснення та розчинення нестійких мінеральних компонентів з виділенням нерозчинних карбонатних висолів та іржавих плям оксидів і гідроксидів тривалентного заліза.

Суттєво прискорює деструктивні процеси поширення на поверхні виробів з габро наявність біогенної плівки з нижчої рослинності, особливо з лишайників та мохоподібних.

Крім того, така темна за кольором гірська порода, як габро, зазнає суттєвого перегріву під дією сонячних променів, що призводить до механічних деформацій, тріщиноутворення та фізичного руйнування виробів.

За своїм мінеральним складом габроїди є поєднанням основного плагіоклазу та моноклінного і ромбічного піроксенів у різних пропорціях. У незна-

чній кількості містяться також олівіни, амфіболи, рудні мінерали (ільменіт і піротин).

У результаті мікроскопічного дослідження зразків поверхні виробів з габроїдів, датованих XIX–XX сторіччям, встановлено, що найбільшого руйнування зазнали зерна піроксенів. Поверхня цих зерен набула матового вигляду з розширеними і поглибленими тріщинами спайності, виділеннями оксидів і гідроксидів заліза у товщі мінерального індивіду, виколами на краях зерен. Поверхня деяких зерен зруйнована з утворенням віспин розміром до 1–3 мм.

Зерна другорядних мінералів (олівін, амфібол) також зазнали руйнування, але внаслідок незначного вмісту цих мінералів у гірській породі такий процес у жодному зі зразків не призвів до зниження декоративних властивостей матеріалу.

Рудні мінерали оксидного складу (ільменіт) на поверхні виробів з габро не зазнали будь-яких видимих пошкоджень. Натомість зерна рудних мінералів сульфідного складу повністю зруйновані та заміщені агрегатами вторинних залізовмісних мінералів.

Кристали плагіоклазу основного складу залишаються майже неушкодженими, блиск полірованої поверхні зберігається, але з плином часу забарвлення зерен мінералу світлішає.

Загальне забарвлення виробів з габроїдів внаслідок процесів руйнування піроксенів та освітлення плагіоклазів поступово набуває сірого забарвлення з коричневим відтінком.

Найвитривалішими до дії зовнішніх шкідливих чинників є різновиди габроїдів з дрібними зернами породотвірних темноколірних мінералів без включень сульфідних мінералів, наприклад габроїди букинського та сліпчицького типів, до яких належить переважна більшість родовищ України.

Лабрадорити й анортозити. Класичні гігантозернисті лабрадорити з суттєво плагіоклазовим мінеральним складом є досить стійкими гірськими породами. Лабрадоритові колони, елементи облицювання та намогильні пам'ятники, встановлені на початку XX сторіччя, збереглися у практично незмінному стані, за винятком деякого по-світління. Проте, у разі наявності додаткових мінеральних фаз, окрім плагі-

оклазу, нерідко спостерігаються прояви швидкого вивітрювання виробів з лабрадориту [6].

Головними факторами впливу деструктивних чинників на архітектурно-будівельні вироби з лабрадоритів є дія кисне- та кислотовмісних вод атмосферного та ґрунтового походження на нестійкі залізовмісні мінеральні фази, зокрема на залізісті силікати (олівіни, піроксени, амфіболи), що є дуже схожим на процеси вивітрювання габроїдів. Під дією кислотних розчинів проходять процеси багатадійного окиснення та розчинення нестійких мінеральних компонентів з виділенням на поверхні виробів нерозчинних карбонатних висолів та іржавих плям оксидів і гідрооксидів тривалентного заліза.

Суттєво прискорює деструктивні процеси поширення на поверхні виробів з лабрадориту наявність біогенної плівки з нижчої рослинності, особливо з водоростей, лишайників та мохоподібних.

Крім того, така майже чорна гірська порода, як лабрадорит, зазнає суттєвого перегріву під дією сонячних променів, що призводить до механічних деформацій, тріщиноутворення і фізичного руйнування виробів.

Класичні лабрадорити являють собою суто плагіоклазові гірські породи, на поверхні яких під час мікроскопічного дослідження не виявлено жодних слідів вивітрювання, за винятком слабкої зміни забарвлення плагіоклазів з набуттям світло-зеленого відтінку. Навіть на поверхні виробів, виготовлених у XIX сторіччі, вторинні зміни виражені дуже слабо. Блиск поверхні залишається майже незмінним. До таких класичних лабрадоритів належать насамперед родовища Турчинської групи (Турчинське, Синій Камінь, Кам'яна Піч).

За наявності у складі лабрадориту другорядних залізистих мінералів, передусім залізистих силікатів групи піроксенів (моноклінні та ромбічні піроксени), спостерігаються збільшення частки слідів вивітрювання, які виражені в руйнуванні зерен цих мінералів та утворенні псевдоморфоз карбонат-слюдистого та залізистого складу, заповнених вторинним кальцитом. До цієї групи родовищ відносять гігантозерністі відміни Кам'янобрідського, Добринського, Андріївського, Осниківського родовищ.

Таким чином, за здатністю до опору чинникам шкідливої дії навколишнього середовища лабрадоритові матеріали можна розділити на дві групи:

1. Лабрадорити високої стійкості (суто плагіоклазові відміни родовищ Турчинське, Синій Камінь, Кам'яна Піч).

2. Лабрадорити середньої стійкості (збагачені темноколірними мінералами гігантозерністі відміни Кам'янобрідського, Добринського, Андріївського, Осниківського родовищ).

Пісковики і сланці є міцними гірськими породами, використання яких можливе в широкому діапазоні механічних навантажень, але їх здатність до розшарування паралельно площинам седиментації призводить до поступового руйнування виробів з пісковика і сланцю під дією коливань температури навколишнього середовища. Крім того, з огляду на значну пористість цих матеріалів, вельми актуальною є проблема забруднення поверхні виробів антропогенними аерозолями, насамперед сажею, смолами та вуглистими речовинами.

У разі наявності у пісковика карбонатного або карбонатно-глинистого цементу є значною загроза площинного руйнування поверхні виробів внаслідок розчинення цементу кислими атмосферними водами природного та антропогенного походження.

Для пісковиків є характерними ознаки вивітрювання, пов'язані з руйнуванням нестійких природних цементів, зокрема глинистого та карбонатно-глинистого складу. У разі наявності цементів цього складу на поверхні виробів спостерігаються ознаки ерозії площинного типу з утворенням додаткового рельєфу та розширенням наявних пор і каверн.

Переважає більшість виробів з пісковиків та сланців на теренах східної та південної частин України належить до другої половини XX сторіччя та початку XXI сторіччя, тому статистична обробка даних на значних часових проміжках має певну похибку. Проте слід зазначити, що інтенсивність проявів дефектоутворення різного генезису залежить від віку виробу. Вироби XIX та початку XX сторіччя несуть переважно пошкодження природного генезису з підлеглим значенням пошкоджень антропогенного походження. Вироби кінця XX сторіччя та початку XXI сторіччя несуть

на собі сліди дефектоутворення переважно антропогенного генезису.

Вапняки, мармури, травертини.

Найбільшу небезпеку для збереження механічної міцності елементів виробів з карбонатних гірських порід становлять активні міжзернові тріщини, розташовані між структурними фрагментами з неоднорідним за своїми властивостями матеріалом. У глибині та по краях тріщин процеси вивітрювання виробів є найбільш активними, що виражається максимальною швидкістю процесів корозії на свіжих площинах карбонатного матеріалу.

Значний вклад у процеси руйнування поверхні виробів з карбонатних гірських порід вносить гіпсова кірка [7], яка формується внаслідок процесів сульфатизації під час дії на карбонати антропогенних вод і газів з домішками оксидів сірки. Відшарування цієї плівки призводить до прогресуючого осипання поверхневого шару виробів та поступового розвитку мікрокарсту. Локалізація гіпсової кірки суттєво залежить від особливостей мікрорельєфу поверхні виробу. Найінтенсивнішими процеси сульфатизації є у заглибинах поверхні, де затримується волога та атмосферні забруднення.

Біологічна плівка, складена різноманітними мікроорганізмами і їх залишками, є третім за важливістю агентом руйнування поверхні виробів з карбонатних гірських порід. Мікроорганізми (бактерії, гриби, водорості та лишайники) найбільш активно руйнують поверхню виробів внаслідок хімічного та фізичного впливу на субстрат. Вельми агресивними у цьому плані є зелені та синьо-зелені органогенні плівки, які формуються внаслідок активного розмноження водоростей Chlorophyta і Cyanophyta [3].

Спектральний розподіл типових форм вивітрювання свідчить про те, що на першому часовому етапі експлуатації виробів з карбонатних гірських порід (5–10 років) переважають дефекти антропогенного походження (прояви вандалізму, втрати, тріщиноутворення, стирання поверхневого шару тощо).

На середньому (10–25 років) часовому проміжку на перший план виходять фізико-хімічні джерела шкідливого впливу на поверхневий шар. Насамперед це кислі розчини природного і антропогенного походження, які призво-

дять до втрати полірування, утворення сульфатних нашарувань, ерозії поверхневого шару.

Вироби віком більшим 25 років зазнають комплексного впливу шкідливих чинників різного генезису. У такому разі домінують впливи біогенного походження, насамперед дія органічної плівки на поверхні виробів.

