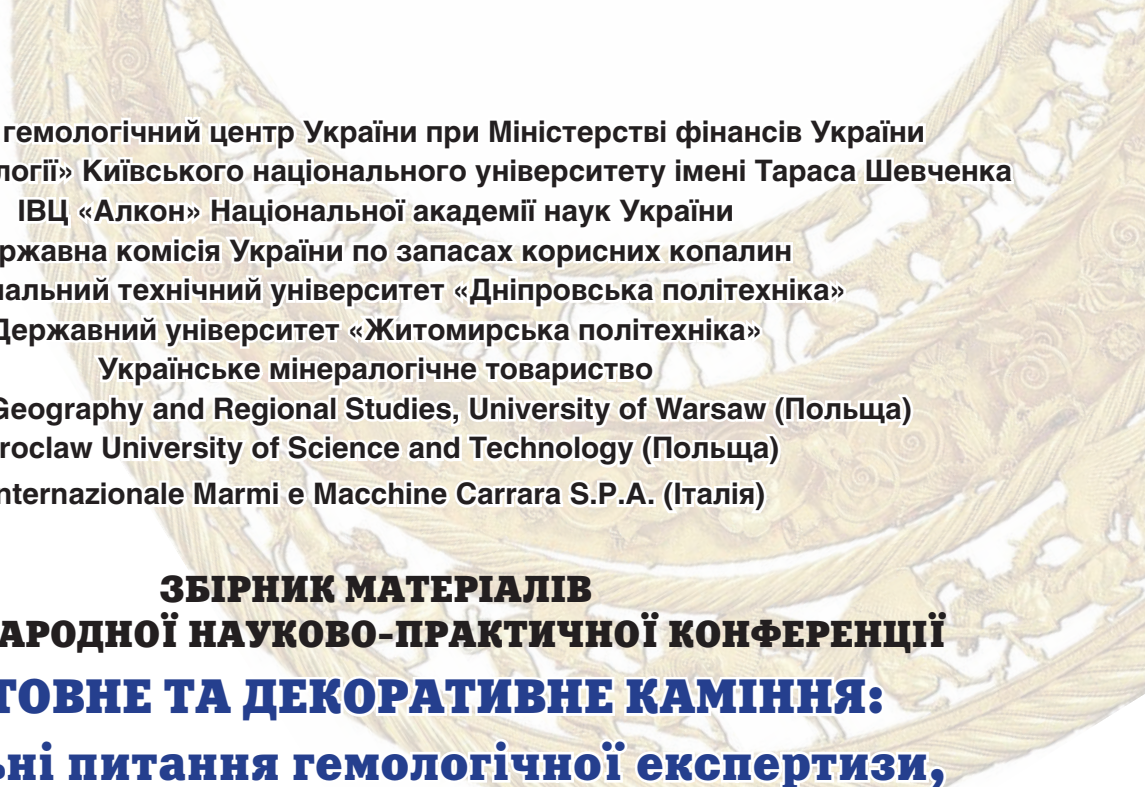




Державний гемологічний центр України при Міністерстві фінансів України
ННІ «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка
ІВЦ «Алкон» Національної академії наук України
Державна комісія України по запасах корисних копалин
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
Державний університет «Житомирська політехніка»
Українське мінералогічне товариство
Faculty of Geography and Regional Studies, University of Warsaw (Польща)
Wroclaw University of Science and Technology (Польща)
Internazionale Marmi e Macchine Carrara S.P.A. (Італія)

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ
XIV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
КОШТОВНЕ ТА ДЕКОРАТИВНЕ КАМІННЯ:
актуальні питання гемологічної експертизи,
геології, видобутку, обробки і використання

13–14 листопада 2025 року

Київ, Україна



State Gemological Centre of Ukraine of the Ministry of Finance of Ukraine
Institute of Geology of Taras Shevchenko National University of Kyiv
Engineering and Production Center Alcon of the NAS of Ukraine
State Commission of Ukraine on Mineral Resources
Dnipro University of Technology
Zhytomyr Polytechnic State University
Ukrainian Mineralogical Society
Faculty of Geography and Regional Studies, University of Warsaw (Poland)
Wroclaw University of Science and Technology (Poland)
International Marble and Machinery Carrara S.P.A. (Italy)

MATERIALS

XIV INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE

PRECIOUS AND DECORATIVE STONES:
current issues of gemological expertise,
geology, mining, processing and use

13–14 November 2025

Kyiv, Ukraine

Державний гемологічний центр України
ННІ «Інститут геології» Київського національного університету ім. Тараса Шевченка
Інженерно-виробничий центр «Алкон» НАН України
Державна комісія України по запасах корисних копалин
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
Державний університет «Житомирська політехніка»
Українське мінералогічне товариство
Faculty of Geography and Regional Studies, University of Warsaw (Польща)
Wrocław University of Science and Technology (Польща)
Internazionale marmi e macchine Carrara S.p.a. (Італія)

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ
XIV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«КОШТОВНЕ ТА ДЕКОРАТИВНЕ КАМІННЯ:
актуальні питання гемологічної експертизи, геології,
видобутку, обробки і використання»

13–14 листопада 2025 року
м. Київ, Україна

State Gemological Centre of Ukraine
Institute of geology of Taras Shevchenko national university of Kyiv
Engineering and production center "Alcon", National Academy of Sciences of Ukraine
State Commission of Ukraine on Mineral Resources
Dnipro University of Technology
Zhytomyr Polytechnic State University
Ukrainian Mineralogical Society
Faculty of Geography and Regional Studies, University of Warsaw (Poland)
Wrocław University of Science and Technology (Poland)
Internazionale marmi e macchine Carrara S.p.a. (Italia)

MATERIALS
XIV INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE
«PRECIOUS AND DECORATIVE STONES:
current issues of gemological expertise, geology, mining,
processing and use»

13–14 November 2025
Kyiv, Ukraine

XIV Міжнародна науково-практична конференція «Коштовне та декоративне каміння: актуальні питання гемологічної експертизи, геології, видобутку, обробки і використання»

XIV International Scientific-Practical Conference "Precious and decorative stones: current issues of gemological expertise, geology, mining, processing and use"

13-14 листопада 2025, Київ, Україна / 13-14 November 2025, Kyiv, Ukraine

УДК 56.0+327.8+339.1+372.855+378+502+543.2+543.4+543.424+544.2+548.3+549.2+549.211+549.5+549.514.51+549.8+549.091+549.514+549.8:008+550.8+552.08+552.086+552.1+552.12+552.5+552.5+477.83+553.043+553.06+553.2+553.551+ 553.632.2+553.99+558.8+681.518+620.1+739.2+904.72+910.3

DOI: <https://doi.org/10.53036/2025-11>

Рекомендовано до друку Науково-технічною радою Державного гемологічного центру України (протокол № 76 від 10 листопада 2025 р.)

Збірник матеріалів XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Коштовне та декоративне каміння: актуальні питання гемологічної експертизи, геології, видобутку, обробки і використання» Київ, 2025. 90 с.

У збірнику представлено матеріали доповідей 14-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Коштовне та декоративне каміння: актуальні питання гемологічної експертизи, геології, видобутку, обробки і використання» (13-14.11.2025, м. Київ), які висвітлюють результати наукових і науково-практичних досліджень із гемології і мінералогії, геології родовищ природного каміння, видобування, обробки, давнього і сучасного використання коштовного та декоративного каміння, технологій, обладнання, методологій і навчання у цій сфері.

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

ISBN 978-617-8792-01-5

Редакційна колегія: Михайлов В.А., проф., док. геол. наук; Сідорко В.І., док. техн. наук; Нестеровський В.А., проф., док. геол. наук; Гелета О.Л., канд. геол. наук; Котенко В.В., доцент, канд. техн. наук
Відповідальні за випуск: Гелета О.Л., Нестеровський В.А.

© Автори публікацій, 2025

© Державний гемологічний центр України, 2025

UDC 56.0+327.8+339.1+372.855+378+502+543.2+543.4+543.424+544.2+548.3+549.2+549.211+549.5+549.514.51+549.8+549.091+549.514+549.8:008+550.8+552.08+552.086+552.1+552.12+552.5+552.5+477.83+553.043+553.06+553.2+553.551+ 553.632.2+553.99+558.8+681.518+620.1+739.2+904.72+910.3

DOI: <https://doi.org/10.53036/2025-11>

Recommended for publication by the Scientific and Technical Council of the State Gemological Center of Ukraine (Protocol No. 76 of 10 November 2025)

Materials of the XIV International scientific-practical conference «Precious and decorative stones: current issues of gemological expertise, geology, mining, processing and use» Kyiv, 2025. 90 p.

The abstract of the 14 International Scientific and Practical Conference "Precious and decorative stones: current issues of gemological expertise, geology, mining, processing and use" (13–14.11.2025, Kyiv), which covers the results of scientific and practical research in hemology and mineralogy, geology, is presented in the collection natural stone fields, mining, processing, ancient and modern use of precious and ornamental stones, technologies, equipment, methodologies and training in this field.

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

ISBN 978-617-8792-01-5

Editors: Mikhailov V., Dr. geol. science; Sidorko V., Dr. techn. science; Nesterovskiy V., Dr. geol. science; Geleta O., PhD. geol. Science, Kotenko V., PhD. techn. science
Issue responsible: Geleta O., Nesterovskiy V.