Методичні засади встановлення ступеня збереженості. Для точної характеристики руйнування природного декоративного каменю необхідна стандартизація процедури опису та найменування форм вивітрювання. Раніше не існувало класифікації форм вивітрювання, такої докладної, як петрографічна. Робоча група «Природний камінь і вивітрювання» Технічного університету м. Аахен (Німеччина) розробила детальну класифікацію форм вивітрювання як основу для точної, об'єктивної і відтворюваної реєстрації та документації пошкоджень поверхні виробів з декоративного каменю [1]. Класифікація включає чотири ієрархічних рівні, усім її підрозділам та об'єктам приписані літерні символи, авторами також створено кольоровий фотоатлас [2].

На самому верхньому ієрархічному рівні виділяють 4 групи форм вивітрювання: 1 – «втрати кам'яного матеріалу»; 2 – «зміна кольору, нальоти»; 3 – «поділ на складові частини, або дезінтеграція»; 4 – «щілини, тріщини, деформації». На другому ієрархічному рівні кожна група поділена на основні форми вивітрювання, всього їх 25. На третьому ієрархічному рівні йде поділ на окре-

мі форми вивітрювання, їх вже 75. На решті, на останньому, четвертому ієрархічному рівні кожна з 75 окремих форм вивітрювання може бути додатково кількісно охарактеризована числом відповідно до інтенсивності (ступеня) вивітрювання каменю.

Прийом стандартизації дає можливість об'єктивно описати дефектність виробів з каменю. Він є інструментом кількісної оцінки процесу та швидкості різних видів руйнування, прогнозування можливих подальших руйнувань каменю і визначення способів їх попередження.

Відповідно до класифікації форм вивітрювання, викладеної у роботі [1], та результатам виконання науково-дослідної роботи «Дослідження впливу процесів вивітрювання на збереженість архітектурних пам'яток з природного каменю України» Державним гемологічним центром України було складено методичну інструкцію «Встановлення ступеня збереженості архітектурних пам'яток з природного каменю», яка визначає перелік і послідовність відповідних дій та операцій щодо кваліметричного встановлення поточного ступеня збереженості поверхні архітектурних та ритуальних пам'яток, окремих їх частин, скульптур і будівельних об'єктів, виготовлених з природного каменю.

Встановлено, що за результатами оцінки категорії дефектності виробів з декоративного каменю України числові значення індексів дефектності мають бути визначені кваліметрично у кооперації з усіма експертами, зайнятими в

роботах з вивчення, реставрації та збереження пам'ятника. Інтенсивність прояву певної форми вивітрювання обчислюється як середнє арифметичне оцінок певної форми вивітрювання, отриманих незалежно від кожного експерта. Розрахунок коефіцієнтів збереженості (К) поверхні архітектурних пам'яток з природного каменю для кожного з видів дефектів обчислюється за формулою:

$$K = (k_1 + k_2 + \dots + k_n) / n,$$

де k – кваліметричний коефіцієнт дефектності, що був визначений експертом; n – загальна кількість експертів.

За результатами дослідження стану збереженості виробів з різних видів декоративного каменю України встановлено, що сучасні еколого-кліматичні умови експлуатації кам'яних матеріалів у східній та південній частинах України слід визнати як важкі, зважаючи на суттєву природну й антропогенну агресивність вод атмосферних опадів та активність біогенних і антропогенних чинників.

Послідовне використання методики встановлення ступеня збереженості дає шлях до контролю та сертифікації заходів щодо реставрації пам'яток архітектури і по довгостроковому стеженню за їх збереженням. Методика може бути рекомендована архітекторам, інженерам, реставраторам, консультантам і менеджерам для використання під час складання проектів реставраційними і будівельними компаніями.

Використана література

1. *Fitzner B., Heinrichs K.* Damage diagnosis on stone monuments – weathering forms, damage categories and damage indices // Understanding and managing stone decay (Proc. of the Intern. Conf. "Stone weathering atmospheric pollution network (SWAPNET 2001)". Charles University in Prague) / Prague: The Carolinum Press, 2002. – P. 11-56.
2. *Fitzner B., Heinrichs K.* Photo atlas of the weathering forms on stone monuments. // <http://www.stone.twth-aachen.de> .
3. *Власов Д.Ю.* Биогенное разрушение камня в памятниках Санкт-Петербурга // Минералогия, геммология, искусство. – СПб: Изд-во СПбГУ. – 2003. – С. 99–101.
4. *Гелета О.Л.* Ринок декоративного каменю України 2001–2002 рр. // Коштовне та декоративне каменю. – 2003. – № 2 (32). – С. 37–42.
5. *Підлісний А.Л.* Декоративний камінь Житомирщини // Вісник Корпорації „Укрбудматеріали”. ПА „Медіа Світ”. – 2003. – № 4. – С. 34.
6. *Сергієнко І.А.* Стійкість виробів з лабрадориту в умовах сучасного міста // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции “Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании” 2009 // Одесса, 2009. – т. 24 – С. 14-16.
7. *Сычев Ю.И.* Патология природного камня. – М.: Полет Камня и Мы, 2009. – 284 с.

УДК 551.311.22

О.Р. БЕЛЄВЦЕВ, кандидат геологічних наук
 О.Л. ГЕЛЕТА, кандидат геологічних наук
 О.В. ГРУЩИНСЬКА, кандидат геологічних наук
 І.О. ЄМЕЛЬЯНОВ
 І.А. СЕРГІЄНКО
 С.І. ТРОХІМЕЦЬ

ДГЦУ

ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ ЗБЕРЕЖЕНОСТІ ПАМ'ЯТОК З ДЕКОРАТИВНОГО КАМІННЯ УКРАЇНИ ЗА ДОПОМОГОЮ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ЗОНДУВАННЯ

В статье рассмотрены методические приемы изучения дефектности изделий из природных декоративных камней месторождений Украины с помощью ультразвуковой дефектоскопии. При определении сохранности используется сравнение скорости распространения упругих волн в изделии и в эталонном образце из коллекции торговых марок декоративного камня.

The article deals with the study of instructional techniques defective products from natural deposits of decorative stones Ukraine using ultrasonic inspection. In determining the safety of using a comparison rate of propagation of elastic waves in the product and in the reference sample from the collection of brands of decorative stone.

У наш час декоративне каміння є одним з важливих конструкційних матеріалів. Протягом століть природний камінь використовують для виробництва скульптур, архітектурно-будівельних елементів, облицювальних плит, постаментів під монументальні та ритуальні об'єкти, плит для мостіння та каменю для брукування.

Україна є одним з найбільших виробників декоративних кам'яних матеріалів на світовому ринку. Географія відправок вітчизняного каменю у вигляді сировини або готових виробів включає Італію, Німеччину, Китай, Росію, Білорусь, країни Прибалтики, Польщу, Грузію, Азербайджан. Однак під час експлуатації кам'яних виробів декоративний камінь і вироби з нього можуть отримувати значні зовнішні та внутріш-

ні дефекти [5, 6], що нерідко призводить до фактичної втрати товарного вигляду та зниження споживчої якості. Такі події досить часто спричиняють суттєві фінансові втрати, пов'язані з ремонтом виробів з декоративного каміння, облицювання, елементів мостіння тощо.

Для вирішення цієї проблеми є необхідним періодичний контроль якості кам'яних виробів неруйнівними методами досліджень, з яких найбільш вживаною є ультразвукова дефектоскопія [1]. Ультразвукові хвилі у твердих тілах у наш час знаходять широке застосування на практиці. Висока чутливість ультразвукових хвиль до неоднорідності середовища дозволяє визначити наявність і характер дефектів у матеріалах, «непрозорих» під час дослідження ін-

шими методами. Удосконалення техніки експерименту, розширення діапазону частот пружних хвиль поряд з розвитком теоретичних уявлень про механізм поширення пружних хвиль у твердих тілах привели до того, що ультразвукові методи стали незамінними у фізиці твердого тіла та в дослідженні якісних характеристик конструкційних і будівельних матеріалів.

У силовому електронному блоці дефектоскопу створюється короткий імпульс електричної напруги. Цей імпульс подається на датчик, основою якого є кварцова п'єзоелектрична пластина. За рахунок зворотного п'єзоефекту товщина пластини змінюється пропорційно напрузі на її обкладках [3].

Зовнішня сторона п'єзопластини є робочою поверхнею датчика. Вона при-

тискається до поверхні еталонного зразка або виробу з декоративного каменю. У результаті в зразку збуджується поздовжня хвиля – короткий імпульс у вигляді декількох періодів синусоїдального сигналу. Цей імпульс поширюється у зразку і відбивається від можливих розсіювачів та фізичних меж. Розсіяний сигнал може бути прийнятий або тим самим датчиком, або другим аналогічним датчиком, розташованим в іншому місці поверхні матеріалу. При прийомі акустична хвиля призводить до зміни товщини п'єзопластини датчика, внаслідок чого спостерігається виникнення електричного сигналу за рахунок прямого п'єзоефекту [2].

Прийняті сигнали обробляються приймальним електронним блоком і відображаються на моніторі дефектоскопа. За їх амплітудою і затримкою за відомої швидкості хвилі можна знаходити глибину залягання і силу розсіювачів (дефектів або фізичних поверхонь середини зразка [4]).

Під час проведення вимірювань важливо забезпечити належний контакт між поверхнями датчика і зразка, для того щоб пружна хвиля могла проходити з одного тіла в інше без зайвих енергетичних втрат («акустичний контакт»). У разі простого стиснення двох поверхонь вони контактують одна з одною лише в невеликій кількості точок, тому що завжди є певні шорсткості і нерівності. У результаті через велику різницю акустичних імпедансів повітря і твердого тіла проходження акустичної хвилі через розділу виявляється дуже неефективним. Щоб обійти зазначений ефект, поверхню контакту зазвичай змочують рідиною або гелем, які, на відміну від повітря, близькі за акустичним імпедансом до матеріалу зразків. У цій роботі такою рідиною є вода або вазелінове масло, невелика кількість якого наноситься на поверхню контакту. Зазначимо, що навіть у разі слабого притиснення датчика до зразка шар контактної рідини досить тонкий, тобто він не впливає на характеристики випромінених і прийнятих сигналів.

На сьогодні питання ультразвукового визначення стану збереженості виробів, виготовлених з декоративного каменя родовищ України, є малодослідженим, особливо у частині методичних рекомендацій щодо визначення ін-

тенсивності розвитку дефектів, спричинених дією шкідливих факторів навколишнього середовища.

У 2014 році в Державному гемологічному центрі України (далі – ДГЦУ) проходив заключний етап науково-дослідної роботи «Створення методики визначення стану збереженості пам'яток з декоративного каміння України за допомогою ультразвукового зондування».

Науково-дослідна робота була виконана в ДГЦУ на основі польових та лабораторних досліджень швидкості поширення поверхневих ультразвукових хвиль у виробках з природного декоративного каміння. Для виконання робіт використовувався ультразвуковий п'єзоелектричний дефектоскоп MATEST C372N з частотою ультразвукових коливань 55 кГц та зразки декоративного каміння з колекції еталонів ДГЦУ.

Досліджено швидкість поширення пружних поверхневих хвиль Релея у поверхневих шарах виробів з декоративного каміння. Збудження пружних хвиль здійснювалось за допомогою п'єзоелектричних перетворювачів, що утворюють пружні імпульси на кілогерцових частотах. Приймання сигналу виконувалось таким самим п'єзодатчиком. Якщо відстань між джерелом і приймачем є відомою, то дефектоскоп можна застосувати для вимірювання швидкості пружних хвиль в однорідних матеріалах. Саме для таких вимірювань використовується дефектоскоп у нашій роботі.

Під час встановлення стану збереженості використовується порівняння швидкості поширення пружних хвиль Релея в матеріалі виробу з декоративного каміння та в матеріалі еталонного зразка певної торгової марки декоративного каміння з колекції ДГЦУ.

Завдання оператора полягає у спостереженні на моніторі дефектоскопу електричних сигналів, що відповідають надходженню на датчик пружних поверхневих хвиль, і в реєстрації мінімального часу поширення зазначених хвиль (t) між випромінювачем та детектором.

Швидкість пружних ультразвукових хвиль (V) обчислюється шляхом ділення відстані між випромінювачем і детектором (L) на мінімальний час проходження хвилі (t), який було зафіксовано прибором:

$$V = L / t$$

Враховуючи певну анізотропію природних гірських порід, для підвищення достовірності даних слід зробити від 15 до 20 вимірювань у різних точках виробу, що досліджується.

Відстань між приймачем та випромінювачем (L) має знаходитись у межах 100-300 мм.

У ролі параметра, який характеризує ступінь збереженості виробів з декоративного каміння, використовується акустичний коефіцієнт (K_a) [5], який дорівнює відношенню швидкості (V'), що була виміряна на об'єкті, до швидкості в еталонному зразку з колекції ДГЦУ (V):

$$K_a = V' / V$$

Чим більшим є ступінь пошкодження матеріалу виробу внаслідок процесів вивітрювання, тим меншим буде значення акустичного коефіцієнта K_a . Якщо значення $K_a=1$, то ознаки пошкодження від дії шкідливих факторів відсутні. Якщо значення $K_a=0$, то дефектність матеріалу виробу є надзвичайно високою, що свідчить про потребу реставрації або повної заміни виробу.

У разі відсутності еталонного зразка в колекції ДГЦУ (наприклад, якщо родовище вже не розробляється) визначення стану збереженості проводиться за допомогою еталонних зразків з колекції ДГЦУ, які є найбільш подібними за мінералого-петрографічною характеристикою та текстурними особливостями.

Прогнозування залишкового терміну експлуатації виробу (пам'ятки, облицювання, деталі тощо) базується на кореляції часу експлуатації з діагностичним параметром – акустичним коефіцієнтом (K_a).

Довговічність (D) певного виду природного каменю є часовим проміжком експлуатації ряду виробів певної торгової марки між значеннями акустичного коефіцієнту $K_a=1$ (пошкодження відсутні) і $K_a=0$ (пошкодження значні).

При лінійній кореляції акустичного коефіцієнту (K_a) з довговічністю (D) залишковий ресурс (R) обчислюється за формулою:

$$R = D - T,$$

де T – поточний час експлуатації виробу (в роках).

Метод оцінки стану збереженості виробів та прогнозування залишкового ресурсу за допомогою встановлення поточних акустичних коефіцієнтів є вельми простим і зручним. Такий метод дозволяє оцінювати стан (ступінь деградації) матеріалу виробу безпосеред-

ньо у ході будівництва, ремонту або реставрації, не демонтуючи виріб чи його деталь, не вирізаючи з неї зразків і не проводячи додаткових лабораторних досліджень.

Отримані дані можуть бути використаними для визначення залишкового ресурсу виробу безпосередньо у польових умовах.

Дослідження довговічності природного каміння з родовищ України сприятиме більш широкому використанню вітчизняних декоративних матеріалів з архітектурно-будівельною метою як у нашій країні, так і за кордоном, підвищенню стійкості виробів та оптимальному підбору типів декоративного каміння до певних умов експлуатації.

Використана література

1. Красильников В.А. Введение в акустику: Учебное пособие. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 199. – 152 с.
2. Красильников В.А., Крылов В.В. Введение в физическую акустику. – М.: Наука, 1984. – 403 с.
3. Кайно Г. Акустические волны. Устройства, визуализация и аналоговая обработка сигналов. / Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – 656 с.
4. Ермолов И.Н., Алёшин Н.П., Потапов А.И. Неразрушающий контроль. Книга 2: Акустические методы контроля: практическое пособие. / Под ред. Сухорукова В.В. – М.: Высшая школа, 1991. – 283 с.
5. Сычев Ю.И. Патология природного камня. – М.: Полет Камня и Мы, 2009. – 284 с.
6. Ярг Л.А. Изменение физико-механических свойств пород при выветривании. – М.: Недра, 1974. – 192 с.

УДК 55.552.12

К.О. КАСЬЯНЕНКО, аспірант

КНУ ім. Т. Шевченка

Петрографія виробного та будівельного каміння стародавнього міста-держави ольвії

Результаты исследований показали, что ольвиополиты в качестве строительного и поделочного камня использовали как местные, так и привозные камни. Среди исследуемых образцов наибольший интерес представляют привозные вулканыты. Было установлено, что вероятным регионом добычи вулканических пород была территория Средиземно-морья, особенно побережья Эгейского и Мраморного морей.

The results showed that olviopolites as building and ornamental stones used both local and imported stones. Among the samples of greatest interest are imported volcanites. It was found that the probable region of volcanic rock mining area was Mediterranean coast, especially the coast of Aegean and Marmara Seas.

Ольвія – це стародавнє античне місто-держава, створене грецькими переселенцями у VII–VI ст. до н. е. Розташоване на півдні України на правому березі Бузького лиману. На його базі створено історико-археологічний заповідник «Ольвія». Слід зазначити, що серед античних міст Північного Причорномор'я Ольвія досліджена найбільш систематично. Проте з геолого-мінералогічної точки зору вона до останнього часу залишається «білою плямою», хоча сучасний стан її вивчення дозволяє провести серію петрографічних досліджень. Адаже саме петрографічні методи дають можливість не лише ідентифікувати будівельне та виробне каміння, а й зробити висновки стосовно його походження.

Мета роботи: продемонструвати можливість використання петрографічних ознак будівельного та виробного каміння з археологічних пам'яток для з'ясування вірогідних місць видобутку та шляхів постачання цього каміння.

Об'єкт досліджень: виробне та будівельне каміння стародавнього міста-держави Ольвії.

Ольвія – це стародавнє античне місто-держава, створене грецькими переселенцями. Розташоване на півдні України на березі Бузького лиману (фото 1). На його базі створено історико-археологічний заповідник «Ольвія». Вивченню Ольвії присвячена велика кількість наукових робіт [1, 2]. В історії досліджень Ольвії можна виділити два основних періоди [4], кожен з яких складається кількома етапами.

I період (кін. XVIII – межа XIX–XX ст.) – від визначення місцезнаходження Ольвії після приєднання до Росії земель між Бугом та Дністром до початку систематичних археологічних досліджень. Цей період з погляду науки характеризується складанням кількох топографічних планів Ольвії, епізодичними археологічними розкопками на городищі та некрополі, окремими спробами збереження пам'ятки від руйнування. Паралельно з цим набувають великих

масштабів грабіжницькі розкопки та зростає руйнація пам'ятки.

II період (межа XIX–XX ст. – до сьогодні) – від початку систематичних археологічних досліджень у 1900 р. до порушення питання про надання державному історико-археологічному заповіднику «Ольвія» статусу національного. Для цього періоду характерне поступове зростання рівня наукових археологічних розкопок та польової документації. Пам'ятка вже перебуває під охороною держави, а грабіжницькі розкопки підлягають кримінальній відповідальності. Місцезнаходження Ольвії було встановлено у 90-х роках XVIII ст. академіком П.С. Палласом, який у 1794 р. відвідав м. Миколаїв.