© Authors of publications, 2025

© State Gemological Center of Ukraine, 2025

ЗМІСТ

Вовк Наталія Ігорівна, Гасвський Юрій Дмитрович, Науменко Євген Вікторович ГРАНДИДСЕРИТ: ГЕМОЛОГІЧНІ ТА МІНЕРАЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ	5
Науменко Євген Вікторович, Федченко Олександра Євгенівна, Швець Олексій Васильович АГАТИ З МОРДЕНІТОМ У БАЗАЛЬТАХ ВОЛИНИ	8
Науменко Євген Вікторович, Чертова Дарія Сергіївна ДЖИНСОВІ ЯШМИ ЗАВАЛЛІВСЬКОГО ГРАФІТОВОГО РОДОВИЩА	13
Котенко Максим Сергійович, Нестеренко Олексій Геннадійович, Колосова Ірина Валеріївна ДОСЛІДЖЕННЯ РІЗНОВИДІВ МІНЕРАЛІВ ГРУПИ КВАРЦУ МЕТОДОМ РАМАН-СПЕКТРОСКОПІЇ	17
Сутова Віра Миколаївна, Ляшок Вадим Ігорович ОСОБЛИВОСТІ НОВОГО ТЕКСТУРНО-КОЛОРИСТИЧНОГО РІЗНОВИДУ ЯШМИ ЗАВАЛЛІВСЬКОГО ГРАФІТОВОГО РОДОВИЩА	20
Криницька Марія Василівна, Коваль Данило Миколайович, Мельничук Віктор Григорович, Столярець Михайло Олександрович, Богельський Ярослав Олександрович, Буднік Владислав Вікторович ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА БУРШТИНУ ТА ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВ ЙОГО НАКОПИЧЕННЯ В МЕЖАХ ВОЛОДИМИРЕЦЬКОГО ТА ДУБРОВИЦЬКОГО БУРШТИНОНОСНИХ РАЙОНІВ	23
Бахмачук Олександр Євгенович, Нестеровський Віктор Антонович ПРОВЕДЕННЯ ГЕОЛОГОРОЗВІДУВАЛЬНИХ ТА ВИДОБУВНИХ РОБІТ НА ДІЛЯНКАХ БУРШТИНОНОСНИХ НАДР ЗА ДОПОМОГОЮ ГІДРОРОЗМИВУ. АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ТА АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ	28
Шевченко Сергій Вікторович, Курса Олексій Валентинович, Кріпак Станіслав Андрійович БУРШТИНОВА ГЕОЛОГІЧНА І КУЛЬТУРНА СПАДЩИНА: ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ДЛЯ УКРАЇНИ	33
Касіяник Ігор Петрович, Касіяник Любов Василівна, Шинкарчук Ольга Петрівна, Кіцак Леонід Ігорович ГРИНЧУЦЬКІ КВАРЦЕВО-ХАЛЦЕДОНОВІ УТВОРЕННЯ ЯК РЕГІОНАЛЬНИЙ СУВЕНІРНИЙ БРЕНД	35
Нікітенко Ігор Святославович, Миленська Мирослава Миронівна, Фіцак Василь Васильович ПРО БУДІВЕЛЬНИЙ КАМІНЬ ОБСЕРВАТОРІЇ ТА ПРИКОРДОННИХ СТОВПІВ НА ГОРІ ПІП ІВАН	37
Сергієнко Ігор Антонович, Гелета Олег Леонтійович КРИТЕРІЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ З ПРИРОДНОГО ДЕКОРАТИВНОГО КАМІННЯ	40
Гелета Олег Леонтійович, Крупницький Денис Олегович, Сергієнко Ігор Антонович ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ УДАРНОЇ МІЦНОСТІ ВАПНЯКІВ-РАКУШНЯКІВ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ	42
Деяк Михайло Антонович, Волконський Олександр Олександрович ПЕТРОФІЗИЧНІ ТА ГЕМОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЯМПІЛЬСЬКИХ ПІСКОВИКІВ ПОДІЛЛЯ	44
Гелета Олег Леонтійович, Михайлов Володимир Альбертович, Горобчишин Олег Вікторович, Сутова Віра Миколаївна, Ляшок Вадим Ігорович ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ФОРМУВАННЯ АКТУАЛІЗОВАНОЇ БАЗИ ДЕКОРАТИВНОГО КАМІННЯ УКРАЇНИ ДЛЯ ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ ЇХ РОДОВИЩ	48
Лукомський Владислав Русланович, Курило Марія Михайлівна, Литвинчук Ілля Дмитрович НОВІ НАПРЯМИ ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНИХ КОРИСНИХ КОПАЛИН ДЛЯ РОДОВИЩ БУДІВЕЛЬНОЇ СИРОВИНИ В МЕЖАХ ПОШИРЕННЯ ЛЬОДОВИКОВИХ ВІДКЛАДІВ	50
Хоменко Юрій Тимофійович, Хоменко Дмитро Юрійович, Хоменко Наталія Вікторівна ОСОБЛИВОСТІ ОЗДОБЛЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ПІСЛЯ ЛАЗЕРНОГО ГРАВІЮВАННЯ НА МАРМУРІ	53
Бучинська Альбертина Володимирівна, Шевченко Софія Георгіївна, Цільмак Оксана Василівна, Бурбан Катерина Анатоліївна КАРРАРСЬКИЙ МАРМУР В МІНЕРАЛОГІЧНОМУ МУЗЕЇ ІМЕНІ ЄВГЕНА ЛАЗАРЕНКА	54
Гелета Олег Леонтійович, Сергієнко Ігор Антонович ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ВЛАСНИХ І ТОРГОВИХ НАЗВ ДЕКОРАТИВНОГО КАМІННЯ	59
Триколенко Софія Тарасівна, Триколенко Елліна Едуардівна ВИКОРИСТАННЯ НЕОБРОБЛЕНОЇ МОРСЬКОЇ ГАЛЬКИ У ЮВЕЛІРНИХ ПРИКРАСАХ ТЕТЯНИ ЧОРНОЇ	60
Усенко Валерій Павлович ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ГЕМОЛОГІЧНИХ КОЛЕКЦІЙ У ГЕОЛОГО-МІНЕРАЛОГІЧНИХ МУЗЕЯХ УНІВЕРСИТЕТІВ	62
Деревська Катерина Ігорівна, Загнітко Василь Миколайович, Руденко Ксенія Вадимівна, Вишенська Ірина Георгіївна, Ісаєв Сергій Дмитрович ПРИКЛАДНЕ ЗНАЧЕННЯ МІНЕРАЛОГІЧНОЇ КОЛЕКЦІЇ ДЛЯ ОСВІТИ ТА НАУКИ В УНІВЕРСИТЕТАХ В РЕАЛІЯХ СЬОГОДЕННЯ	67
Пашенко Євген Юрійович ЯШМА ЧОРНОГОРІЇ ЯК ОСВІТНІЙ РЕСУРС У ГЕОТУРИЗМІ ТА ПЕДАГОГІЧНІЙ ПРАКТИЦІ	70
Огар Віктор Володимирович ГЕОЛОГІЯ ТА ДЕКОРАТИВНЕ КАМІННЯ ПРОВІНЦІЇ АЛІКАНТЕ (ПІВДЕННО-СХІДНА ІСПАНІЯ)	73
Богатиренко Вікторія Альфредівна, Каменських Дмитро Сергійович, Андрєєва Олександра Володимирівна ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ШПІНЕЛЬ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС ПРИ ПІДГОТОВЦІ ВЧИТЕЛЯ ХІМІЇ В УКРАЇНСЬКОМУ ДЕРЖАВНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ ІМЕНІ МИХАЙЛА ДРАГОМАНОВА	77
Ладжун Юрій Іванович, Гасвський Юрій Дмитрович ДОСЛІДЖЕННЯ ОГРАНОВАНОГО СФАЛЕРИТУ	83
Пилипенко Дмитро Олександрович, Пилипенко Ірина В. МАМУТИ ПРОТИ МАМОНТІВ	85
Кормакова Катерина Євгенівна, Татарінцев Володимир Іванович, Вишневська Лариса Іванівна КІМБЕРЛІЙСЬКИЙ ПРОЦЕС І ВИКЛИКИ ЩОДО ВИЯВЛЕННЯ ШЛЯХІВ ОБХОДУ МІЖНАРОДНИХ САНКЦІЙ ПРОТИ РОСІЙСЬКИХ ДІАМАНТІВ	87