Мінералого-петрографічні дослідження Ольвії розпочинаються лише з середини 70-х початку 80-х XX ст. В.Ф. Петруньом. Він запровадив новий напрямок в науку – археологічна петрографія. Уже перші його дослідження показали, що використання мінералогічних та петрографічних методів значно розширює можливості та підвищує



Фото 1. Загальний вигляд реконструйованої частини міста Ольвії [7]



Рисунок 1. Зображення с. Парутино на схематичній карті Очаківського району

ефективність археологічних досліджень. В.Ф. Петрунь власноручно зібрав багатотисячну колекцію петрографічних зразків та археологічних артефактів. Результати археолого-петрографічних досліджень В.Ф. Петруня дозволили зробити багато важливих історичних висновків щодо джерел кам'яної сировини первісної людини, шляхів розповсюдження товарів, міграції народів тощо [3].

На сучасному етапі територія заповідника становить 265,7 га (30 га городище, 235,7 га некрополь), згідно з Положенням «Про Державний заповідник «Ольвія»» (від 24.12.1994 р.). Нині до заповіднику належать невеличкий музей, фондосховище, лапідарій, наукова бібліотека, кілька літніх житлових будинків.

Фактичний матеріал та методологія досліджень. В основу роботи покладено фактичний матеріал, зібраний автором під час польових робіт у 2011 р. Зокрема, було відібрано 112 зразків гірських порід, які використовували ольвіополіти для виготовлення знарядь праці, побутових виробів та як будівельний матеріал (фото 2–5).

З метою порівняння відібраних зразків з природними виходами гірських порід, розповсюдженими в районі Ольвії, було проведено оглядовий геологічний маршрут уздовж корінного берега Бузького лиману. Це дало можливість розділити всі відібрані зразки на ті, що ілюструють вироби та будівельні матеріали, виготовлені з місцевого природ-

ного каміння, а також ті, для яких використані привізні гірські породи.

Для виробного та будівельного каміння, виготовленого з місцевих гірських порід, автор обмежився лише макроскопічною характеристикою найбільш представницьких зразків.

Усі зразки гірських порід, що ілюструють привізні вироби та будівельне каміння, при подальших лабораторних дослідженнях було попередньо класифіковано на чотири групи: 1) гірські породи магматичного походження, 2) гірські породи осадового походження, 3) гірські породи метаморфічного походження та 4) гірські породи нез'ясованого походження. З кожної групи було відібрано по декілька найтипівіших зразків для виготовлення прозорих петро-

Таблиця 1. Петрографічна класифікація досліджуваних порід

Генетичні типи	Класи	Назви порід	Вироби
Магматичні	Гіпабісальні	Габродіабаз	Ступи для дроблення зерна, корита і кормушки для скота, пращовий камінь, зернотерки, жорна
	Вулканічні: <u>ефузивні</u> - кайнотипні, - палеотипні; <u>пірокластичні</u> - кайнотипні, - палеотипні	Сублужні авгітофірові базальти, палеотипні андезитові порфірити, кайнотипні вітролітокристалокластичні туфи, андезитова лавобрекчія	
Метаморфічні	Метаморфічні	Амфіболіти	Оздоблювальне каміння, гирі, грузила, зустрічається у кладці стін
	Метапеліти	Карбонат-кварцовий, мусковіт-кварцовий, епідот-хлорит-актинолітовий	
	Метакарбонати	Мармури	
Осадові	Уламкові	Пісковики	Грузила, пращовий камінь, черепиця для покрівлі будинків, саркофаги, нагробні стели
	Органогенні	Вапняки	



Фото 2. Знаряддя праці з вулканічного туфу, призначене для молотіння зерна. Зразок з музею Ольвії



Фото 3. Кам'яна пічка із залишками кострища, вимощена породами переважно немісцевого походження. Розкопки 2011 р.



Фото 4. Розкопана стінка жилого приміщення, складена переважно місцевими породам. Розкопки 2011 р.



Фото 5. Вхід до Зевсового кургану, облицьований місцевим вапняком

графічних шліфів для подальших мікроскопічних досліджень. Всього було виготовлено і опрацьовано 20 шліфів.

Для подальшого вивчення шліфів були застосовані звичайні для петрографічних досліджень методи оптичної мікроскопії та кристалооптики. Шліфи досліджувалися в прохідному поляризованому світлі з застосуванням поляризаційних мікроскопів МП-3 та ПОЛАМ РП-1. Виконані дослідження дозволили уточнити діагностику гірських порід, визначити їх структурно-текстурні особливості, якісний та кількісний мінеральний склад, а також кристалооптичні характеристики головних породоутворюючих мінералів.

Петрографічна класифікація відібраних зразків виробного та будівельного каміння. Перш ніж петрографічно класифікувати виробне та будівельне каміння Ольвії, треба зазначи-

ти, що за своїм походженням його можна поділити на місцеве та привізне.

Всі зразки, що ілюструють виробни та будівельне каміння місцевого походження, належать до типу осадових гірських порід, які поділяють на три класи – уламкові породи, хомогенні та органогенні. Усі досліджувані привізні породи, які використовували ольвіополіти, представлені такими генетичними типами: магматичні, метаморфічні та осадові породи (табл. 1).

Серед досліджуваних зразків найбільше магматичних порід, які представлені двома класами: гіпабісальним (габродіабаз Ол-17) та вулканічним. Серед вулканічних порід додатково розрізняють ефузивні та пірокластичні відміни. Ефузивні включають кайнотипні сублужні авгітофірові базальти (Ол-2, Ол-3, Ол-6), а також палеотипні плагіоклазові порфірити (Ол-1, Ол-8). Пірокластичні відміни представлені кайно-

типними вітролітокрystalокластичними (Ол-27) і літокластичними (Ол-13) туфами, а також палеотипними андезитовими лавобрекчіями (Ол-8).

Метаморфічні породи представлені амфіболітами (Ол-14), мармурами (Ол-11, Ол-9) і сланцями (Ол-16, Ол-17, Ол-7).

Осадові породи репрезентовані пісковиками (Ол-22, Ол-25, Ол-26) та органогенними вапняками (Ол-206, Ол-19).

Ольвіополіти також широко застосовували привізне каміння. Так наприклад, мрамур дуже часто використовувався як оздоблювальне каміння. З нього виготовляли колони, скульптури, нагробні стели, крім того, парадний посуд. Глобігеріновий рожевий вапняк дуже часто застосовували як черепицю для покрівлі жилих приміщень. Вироби з туфів та більшості магматичних та метаморфічних порід використовували в побуті.

Виробне та будівельне каміння місцевого походження. Виконані дослідження показали, що ольвіополіти використовували місцеві гірські породи переважно як будівельне каміння (фото 5). З них будували жилі приміщення, вимощували зернові ями. Дуже часто, разом з привізним мармуром, з місцевого вапняку виготовляли саркофаги. Слід зауважити, що серед досліджених зразків будівельного каміння місцевих гірських порід набагато менше, ніж привізних. Найхарактернішими місцевими породами, використовуваними в будівництві, є вапняки, гравеліти і пісковики.

Зауважимо, що більшість місцевих осадових порід мають настільки характерні макроскопічні ознаки, що добре діагностуються візуально, і тому не потребують додаткових мікроскопічних досліджень. Нижче наведена їх узагальнююча макроскопічна характеристика.

Дрібнооолітовий вапняк має масивну текстуру, часто з «ходами», саме за цими ознаками його легко розпізнати у кладці різноманітних будівельних комплексів. У корінних відслоненнях такий вапняк спостерігається в самому їх підніжжі. Крім цього, присутні конгломератові відміни, які вміщують плескуваті уламки цього вапняку. Значно рідше зустрічаються гальки дрібнозернистого черепашнику. Такий вапняк легко руйнується під дією вивітрювання, що можна прослідкувати на поверхні будівельних споруд. Інколи їх верхня частина зруйнована майже до рихлого стану, де вапняк розпадається на дрібні ооліти.

Вапняк-черепашник має різні текстурні відміни: ясно-жовтий крупностульчастий, ясно-сірий та білий дрібностульчастий, щільний перекристалізований детрито-черепашковий білий вапняк, тупоїподібний черепашник з численними відбитками та рештками гастропод, мергелясті відміни подібних порід. До місцевих порід також слід віднести сірувато-білі, грубозернисті пісковики та гравійники з кальцитовим цементом, які відслонюються у вигляді окремих лінз, що залягають вище шару оолітових вапняків. З цих порід виготовлені різноманітні грузила та оброблені камені в районі пристані Ольвії.

Гравеліти складені кутастими та обкатаними зернами кварцу різноманітного забарвлення – від ясно-сірого до молочного, польовими шпатами, халце-

доном, кремнієм. Вони досить крихкі і не стійкі до вивітрювання, це можна побачити на будівлі з цистерною.

Дрібнозернисті кварцові пісковики з кальцитовим цементом інколи вміщують незначну кількість слюди. У деяких випадках їм властива сланцюватість. Часто вони зустрічаються у вигляді буханкоподібних стягнень.