CONTENS

Vovk Nataliya, Gaievskiy Iurii, Naumenko Ievgen GRANDIDIERITE: GEMOLOGICAL AND MINERALOGICAL STUDIES	5
Naumenko Ievgen, Fedchenko Oleksandra, Shvets Oleksii AGATE WITH MORDENITE IN BASALTS OF VOLYN	8
Naumenko Ievgen, Chertova Dariya JEANS JASPER FROM ZAVALIEVSKY GRAPHITE MINE	13
Kotenko Maksym, Nesterenko Oleksii, Kolosova Iryna RESEARCH OF VARIETIES OF QUARTZ GROUP MINERALS USING THE METHOD OF RAMAN SPECTROSCOPY	17
Surova Vira, Lyashok Vadym FEATURES OF A NEW TEXTURE-COLOR VARIETY OF JASPER FROM THE ZAVALLIV GRAPHITE DEPOSIT	20
Krynytska Maria, Koval Danylo, Melnychuk Viktor, Stoliarets Mykhaylo, Bohelskyi Yaroslav, Budnik Vladyslav COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF AMBER AND GEOLOGICAL CONDITIONS OF ITS ACCUMULATION WITHIN THE BOUNDARIES OF THE VOLODYMYRETSKY AND DUBROVITKA AMBER-BEARING REGIONS	23
Bakhmachuk Oleksandr, Nesterovskiy Viktor CONDUCTING GEOLOGICAL EXPLORATION AND MINING OPERATIONS IN AREAS OF AMBER-BEARING SUBSOIL WITH THE HELP OF HYDRAULIC EROSION EQUIPMENT. APPLICATION RELEVANCE AND OPPORTUNITY ANALYSIS	28
Shevchenko Serhii, Kursa Oleksii, Kripak Stanislav AMBER GEOLOGICAL AND CULTURAL HERITAGE: EUROPEAN EXPERIENCE FOR UKRAINE	33
Kasiianyk Igor, Kasiianyk Ljubov, Shynkarchuk Olga, Kitazak Leonid HRYNCHUK QUARTZ-CHALCEDONE FORMATIONS AS A REGIONAL SOUVENIR BRAND	35
Nikitenko Ihor, Mylenka Myroslava, Fitsak Vasyl ON THE BUILDING STONE OF THE OBSERVATORY AND BORDER POSTS ON THE PIP IVAN MOUNTAIN	37
Sergiienko Igor, Geleta Oleg CRITERIA OF THE QUALITY CONTROL SYSTEM FOR NATURAL DECORATIVE STONE PRODUCTS	40
Geleta Oleg, Krupnitskyi Denis, Sergiienko Igor EXPERIMENTAL STUDIES OF THE IMPACT STRENGTH OF SHELL LIMESTONES OF THE ODESSA REGION	42
Deiak Myhailo, Volkonskyi Oleksandr PETROPHYSICAL AND GEMOLOGICAL PROPERTIES OF YAMPIL SANDSTONES OF PODILLIA	44
Geleta Oleg, Mykhaylov Volodymyr, Horobchyshyn Oleg, Surova Vira, Lyashok Vadym PRACTICAL SIGNIFICANCE OF FORMING AN UPDATED BASE OF DECORATIVE STONES OF UKRAINE FOR GEOLOGICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF THEIR DEPOSITS	48
Lukomskyi Vladyslav, Kurylo Mariia, Illia Lytvynchuk NEW DIRECTIONS FOR THE USE OF ASSOCIATED MINERAL RESOURCES IN CONSTRUCTION MATERIAL DEPOSITS WITHIN THE DISTRIBUTION OF GLACIAL DEPOSITS	50
Khomenko Yurii, Khomenko Dmytro, Khomenko Nataliia FEATURES OF FINISHING IMAGES AFTER LASER ENGRAVING ON MARBLE	53
Buchynska Albertyna, Shevchenko Sofiia, Tsilmak Oksana, Burban Kateryna CARRARA MARBLE IN THE YEVHEN LAZARENKO MINERALOGICAL MUSEUM	54
Geleta Oleg, Sergiienko Igor PROBLEMS OF USING PROPRIETARY AND TRADE NAMES OF DECORATIVE STONE	59
Trykolenko Sofia, Trykolenko Ellina USING RAW SEA PEBBLES IN JEWELRY BY TATYANA CHORNAYA	60
Usenko Valerii FEATURES OF FORMATION OF GEMOLOGICAL COLLECTIONS IN GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL MUSEUMS OF NIVERSITIES	62
Derevska Kateryna, Zagnitko Vasyl, Rudenko Kseniia, Vyshenska Iryna, Isaev Serhiy APPLIED VALUE OF THE MINERALOGICAL COLLECTION FOR EDUCATION AND SCIENCE IN UNIVERSITIES IN TODAY'S REALITIES	67
Pashchenko Yevhen JASPER IN MONTENEGRO AS AN EDUCATIONAL RESOURCE IN GEOTOURISM AND PEDAGOGICAL PRACTICE	70
Ohar Viktor GEOLOGY AND DECORATIVE STONES OF THE ALICANTE PROVINCE (SE SPAIN)	73
Bohatyrenko Viktoriia, Kamenskyh Dmytro, Andreeva Oleksandra EXPERIENCE OF INTRODUCING INFORMATION ABOUT SPINEL INTO THE EDUCATIONAL PROCESS DURING THE TRAINING OF CHEMISTRY TEACHERS AT THE DRAGOMANOV UKRAINIAN STATE UNIVERSITY	77
Ladzhun Yurii, Gaievskiy Iurii STUDY OF CUT SPHALERITE	83
Pylypenko Dmytro, Pylypenko Iryna MAMMOTHUS (EUROPEAN) VS. MAMMOTHS (SIBERIAN)	85
Kormakova Kateryna, Tatarintsev Volodymyr, Vyshnevska Larysa THE KIMBERLEY PROCESS AND THE CHALLENGES OF IDENTIFYING WAYS TO CIRCUMVENT INTERNATIONAL SANCTIONS AGAINST RUSSIAN DIAMONDS	87

УДК 549.091:548.3:543.2:543.4

ГРАНДИДЬЄРИТ: ГЕМОЛОГІЧНІ ТА МІНЕРАЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ GRANDIDIERITE: GEMOLOGICAL AND MINERALOGICAL STUDIES

Вовк Наталія Ігорівна, гемолог¹, GIA Graduate Gemologist, власник бренду N.VOVK jewelry, nv0672162915@gmail.com

Гаєвський Юрій Дмитрович, головний фахівець відділу експертизи дорогоцінного каміння², +38 044-492-9321, gaevsky@hotmail.com

Науменко Євген Вікторович, науковий співробітник геологічного відділу³, ORCID: 0000-0001-5323-4706, kyivmineralogist@gmail.com

¹N.VOVK jewelry, вул. Іоанна Павла II, 4/6а, оф. 314, Київ, Україна

²Державний гемологічний центр України, вул. Дегтярівська, 38-44, Київ, 04119, Україна

³Національний науково-природничий музей НАН України, вул. Богдана Хмельницького, 15, Київ, 01601, Україна

Vovk Nataliya, GIA Graduate Gemologist¹, brandowner N.VOVK jewelry, nv0672162915@gmail.com

Gaevskiy Iurii, chief specialist of Expertise Department of Precious stones², +38-044-492-9321, gaevsky@hotmail.com

Naumenko Ievgen, Researcher of the Geological Department³, ORCID: 0000-0001-5323-4706, kyivmineralogist@gmail.com

¹N.VOVK jewelry, off. 314, 4/6a John Paul II Str., Kyiv, Ukraine

²State Gemological Centre of Ukraine, 38-44 Deghtyarivska Str., Kyiv, 04119, Ukraine

³National Museum of Natural History of the NAS of Ukraine, off. 105, 15 B. Khmelnytskyi Str., Kyiv, 01030, Ukraine

Анотація. В цій статті автори вперше в Україні досліджують ограновані грандидьєрити ювелірної якості. З'ясовано, що можна доволі легко відрізнити грандидьєрит від схожих на нього за кольором коштовних каменів стандартними гемологічними методами. Виявлено облагородження декількох зразків методом заповнення порожнин органічною речовиною.

Ключові слова: грандидьєрит, гемологічні дослідження, показник заломлення, двозаломлення, облагородження, заповнення порожнин, мінеральні та інші включення.

Abstract: In this article, the authors study faceted grandidierites of jewelry quality for the first time in Ukraine. It was found that grandidierite can be distinguished quite easily from gemstones similar in color by standard gemological methods. Several samples were found to have been enhanced by filling the cavities with organic matter.

Keywords: grandidierite, gemological studies, refractive index, birefringence, refinement, surface filling, mineral and other inclusions.

Вступ

Грандидьєрит вважається одним з найрідкісних коштовних каменів у світі. Співвідношення кристалів ювелірної якості до низької складає приблизно 1 до 10 000. Ювелірний матеріал розміром більше 1 мм придатний для огранювання був знайдений лише на Мадагаскарі та Шрі Ланці. Перші дослідження грандидьєриту як ювелірної вставки були опубліковані GIA у 2003 році. Тому автори вважають, що вивчення огранованого грандидьєриту додасть корисної інформації як для гемологів та геологів-професіоналів, так і для ювелірів і взагалі для поціновувачів рідкісного коштовного каміння.

Мета цього дослідження – вперше в Україні отримати дані, які дозволять полегшити діагностику цього дуже рідкісного мінерала ювелірної якості в тому числі облагородження.

Походження об'єктів дослідження

Один з авторів (Н.Вовк) придбала декілька зразків грандидьєриту в Чантабурі та в Бангкоці.

Розмірно-вагові характеристики зразків (рис.1):

а) Кушон 4,05 x 4,04 x 3,21 мм, вага 0,36 ст

б) Кушон 3,63 x 3,21 x 1,93 мм, вага 0,16 ст

в) Груша 6,07 x 3,9 x 2,52 мм, вага 0,36 ст

г) 5 кругів діаметром 3,4-3,6 мм, вагою по 0,15-0,16 ст

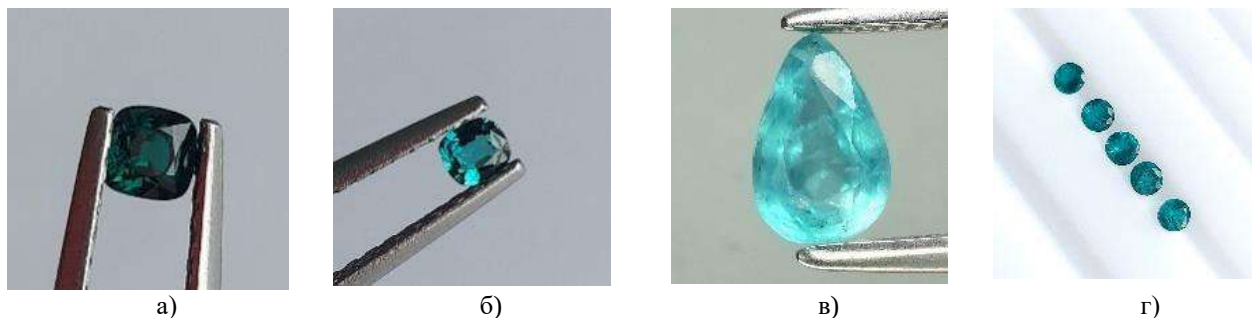


Рис.1. Ограновані грандидьєрити ювелірної якості

а) Кушон 3,6 ст, б) Кушон 0,16 ст, в) Груша 0,36 ст, г) 5 кругів по 0,15-0,16 ст (фото Вовк Н.І.)

Мінералогічні характеристики та родовища

Грандидьєрит відносно нещодавно став відомим як дуже рідкісний коштовний камінь. Цей орторомбічний мінерал вперше був знайдений у 1902 році на скалах Андрахомана на південному узбережжі Мадагаскару. Названий Лакруа на честь французького дослідника Мадагаскару Альфреда Грандідьє. Лакруа описав непрозорий матеріал як масивний так і утворюючий кристали довжиною до 8 см, колір блакитний, зеленувато-блакитний, блакитно-зелений та сине-зелений.

Грандидьєрит зустрічається в пегматитах та метаморфічних породах. В усьому світі відомо близько 40 родовищ. Однак, зразки, що були доступні на ювелірному ринку у вигляді гранованих каменів чи кабошонів як правило непрозорі або рідко просвічуючі.

В 2003 році в журналі *Gems&Gemology* вперше було досліджено відомий прозорий огранований грандидьєрит ювелірної якості зі Шрі Ланки вагою 0,29 карат (SchmetzerK., BurfordM., KiefertL., BernhardtH.J., 2003).