Виробне та будівельне каміння немісцевого (привізного) походження. Магматичні породи гіпабісального класу. Габро-діабаз. Порода однорідно забарвлена, зелено-сірого кольору. Структура повнокристалічна, нерівномірностерниста, середньо-крупностерниста розмір зерен коливається від 0,5 до 15 мм. Текстура масивна. Макроскопічно розрізняють зерна плагіоклазу (85%) та мафічних мінералів (15%). Мікротекстура: плямиста, що проявляється у скупченні зерен піроксену та рогової обманки. Мікроструктура повнокристалічна, нерівномірностерниста, дрібно-крупностерниста, розмір зерен коливається від декількох десятків мм до 10–12 мм. Мінеральний склад: головні – плагіоклаз (75–80%), клинопіроксен (9–10%), акцесорні – апатит (1,5%), сфен (1%), рудний мінерал (1%) вторинні – кварц (4,5%), рогова обманка (2%).

Плагіоклаз утворює подовжено-призматичні зерна розміром до 10 мм. Зерна подекуди змінені, сирицитизовані, інколи тріщинуваті. Присутні чіткі полісинтетичні двійники як в одному, так і у двох напрямках. Місцями двійники не досягають меж зерна. Максимальне симетричне згасання в зоні (010) 20° , що відповідає андезину. **Клинопіроксен** безбарвний, інколи з ледь зеленуватим забарвленням. Зерна ідіоморфні короткостовпчастої форми, інколи неправильної. У більшості випадків вони утворюють скупчення з 3–4 зерен розміром до 2,3 мм, розмір поодиноких зерен 0,2–0,4 мм. Присутні зерна з низькими кольорами інтерференції і косим згасанням відносно спайності (кут згасання $cNg=+37^\circ$). В окремих перетинах добре проявлені дві системи спайності під кутом близько 87° . Часто зерна частково заміщуює рогова обманка. **Кварц** виступає як вторинний мінерал по плагіоклазу, виповнює простір між зернами і тріщинами. Розмір зерен від кількох сотих мм до 0,2–0,4 мм. Форма ізометрична, неправильна. Зга-

сання хвилясте. **Рогова обманка** представлена зернами неправильної форми та призматичної розміром 0,2–0,3 мм. Забарвлена у зелений колір з чітким плеохроїзмом від темно-зеленого до світло-зеленого. Рельєф високий, позитивний, показник заломлення вищий за 1,55. **Апатит** утворює одиничні правильні кристали подовжено-призматичної форми розміром 0,2 мм. Слабка шагрєнева поверхня та позитивний рельєф відповідають $n=1,60-1,65$. У схрещених ніколях максимальні кольори інтерференції сірі 1-го порядку $Ng-Np=0,005$. Згасання у видовжених перетинах пряме з негативним подовженням. **Сфен** представлений 4 зернами на весь шліф. Зерна ідіоморфні клиновидної форми. В одному ніколі сіро-коричневого забарвлення. Розмір найменшого зерна 0,1 мм, найбільшого – 0,4 мм. **Рудний мінерал** зустрічається у вигляді зерен неправильної форми розміром 0,1–0,2 мм.

Магматичні породи вулканічного класу. Базальт сублужний авгітофіровий. Зелено-сіра порода, на вивітреній поверхні та частково в порях жовто-оранжевого відтінку. Текстура пориста, пори дрібні (0,5–3 мм), неправильної форми. Розподілені рівномірно, орієнтація пор відсутня. Структура порфірова, розмір вкраплень від 1 до 5 мм. Порфірові вклучення скдені піроксенном, плагіоклазом та біотитом, які рівномірно розподілені по породі. Загальна маса напівкристалічна (рис. 2). Мікротекстура пориста, вони займають близько 5% об'єму породи, розподілені рівномірно і мають розмір від 0,2 до 1 мм. Загальна мікроструктура породи – порфірова, структура загальної маси – напівкристалічна. Вкраплення складають близько 30% об'єму породи, розподілені рівномірно, не утворюють скупчень і не мають орієнтування, нерівномірностернисті, розміром від 0,1–0,2 мм до 3,5 мм. Мінеральний склад: порфірові вкраплення – авгіт (15%), плагіоклаз (10%), біотит (4%), усе інше – рудний мінерал і ортопіроксен; загальна маса – плагіоклаз (27%), піроксени (4%), біотит (3%), рудні мінерали та апатит (2–3%).

Авгіт представлений двома формами виділень, перша представлена короткостовпчастими зернами з характерним поперечним перерізом у вигляді восьмикутників, інколи зустрічаються

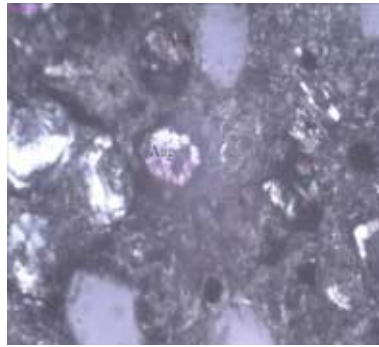
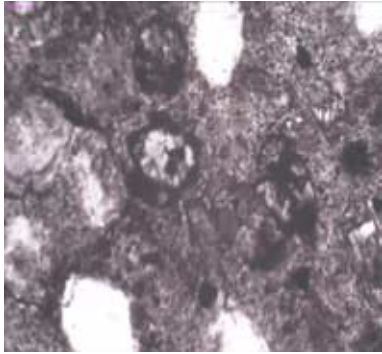


Рисунок 2. Фрагмент шліфа, порфірова структура сублужного базальту. Шліф Ол-3. Зображення під поляризаційним мікроскопом – без аналізатора (зліва) та з введеним аналізатором (справа). Розмір зображення 2x1,5 мм

довгопризматичні зерна довжиною до 1 мм. Подекуди 3–4 зерна восьмикутної форми утворюють скупчення в асоціації з рудними мінералами. Друга форма – це поодинокі ксеноморфні зерна розміром 0,3–0,7 мм. Згасання відносно спайності косо +39°. Також зустрічаються зруйновані зерна, де авгіт частково переходить у загальну масу породи. Кольори інтерференції стандартні для авгіту, проте є зерна з аномально низькими кольорами інтерференції. Для деяких зерен притаманні прості та полісинтетичні двійники (рис. 3). Подекуди біля зруйнованих зерен розвивається біотит. Плагіоклаз представлений ідіоморфними короткотаблитчастими кристалами розміром від 0,2 до 1 мм.



Рисунок 4. Фрагмент шліфа, тонкозональний плагіоклаз сублужного базальту. Шліф Ол-3. Зображення під поляризаційним мікроскопом з введеним аналізатором. Розмір зображення 2x1,5 мм (зліва), 0,8x0,6 мм (справа)

Для зерен характерна різка тонка зональність (рис. 4). Нараховується до 10 таких зон. Зустрічаються зерна таблитчастої форми з чіткими двійниками без зональності, зерна чисті, вторинні зміни не спостерігаються. Біотит представлений двома генераціями. Перша – лускоподібні зерна з виявленою досконалою спайністю, зерна від жовтуватого до бурого забарвлення з різко вираженим плеохроїзмом від блідо-жовтого до зелено-бурого кольорів.

Друга – заповнює міжзерновий простір та розвивається по крайових частинах зерен авгіту. Ортопіроксен представлений поодинокими, злегка жовтуватими зернами неправильної форми, розміром до 1 мм. Мають сильний рельєф та шагрень і дуже низькі кольори інтерференції. Спостерігається добре виражена спайність у двох напрямках. Апатит прозорий, зерна ідіоморфні, голкоподібної та неправильної форми, довжиною кілька десятків мм. Рудний мінерал присутній як у вкрапленнях, так і в загальній масі. У вкрапленнях він округлої та неправильної форми розміром від 0,02 до 0,3 мм, непрозорий, чорного кольору. У загальній масі він більше схожий на рудний пил. Основна маса напівкристалічна гіалопелітова, частково пориста. Складається приблизно з однакової кількості вулканічного скла та мікролітів. Мікроліти складені плагіоклазом, біотитом, піроксеном та рудними мінералами. Розмір мікролітів не більше 0,15 мм. Плагіоклаз в основній масі представлений подовженими призматичними, голчастими мікролітами, довжиною 0,02–0,06 мм. Деякі з них утворюють добре виражені двійники. Біотит та піроксен голчастої форми, розміром до 0,1 мм, повністю схожі на ті, що складають вкраплення. Рудний мінерал утворює неправильні, подекуди округлі зерна різного розміру від кількох сотих до десятків мм. У загальній масі розподілені нерівномірно, місцями схожі на рудний пил. Вулканічне скло прозоре, заповнює простір між мікролітами, в деяких зернах містяться незначні вклю-

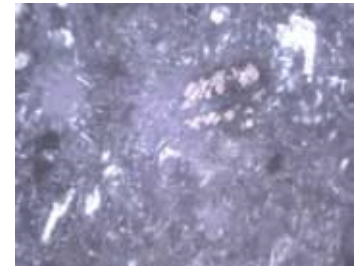


Рисунок 3. Фрагмент шліфа з полісинтетичними двійниками авгіту сублужного базальту. Шліф Ол-3. Зображення під поляризаційним мікроскопом з введеним аналізатором. Розмір зображення 2x1,5 мм

чення, ізотропне, має показник заломлення 1,53.

Базальт сублужний авгітофіровий.

Порода сіро-зеленого кольору з плямами зелено-оливкового відтінку. Текстура плямиста. Загальна структура порфірова, розмір таких вкраплень від 0,5 до 0,7 мм, структура загальної маси прихованокристалічна. Порфірові вкраплення складені піроксенами, плагіоклазами та слюдистими мінералами, що рівномірно розподілені по породі. Мікротекстура такситова, що проявляється у скупченні зерен піроксену та епідоту, розмір таких скупчень від 1,5 до 3,5 мм. Загальна мікроструктура породи порфірова, структура загальної маси напівкристалічна, близько 30 % її об'єму складають нерівномірно розподілені вкраплення розміром від 0,2 до 3,5 мм. Мінеральний склад: вкраплення – авгіт (10,5 %), плагіоклаз (8 %), епідот (5 %), біотит (2 %), апатит (3 %), рудні мінерали (1,5 %); загальна маса – плагіоклаз (30 %), піроксени (5 %), біотит (3 %), рудні мінерали (1–2 %), вулканічне скло (близько 30 %).

Авгіт, як і в шліфі Ол-3, представлений двома формами виділень, перша представлена короткостовпчастими зернами з характерним поперечним перерізом у вигляді восьмикутників з добре розвиненими гранями пінакоїда (рис. 5), друга форма – це поодинокі ксеноморфні зерна розміром 0,2–0,6 мм. Також присутні зерна з простими та полісинтетичними двійниками.

Плагіоклаз представлений ідіоморфними короткотаблитчастими кристалами розміром від 0,3 до 1 мм з добре вираженими полісинтетичними двійниками, показник заломлення вищий за 1,54, зерна змінені, побиті тріщинами,

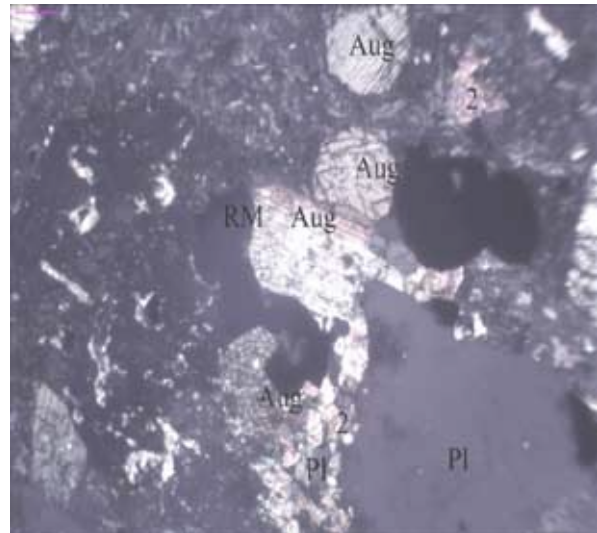
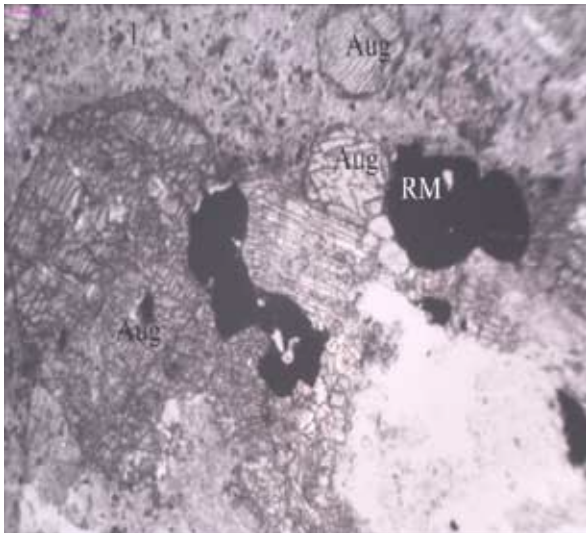


Рисунок 5. Фрагмент шліфа із зображенням зерен авгіту сублужного базальту, 1 – загальна маса, 2 – епідот. Шліф Ол-2. Зображення під поляризаційним мікроскопом – без аналізатора (зліва) та з введеним аналізатором (справа). Розмір зображення 2x1,5 мм

сирицитизовані. *Біотит* представлений лускоподібними, пластинчастими зернами розміром до 0,3 мм з вельми досконалою спайністю, зерна інтенсивно забарвлені в буро-коричневі відтінки з різко вираженим плеохроїзмом та прямим згасанням, рельєф позитивний з помітною шагреновою поверхнею. *Епідот* має зеленувато-жовте забарвлення, розвивається по авгіту, утворюючи

Структура порфірова. Видовжені вкраплення плагіоклазу розподіляються нерівномірно і складають біля 30 % об'єму породи. Загальна маса породи сильно змінена напівкристалічна. Мікротекстура такситова, що проявляється у скупченні зерен плагіоклазу та біотиту. Мікроструктура порфірова. Порфірові вкраплення представлені поодинокими зернами і скупченнями плагіоклазу. Та-

Плагіоклаз утворює індивідуальні зерна таблитчастої форми, часто декілька таких зерен утворюють гломеропорфірові (рис. 6) зростки розміром до 3 мм. Зерна сильно тріщинуваті, по тріщинах розвивається альбіт, деякі сюсюритизовані. Присутні чіткі полісинтетичні двійники, що розділяються тріщинами. Максимальне симетричне згасання в зоні (010) 18о, що відповідає анде-

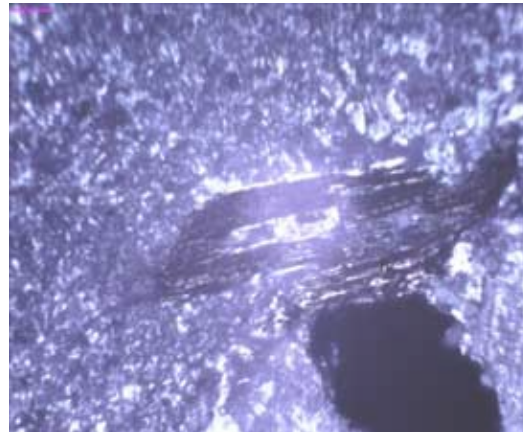
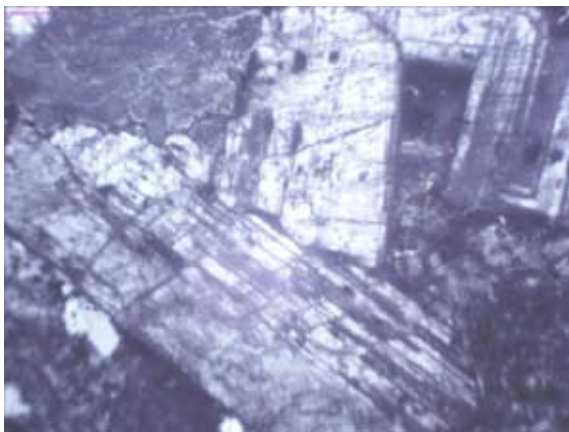


Рисунок 6. Фрагмент шліфа з гломеропорфіровими зростками плагіоклазу палеотипного андезитового порфіриту. Шліф Ол-1. Зображення під поляризаційним мікроскопом з введеним аналізатором. Розмір зображення 2x1,5 мм

Рисунок 7. Фрагмент шліфа із зерном хлоритизованого біотиту палеотипного андезитового порфіриту. Шліф Ол-1. Зображення під поляризаційним мікроскопом з введеним аналізатором. Розмір зображення 2x1,5 мм

довкола нього широкі кайми розміром до 0,5 мм, при цьому захоплює зерна апатиту та рудного мінералу, розмір таких утворень до 3,5 мм.

Палеотипний андезитовий порфірит. Порода сірого кольору із світло-зеленим відтінком. Текстура плямиста.

кож присутні кумулати діоритового складу. Мінеральний склад: вкрапленки – плагіоклаз (22 %), біотит (4 %), вторинні альбіт та хлорит (2 %), апатит та рудний мінерал (2 %); загальна маса – плагіоклаз (65 %), біотит (5 %).

зину. Часто у вкрапленнях плагіоклазу помітні численні, досить мілкі вclusions біотиту. Зустрічаються також вrostки рудного мінералу та апатиту. *Біотит*. Можна прослідкувати дві форми виділення. Перша таблитчаста, зерна розміром до 2,3 мм. Друга дрібнолускувата, розмір лусок кілька сотих мм. Зерна забарвлені у коричнево-зелений колір, інколи з зелено-синім відтінком, який надає хлорит (рис. 7). Зерна з чітким плеохроїзмом від зелено-коричневого до коричнево-бурого. *Апатит* представлений прозорими зернами голчастої та ізометричної форми, дуже часто проростає у плагіоклазі. *Загальна маса*

складена плагіоклазом та лусками біотиту. Дуже сильно розкриталізована та змінена.

Палеотипний плагіоклазовий порфірит. Порода світлого зелено-сірого забарвлення. Текстура масивна. Структура порфірова. Порфірові вкраплення світло-сірого кольору рівномірно розподілені по породі. Займають 25–30 % усього об'єму породи. Розмір вкраплення 0,4–0,5 мм. Мікротекстура масивна. Мікроструктура порфірова. Зростки ідіоморфних кристалів плагіоклазу розміром 0,5–0,7 мм, хлоритизованих та карбонатизованих темноколірних мінералів – 0,4–0,7 мм, кварц, епідот та рудний мінерал складають 30–35 % об'єму породи. Загальна маса породи має сильно змінену кристалічну структуру з безладно-орієнтованими мікролітами плагіоклазу, кварцу та темноколірних мінералів. Розмір мікролітів від кількох сотих до кількох десятих мм. Мінеральний склад: вкрапленики – плагіоклаз (15–20 %), хлоритизовані та карбонатизовані темноколірні мінерали (7 %), кварц (4,5 %), рудний мінерал (2 %), епідот (1,5 %); загальна маса – плагіоклаз (55–60 %), кварц (2–2,5 %), змінені темноколірні мінерали (2–2,5 %).