В 2014 році на Мадагаскарі, недалеко від району перших знахідок, було відкрито нове родовище грандидьєриту з ювелірним потенціалом. На цьому родовищі Траномаро з травня 2014 року по березень 2016 року було видобуто 800 кг матеріалу, включаючи близько 60 грам кристалів, чистих на око, з усіх огранованих зразків лише менше ніж 10 мали вагу більше 1 карата. Співвідношення кристалів ювелірної якості до низької складає приблизно 1 до 10 000 (Bruyère, D., Delor, C., Raoul, J. Rakotondranaivo, R., Wille, G., Maubec, N., and Lahfid, A., 2016).

Грандидьєрит – дуже рідкісний бороалюмосилікат, його хімічний склад відповідає формулі $(\text{Mg,Fe})\text{Al}_3(\text{BO}_3)(\text{SiO}_4)\text{O}_2$, відповідно він належить до острівних силікатів з додатковими аніонами. Чистий грандидьєрит є крайнім магнезійним членом ізоморфного ряду, разом з залістим аналогом – омінелітом. Останній мінерал є ще більш рідкіснішим, і не знайдений у вигляді кристалів ювелірної якості.

Структура грандидьєриту складається з кремнекисневих тетрадрів, з'єднаних з атомами алюмінію в октаедричних поліедрах, атомами алюмінію та заліза, які знаходяться в незвичайних поліедрах у вигляді тригональних дипірамід, та боро-кисневими плоскими трикутниками. Така структура обумовлює ромбічну симетрію кристалів грандидьєриту (Stephenson, D. A., Moore, P. B., 1968). Ромбічна симетрія в свою чергу обумовлює двовісність грандидьєриту, і наявність у нього сильного плеохроїзму – від синьо-зеленого перпендикулярно вісі с, до блілого зеленувато-жовтого – вздовж вісі С. Таким чином, для отримання гарного синьо-зеленого кольору, огранувальник повинен орієнтувати головну оптичну вісь заготовки вздовж вісі с кристалу грандидьєриту.

Гемологічна характеристика грандидьєриту

Для гемологічної характеристики зразків огранованого грандидьєриту були використані:

1. Еталони кольорів GIA Gemset
2. Гідростатичні ваги
3. Полярископ з коноскопичною лінзою
4. Рефрактометр Duplex II, з імєрсійною рідиною і граничним показником заломлення 1.81
5. Дихроскоп з двома кальцитовими призмами
6. УФ-лампа з двома джерелами монохромного світла, які відповідають довжинам хвиль 365 (LW) нм та 254 нм (SW)

Відповідно до задіяної апаратури були отримані певні показники, які наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Порівняння характеристик досліджуваних зразків гранованого грандидьєриту

	Колір	Питома вага, г/см ³	Показники заломлення	Двозаломлення	Оптичний знак та осність	УФ-люмінісценція	Плеохроїзм
№ 1 Кушон 0,36 ct	Дуже сильно синьовато-зелений – Very strongly Bluish Green	2,98	min – 1.581 max – 1.620	0,039	Biaxial (-)	LW - відсутня SW – відсутня	Сильний трихроїзм Blue Green Very pale yellow Greenish Blue
№ 2 Кушон 0,16 ct	Зелений Синій/ Синій Зелений – Green Blue /Blue Green	2,95	min – 1.580 max – 1.620	0,040	Biaxial (-)	LW - відсутня SW – відсутня	Сильний трихроїзм Bluish Green Very pale yellow Greenish Blue
№ 3 Груша 0,36 ct	Дуже сильно зеленувато-синій – Very strongly greenish Blue	2,96	min – 1.580 max – 1.620	0,040	Biaxial (-)	LW - відсутня SW – відсутня	Сильний трихроїзм Light Blue Colorless Greenish Blue

Дослідження методом ІЧ-Фур'є спектроскопії виконувалося Ю.Д.Гаєвським за допомогою спектрометра моделі «Nicolet 6700» виробництва «ThermoFisherScientific», на приставці «CollectorII» відповідно до «Методики діагностики дорогоцінного каміння методом ІЧ-Фур'є спектроскопії».

За результатами вивчення методом ІЧ-Фур'є спектроскопії встановлено деякі особливості у ІЧ-спектрах цих каменів. Дослідження здійснювалося за кімнатної температури, в спектральному діапазоні 7000-400 см⁻¹, кількість сканувань у циклах вимірювання – 32-512, при роздільній здатності 4 см⁻¹.

1. У одному із замірів було виявлено піки поглинання в інтервалі 907 - 1072, см⁻¹. Ці коливання дослідники пов'язують із коливаннями зв'язків типу SiO₄.

2. Також було виявлено серію піків поглинання близько 1342, 1384, 1442, 1480 см⁻¹, який спеціалісти пов'язують із коливаннями зв'язків типу BO₃.

3. У камені було виявлено широку серію піків поглинання у діапазонах 3500-3800 см⁻¹, та 2200-3000 см⁻¹ яка пов'язана з наявністю коливань у кристалічній ґратці молекул H₂O. Коливання такого типу є типовими для грандидьєриту.

4. Також виявлено групу піків у діапазоні 2851 - 3008 см⁻¹ які свідчать про наявність органічних сполук у одному із досліджуваних каменів. За допомогою цих рідин проводиться облагороджування грандидьєритів. При аналізі цих ІЧ-спектрів органічних сполук порівняння їх із іншими ІЧ-спектрами аналогічних рідин з'ясувалося, що рідиною-заповнювачем досліджуваному камені є кунжутна олія (A. Espitia Cubillos, A. Delgado-Tobón and W. Aperador Charaño, 2019) За допомогою УФ-лампи з джерелом монохромного світла 254 нм (SW) було зафіксовано світіння цієї рідини-заповнювача у досліджуваному облагородженому камені (зразок №3).

Дослідження хімічного складу грандидьєриту та включень в ньому

Хімічний склад грандидьєритів, визначений за результатами напівкількісного рентген-флуоресцентного аналізу, наведено в табл. 2.