Пірокластичні породи. Вітролітокристалокластичний туф. Порода на поверхні сіро-зеленого кольору з великими плямами від світло-сірого до майже білого кольору. Текстура масивна. Структура літокристалокластична. Мікротекстура плямиста, що проявляється наявністю породних включень та окремих кристалів у породі. Мікроструктура породи вітролітокристалокластична; структура цементуючої маси прихованокристалічна (рис. 8).

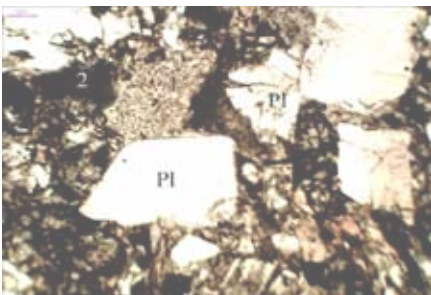


Рисунок 8. Фрагмент шліфа з вітролітокристалокластичною структурою вулканічного туфу. 1 – літокластичний уламок; 2 – матрикс цементуючої маси. Шліф Ол-27. Зображення під поляризаційним мікроскопом без аналізатора. Розмір зображення 2x1,5 мм

Мінеральний склад: кристалокласти – плагіоклаз (45 %), клинопіроксен (10 %), олівін (4 %), рудний мінерал (1 %); літокласти (20 %), вітрокласти (10 %); цементуюча маса (10 %). Кристалокласти мають дуже добру збереженість, уламки неокатані, гострокутні (рис. 9).

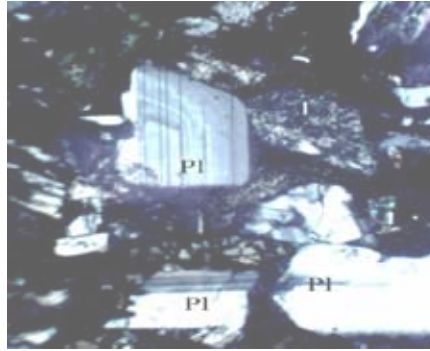


Рисунок 9. Фрагмент шліфа з кристалами плагіоклазу та ліпоїдними уламками вулканічного туфу. 1 – літоїдний уламок. Шліф Ол-27. Зображення під поляризаційним мікроскопом з введеним аналізатором. Розмір зображення 2x1,5 мм

Плагіоклаз ідіоморфнозернистий таблитчастої форми. Розмір до 0,4 мм. Зерна свіжі, прозорі. В них дуже добре проявлені полісинтетичні двійники. Вторинні зміни не спостерігаються. У деяких зернах можна помітити сліди попереднього руйнування та доростання кристалу, на що вказує ступінчастий злам та подальші грані росту кристала. У більшості замірених зерен кут згасання по розрізу [100] становить 25°, 26°, що вказує на перехід від середніх до основних плагіоклазів. **Клинопіроксен** безбарвний, має призматичну, інколи неправильну форму. Розмір зерен 0,2–0,3 мм. Зустрічаються як поодинокі кристали, так і їх зростки. Зерна злегка тріщинуваті з проявленою діалоговою окремістю. Двозаломлення Ng–Np=0,25 з синіми кольорами інтерференції 2-го порядку. Згасання косе. Кут згасання cNg=+38°. **Олівін** безбарвний має дуже високий рельєф та різку шагреневу поверхню. Форма зерен короткопризматична з гострокутними вершинами розміром від 0,2 до 0,4 мм. Без спайності. Двозаломлення Ng–Np=0,35 з фіолетово-рожевими кольорами інтерференції 3-го порядку. Згасання пряме. **Рудний мінерал** зустрічається у вигляді окремих включень ізометричної форми. Розмір зерен 0,1 мм. **Літокласти** пред-

ставлені гострокутними уламками розміром до 3 мм. Порода базальтового складу з мікрокролітовою структурою. **Вітрокласти** представлені уламками вулканічного скла з мегдалекам'яною структурою. Матрикс цементуючої маси сильно розкриталізований, діагностується важко.

Палеотипний літокластичний туф.

Мікротекстура плямиста, що виявляється у наявності ліпоїдних уламків. Мікроструктура породи літокластична, структура цементуючої маси перекристалізована, сильно змінена (рис. 10). Мінеральний склад: літоїдні уламки (90 %), цементуюча маса (10 %). **Літоїдні** уламки розміром від 0,3 до 4 мм. Зазвичай уламки сильно змінені, розкриталізовані. Подекуди спостерігаються уламки кварц-мусковітового складу та рудного мінералу. Цементуюча маса розкриталізована, сильно змінена.

Палеотипна андезитова лавобрекція. Сіра з буруватим відтінком порода, від центру до периферії змінюється від світло-сірої до темно-сірої. Текстура плямиста, що проявляється у наявності уламків іржавого кольору. Уламки розподілені нерівномірно, кутастої форми, розміром 7–18 мм. Займають 25 % об'єму породи. Мікротекстура такситова, наявні 2 мікротекстурні кутастої форми. Мікроструктура порфірова. У ролі порфірових вкраплення виступають мікротекстурні андезитового складу, що займають 25–30 % загального об'єму породи. Розмір ксенолітів 2,1 та більше 4 мм. Загальна маса розкриталізована. Мінеральний склад: вкраплення та ксеноліти – плагіоклаз (21–22 %), рогова обманка (3–4 %), біотит (1,5 %), рудний мінерал (1,5 %), апатит і сфен (1 %); загальна маса – плагіоклаз (55–65 %), рогова обманка (3 %), біотит та рудний мінерал (2 %).

Плагіоклаз у ксенолітах представлений короткотаблитчастими, сильно зміненими, сюсюритизованими кристалами. Розмір від 0,2 до 1 мм. Трапляються індивідуальні зерна неправильної форми. Спостерігаються тріщинуваті зерна, тріщини озалізнені іржавого кольору. Інколи всередині таких зерен присутні скупчення рогової обманки і рудного мінералу. Присутні чітко виявлені полісинтетичні двійники, кут згасання плагіоклазів у різних зерен коливається від 19° до 21°, що вказує на середній номер плагіоклазів. Спостері-

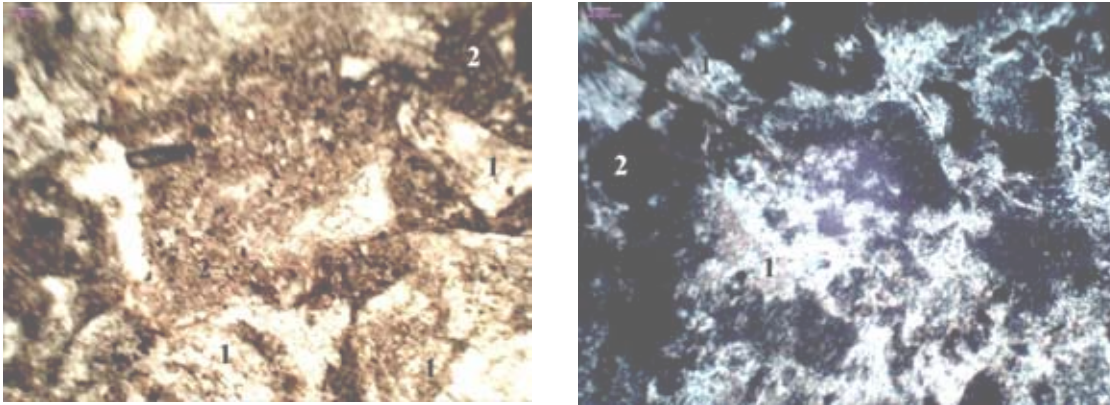


Рисунок 10. Фрагмент шліфа з літоїдними уламками та зміненою цементуючою масою літокладного туфу. 1 – літоїдні уламки, 2 – цементуюча маса. Шліф Ол-13. Зображення під поляризаційним мікроскопом – без аналізатора (зліва) та з введеним аналізатором (справа). Розмір зображення 2x1,5 мм

гаються зерна зональної будови, налічується до 7 таких зон. У загальній масі плагіоклаз сильно розкристалізований і змінений. *Рогова обманка* представлена кристалами меншими за плагіоклаз. Зерна ідіоморфні, призматичні, інколи утворюють скупчення розміром до 1 мм. Кристали від зеленого до зелено-бурого кольору, косим згасанням, кут згасання 26°. *Біотит* ідіоморфної, лускуватої форми, бурого кольору, інколи утворює темно-коричневі оболонки довкола рогової обманки. Розмір лусок 0,1–0,3 мм. Плеохроїзм від світло-коричневого до темно-коричневого. *Апатит* представлений прозорими зернами голчастої та ізометричної форми. *Сфен* зустрічається в асоціації з апатитом, рудним мінералом та роговою обманкою. Зерна неправильної форми і дуже малих розмірів (кілька десятків мкм). Має коричнево-сіре забарвлення. *Рудний мінерал* представлений зернами округлої та неправильної форми, асоціює з плагіоклазом, роговою обманкою, апатитом. Часто довкола округлих зерен присутня світло-коричнева кайма. Загальна маса сильно розкристалізована, без вулканічного скла. Складена сильно зміне-

ним плагіоклазом, амфіболами та дрібнодисперсним рудним мінералом.