Зі збільшенням вмісту заліза питома вага грандидьєриту збільшується з 2,91 до 2,99 і колір стає більш насичений зеленим. Властивості вивчених огранованих зразків вкладаються у цю тенденцію.

В досліджуваних зразках автори виявили газово-рідинні та мультіфазні включення, канали росту, в тому числі канали заповнені рідиною.

Таблиця 2

Хімічний склад грандидьєритів (мас. %), визначений в ТОВ «Елватех»

Елемент	Кушон, 0,36ct Концентрація	Кушон, 0,15ct Концентрація	Груша, 0,36ct Концентрація
MgO	18,07	18,36	18,64
Al ₂ O ₃	49,35	49,69	49,43
SiO ₂	18,80	19,08	19,28
TiO ₂	0,006	0,006	0,005
V ₂ O ₅	0,007	0,01	0
Cr ₂ O ₃	0,01	0,04	0,003
FeO _{заг}	1,91	1,06	0,76

Обговорення результатів

Зазовнішнім виглядом грандидьєрит ювелірної якості може бути схожий на лазуліт, апатит, турмалін та флюорит. Але грандидьєрит легко відрізнити від схожих мінералів за показником заломлення за допомогою рефрактометра, оскільки показники заломлення помітно відрізняються.

Висновки

З урахуванням представлених даних грандидьєрит легко ідентифікується стандартними гемологічними методами. Особливу увагу при ідентифікації треба звернути на виявлення облагородження тому, що це має великий вплив на кінцеву вартість ювелірного каменю. Заповнення порожнин органічною речовиною виявляється за допомогою стандартного мікроскопічного дослідження та дослідження методом ІЧ-Фур'є спектроскопії.

Автори висловлюють подяку Олександрі Портянко за допомогу при вивченні ІЧ-спектрів цього каменю.

Список використаних джерел

1. A. Espitia Cubillos, A. Delgado-Tobón and W. Aperador Chaparro. "Comparative study of the thermal properties of Sesame oil and two mineral oils of different viscosity", INGE CUC, vol. 15, no. 2, pp. 99-108, 2019. DOI: <http://doi.org/10.17981/ingecuc.15.2.2019.10>
2. Bruyère, D., Delor, C., Raoul, J. Rakotondranaivo, R., Wille, G., Maubec, N., and Lahfid, A. (2016). A New Deposit of Gem-Quality Grandidierite in Madagascar. *Gems & Gemmology*, vol.52, #3, pp. 266-275
3. "Gemmological and Spectroscopic Characteristics of Grandidierite from Madagascar", 2024
4. Schmetzer K., Burford M., Kiefert L., Bernhardt H.J. (2003). The first transparent faceted grandidierite, from Sri Lanka. *Gems & Gemology* 39, Spring 2003, pp. 32-37
5. Stephenson, D. A., Moore, P. B. (1968) The crystal structure of grandidierite, (Mg, Fe) Al₃SiBO₉. *Acta Crystallographica Section B Structural Crystallography and Crystal Chemistry*, 24 (11) 1518-1522

УДК 549.091

АГАТИ З МОРДЕНИТОМ У БАЗАЛЬТАХ ВОЛИНИ AGATE WITH MORDENITE IN BASALTS OF VOLYN

Науменко Євген Вікторович, науковий співробітник геологічного відділу¹, ORCID: 0000-0001-5323-4706, kyivmineralogist@gmail.com

Федченко Олександра Євгенівна, студентка групи Р-11², e-mail: sasshafeda@gmail.com

Швець Олексій Васильович, старший науковий співробітник³, ORCID: 0000-0002-2380-0145, e-mail: alexshvets@ukr.net

¹ Національний науково-природничий музей НАН України, вул. Богдана Хмельницького, 15, Київ, 01601, Україна

² Коледж геологорозвідувальних технологій, вул. Василя Тютюнника, 9, Київ, 03150, Україна

³ Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського, пр. Науки, 31, Київ, 03028, Україна

Naumenko Ievgen, Researcher of the Geological Department¹, ORCID: 0000-0001-5323-4706, kyivmineralogist@gmail.com

Fedchenko Oleksandra, student of group R-11², e-mail: sasshafeda@gmail.com

Shvets Oleksii, senior researcher³, ORCID: 0000-0002-2380-0145, e-mail: alexshvets@ukr.net

¹ National Museum of Natural History of the NAS of Ukraine, off. 105, 15 B. Khmelnytskyi Str., Kyiv, 01030, Ukraine

² College of Geological Exploration Technologies, 9, Vasylya Tyutyunnyka st., Kyiv, 03150, Ukraine

³ Institute of Physical Chemistry named after L.V. Pysarzhevsky, Nauky Ave., 31, Kyiv, 03028, Ukraine

Анотація. В даній роботі описується специфічний різновид агатових мінеральних агрегатів з включеннями морденіту – мінералу з групи цеолітів. Такі агати є доволі рідкісними навіть в межах усієї планети, а включення морденіту додають цим агатам декоративних властивостей. Ці агати було знайдено на двох базальтових кар'єрах у Рівненській області – Полицькому та одному з кар'єрів Івано-Долинського родовища. Наявність морденіту в агатах підтверджено рентгеноструктурним дослідженням на рентгенівському дифрактометрі D8 ADVANCE (Bruker AXS). Також на основі просторового співвідношення мінералів та їх різновидів в агатових мінеральних агрегатах створено класифікацію таких агатів.

Ключові слова: агати, мінералогія кремнезему, базальти, цеоліти, морденіт.

Abstract. This paper describes a specific type of agate mineral aggregates with inclusions of mordenite - a mineral from the zeolite group. Such agates are quite rare even within the entire planet, and the inclusions of mordenite give these agates decorative properties. These agates were found in two basalt quarries in the Rivne region - Polytsky and one of the quarries of the Ivano-Dolyn deposit. The presence of mordenite in agates was confirmed by X-ray structural research on an X-ray diffractometer D8 ADVANCE (Bruker AXS). Also, based on the spatial ratio of minerals and their varieties in agate mineral aggregates, a classification of such agates was created.

Keywords: agates, silica mineralogy, basalts, zeolites, mordenite.