Висновки

Виконані петрографічні дослідження дозволили з'ясувати, що у ролі виробного та будівельного каміння ольвіополіти використовували як місцеве, так і привізне каміння. Серед досліджуваних зразків суттєво переважають гірські породи немісцевого походження.

Серед місцевих порід найхарактернішими є осадові породи: вапняки, пісковики, гравійники. Можливі місця їх виходу знаходяться в передмісті Ольвії, про що свідчать залишки численних каменеломень. Серед досліджуваних місцевих порід не виявлено давніх кристалічних порід, характерних для середньої течії річки Південний Буг.

Найбільш розповсюджені гірські породи немісцевого походження поділяються на магматичні, метаморфічні та осадові. Серед досліджуваних зразків переважають вулканічні породи, що є найбільш інформативними для визначення їх місць видобування.

Порівняння зразків з гірськими породами, розвиненими на території, з

якими контактували ольвіополіти, дає змогу виключити як можливі місця видобування Крим і Кавказ. Так, вулканічні породи Південного узбережжя Криму, хоча і представлені середніми та основними відмінами, але належать до спіліт-діабазової формації. Натомість у вулканітах з будівельного та виробного каміння Ольвії

ознаки спілітизації не виявлені. Для кавказької провінції характерними є кайнотипні вулканіти кислого складу, які повністю відсутні серед досліджуваних зразків.

Таким чином, найімовірнішим регіоном видобутку вулканічних порід, що використовувались як виробне та будівельне каміння, була територія Середземномор'я. Найвірогідніше, що це узбережжя Егейського та Мармурового морів. Для палеотипних відмін вулканітів можна припустити походження з вулканічних островів північної частини Егейського моря або з протоки Дарданелли, що з'єднує Егейське та Мармурове море. Саме цій території властивий третинний вулканізм з палеотипним характером середніх та основних лав. Для кайнотипних вулканітів можна припустити, що вони походять з Кікладських островів, де розвинені найбільш молоді і відповідно незмінені лави базальтового складу. Іншим регіоном видобутку кайнотипних вулканітів могла бути італійська вулканічна провінція. Остаточне вирішення цього питання потребує додаткових досліджень мінералогічних та геохімічних особливостей відібраних зразків.

Використана література

1. Крыжицкий С., Лейпунская Н. Ольвия – память тысячелетий. – Одеса: Маяк, 1982. – С. 12–78.
2. Крыжицкий С.Д. Ольвия: Раскопки, история, культура. – Николаев: Возможности Киммерии, 1997. – С. 114–192.
3. Петрунь В.Ф. До перших підсумків вивчення петрографії каменю з будівельних комплексів Ольвії. – К.: Наукова думка, 1965. – С. 138–153.
4. Рыбаков Б.А., Мунчаев Р.М., Башилов В.А., Гайдуков П.Г. Археология СССР: Античные государства Северного Причерноморья. – М.: Наука, 1984. – С. 8–26, 33–40.
5. Шилик К.К. К палеографии Ольвии. – К.: Наукова думка, 1975. – С. 51–91.
6. Щербаков И.Б. Пертология Украинского щита. – Л.: ЗУЦК, 2005. – 366 с.
7. www.nbu.gov.ua/institutions/olviya/index.html.

Шановні читачі!

Нагадуємо, що Державний гемологічний центр України
згідно з наказом Міністерства фінансів України
від 06.12.2000 № 312

проводить реєстрацію власних і торгових назв

дорогоцінного каміння, дорогоцінного каміння органогенного утворення
і декоративного каміння з родовищ України

Зареєстровані торгові назви входять
до уніфікованої обліково-інформаційної системи власних ознак
природного каміння з родовищ України —
Реєстру природного каміння України!

*Власники свідоцтв про реєстрацію торгових назв отримують
можливість:*

- вирішувати питання правомірності використання власних і торгових назв природного каміння України;
- підтримки та просування власних і торгових назв на національному та зовнішньому ринках (за рахунок надання інформації про торгову назву на сайті ДГЦУ, в довіднику "КДК" та інших виданнях);
- регулювання прав власників торгових назв природного каміння при здійсненні торгових операцій.

Порядок подання матеріалів на реєстрацію торгові назви природного каміння

1. Подання заяви щодо внесення власної й торгові назв до Реєстру природного каміння на ім'я директора ДГЦУ.
2. Надання до ДГЦУ відомостей у 10-денний термін за таким переліком:
 - документ, що підтверджує право володіння або розпорядження природним камінням (окремим каменем);
 - технічна картка родовища природного каміння (для надрокористувачів);
 - копія протоколу Державної комісії України по запасах корисних копалин (далі — ДКЗ) (для надрокористувачів);
 - стислі письмові пояснення щодо якісних характеристик природного каміння (окремого каменя), необхідні для встановлення їх відповідності власній і торговій назвам;
 - пропозиції щодо власної і торгові назв природного каміння (окремого каменя) українською, російською та англійською мовами (у разі потреби — іншими мовами) з відповідним обґрунтуванням (мотивацією);
 - еталонні зразки (для дорогоцінних, дорогоцінних органогенного утворення і напівдорогоцінних каменів — зразки довільної форми й розмірів; для декоративних каменів — поліровані плити розміром 300 x 300 мм);
 - копія сертифіката радіаційної безпеки.

Перелік власних і торгових назв природного каміння з родовищ України, включених до Реєстру природного каміння, щоквартально публікується в журналі **"Коштовне та декоративне каміння"**.

*Детальну інформацію можна отримати
на сайті Державного гемологічного центру України gems.org.ua
і за тел.: 492-9318, 483-3177.*

ШАНОВНІ ЧИТАЧІ ТА ДОПИСУВАЧІ!

Редакція журналу "Коштовне та декоративне каміння" приймає для публікації наукові та науково-публіцистичні статті, тематичні огляди, нариси щодо коштовного, напівкоштовного та декоративного каміння, виробів з нього, напрямів і культури використання, новин світового та вітчизняного ринку тощо.

1. Статті публікуються українською або англійською мовами.

2. Матеріали разом зі списком літератури, резюме, рисунками, графіками, таблицями подаються у форматі А4 в друкованому та електронному вигляді загальним обсягом не більше 10 сторінок, кегль (розмір) 12, інтервал між рядками 1,5. Електронний варіант тексту приймається в одній із версій Word, шрифт Times New Roman на дискеті 3,5 або по e-mail причіпним файлом.

3. Рисунки, графіки, таблиці та фотографії мають бути чіткими і контрастними. Крім того, фотографії повинні подаватися в графічному форматі (TIF, JPG).

4. На початку статті обов'язково вказувати індекс УДК, назву статті, ПІБ автора, назву установи, де працює (якщо працює) автор, його науковий ступінь (якщо є) та коротке (до 10 рядків) резюме російською і англійською мовами.

5. Рукопис повинен бути датований і підписаний автором.

6. Матеріали подаються до редакції для редагування і корекції тексту не пізніше ніж за 1,5 місяця, а для форматування — за 1 місяць до публікації видання "КДК".

7. Редакція не несе відповідальності за точність викладених у матеріалах фактів, цитат, географічних назв, власних імен, бібліографічних довідок і можливі елементи прихованої реклами, а також використання службових й конфіденційних матеріалів окремих організацій, картографічних установ, усіх об'єктів інтелектуальної власності та залишає за собою право на літературне й граматичне редагування.

8. Неопубліковані матеріали, рисунки, графіки та фото до них автору не повертаються.

Просимо звертатися за адресою:
ДГЦУ, вул. Дегтярівська, 38-44
м. Київ, 04119
Тел.: 492-93-28
Тел./факс: 492-93-27
E-mail: olgel@gems.org.ua

Шановні колеги!

*Запрошуємо взяти участь у
Науково-практичній конференції*

«Сучасні технології та особливості видобутку, обробки і використання природного каміння»

*яка відбудеться в рамках виставок
«Видобуток та обробка каменю» і
«Камінь в архітектурі та будівництві»
в м. Києві у листопаді 2015 року*



ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Державний гемологічний центр України
ТПП України
ІВЦ «Алкон» НАН України
ІЧЕ – Агентство зовнішньої торгівлі Італії
Геологічний факультет КНУ ім. Т. Шевченка
Будівельно-технологічний факультет Київського
національного університету
будівництва та архітектури
INTERNAZIONALE MARMI E MACCHINE CARRARA
S.P.A. (Італія)

- використання природного і штучного каміння в архітектурі та будівництві;
- природне каміння в інтер'єрі та екстер'єрі;
- товарознавчі та гемологічні аспекти природного каміння;
- штучні замінники природного каміння, їх властивості та використання;
- засоби та обладнання для очищення продуктів каменеобробки.

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ РОБОТИ КОНФЕРЕНЦІЇ:

- загальні питання генезису природного каміння;
- геолого-сировинна база природного каміння України;
- асортимент природного каміння, його мінералогічні, фізико-механічні та декоративні властивості;
- новітні технології видобутку і обробки природного каміння;
- машини, інструменти та технології обробки природного каміння;

ПРОГРАМА КОНФЕРЕНЦІЇ і ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ МАТЕРІАЛІВ

розміщені на сайті
Державного гемологічного центру України:
www.gems.org.ua

КОНТАКТИ ОРГАНІЗАТОРІВ:

Телефони: (044) 492-93-28, 545-66-26
olgel@gems.org.ua або gem_stone@ukr.net
Заявки і матеріали для участі у конференції
просимо подати електронною поштою:
olgel@gems.org.ua або gem_stone@ukr.net