Вступ

Агат відомий з давніх-давен, і є одним із найвідоміших різновидів виробного каміння. Агати активно використовуються в якості ювелірної сировини, а колекціонування агатів є окремим напрямом колекціонування мінералів. Дослідження певних унікальних рис агатів Волині і порівняння їх з іншими агатами світу зробить українські агати більш впізнаваними та відомішими.

Незважаючи на існування певних доволі загальних досліджень агатів Волині, відсутній ґрунтовний опис саме волинських агатів з включеннями цеолітів. Оскільки такі агати в світі доволі рідкісні, варто приділити цьому типу агатів ретельну увагу.

Агати: загальна мінералогічна характеристика

Агат є смугастим мінеральним агрегатом, який складається з халцедону, кварцину, низькотемпературного кварцу та різних домішок, які надають агату того чи іншого кольору або малюнку (Г.П.Барсанов, М.Е.Яковлева, 1994). Багатьма науковцями халцедон вважався і досі вважається тонковолокнистим або сферолітовим різновидом кварцу, який характеризується витягнутими волокнами вздовж граней призм, найчастіше гексагональної призми. Але згідно останніх досліджень, різниця між халцедоном і кварцем все ж таки є, і вона полягає в наступних факторах:

- Різний ступінь розупорядкованості у структурі кварцу з порушенням тривимірних зв'язків
- Вкрай мілкий розмір окремих кристалічних індивідів (від 1-5 до 10-20 мкм)
- Збільшений вміст H₂O (інколи майже до 1,5%- частково у вигляді OH-)

Наслідком цього є більш низькі густина, показники заломлення та двозаломлення халцедона в порівнянні з кварцем (А.А.Годовиков, О.И. Рипинен, С.Г. Моторин, 1987).

Походження зразків

Зразки агатів різних типів були зібрані науковим співробітником ННПМ НАН України Науменком Є.В. протягом 2011 – 2023 років. Джерелом зборів були декілька базальтових кар'єрів, а саме – Полицький кар'єр біля села Веретено на заході Рівненщини (Рис. 1) та кар'єр № 2 Яново-Долинського родовища в селі Базальтовому (Костопільський район Рівненської області) (Рис. 2). Зібрані агати розрізалися та відполіровувалися із застосуванням алмазних абразивів різної зернистості.

Територіальне розташування місць знахідок агатів можна подивитися на рисунках 1 і 2.

Геологія базальтових кар'єрів Волині

Вулканічні породи найбільш поширенні у західному схилі Українського кристалічного щита (Є.К. Лазаренко та ін, 1960). Згідно сучасним даним, цю геологічну ділянку називають Волино-Подільською плитою. За хімічним складом ці породи відносять до базальтів, а за текстурно-структурними ознаками виділяють декілька різновидів базальтів:

- масивні базальти, що складають базальтові стовпи;

- мигдалекам'яні базальти, що складають самостійні покриви, а також верхні частини більшої частини тіл масивних базальтів;
- базальтові туфи – рихлуваті породи, які здебільшого теж утворюють пласти у верхніх частинах масивів вулканічних порід, або можуть чергуватися з більш масивними базальтами.

Базальтові породи Волино-Подільської плити відносять до волинської серії нижнього венду і датують віком 550 млн років (П.Ф. Гожик та ін, 2013), але за сучасною геохронологічною шкалою цей час відповідає верхньому едіакарію.



Рис. 1. Полицький кар'єр (350 км траси Київ-Коваль біля с. Веретено, Рівненська область)

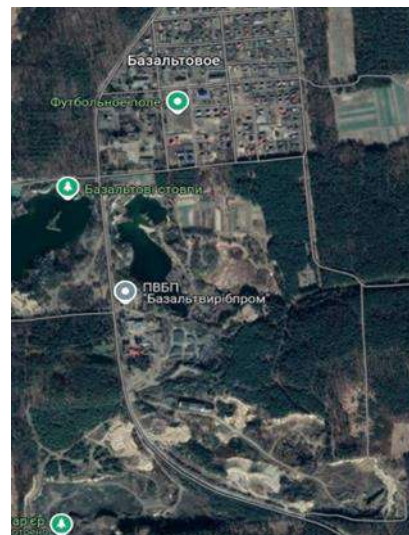


Рис. 2. Яново-Долинське родовище базальтів (с. Базальтове, Костопільський район, кар'єр № 2, Рівненська область)

Найчастіше за все знахідки агатів, в тому числі з морденітом, трапляються в мигдалекам'яних базальтах, в яких агати утворюють жовна неправильно-округлої форми розміром від 0,5 до 25 см. Жовна агатів великого розміру зазвичай дещо сплюснені. Окрім того, агати, в тому числі з морденітом, можуть утворювати жили – як лінійного, так і розгалуженого типів. Лінійні жили властиві для масивних базальтів, в яких вони утворюються в міжстовповому просторі. Розгалужені жили, в яких можуть існувати невеличкі лінійні ділянки, є характерними для мигдалекам'яних базальтів та базальтових туфів. Найбільш розповсюджені агати сірих, рідше блакитнувато-сірих кольорів, що обумовлені наявністю тих чи інших барвників, а розсіюванням світла на граничних поверхнях дрібних кристалічних індивідів. В певних матово-білих або світло-жовтих ділянках колір обумовлений наявністю ділянок опалу, який повільно переходить у сірий халцедон.

Дослідження мінерала-супутника в агатах Полицького та Івано-Долинського родовищ

З метою аналізу мінерала-супутника з периферійної зони одного зі зразків агату Полицького кар'єру було виокремлене скупчення крихких голчастих світло-рожевих кристалів, ріст яких продовжувався і всередині самого агату.

Належність досліджуваного цеоліту до морденіту доведено за допомогою рентгеноструктурних досліджень на рентгеновському дифрактометрі D8 ADVANCE (Bruker AXS). CuK α випромінювання (0,154184 нм) з Ni фільтром, NaI детектор, 5 – 60°, крок 0,05°, накопичення 3с/точку. Важливо, що на наведеному нижче малюнку лінії рентгеновської дифракції кристалічної ґратки морденіту асоціюють з лініями кварцу, який скоріше за все попав до скупчення кристалів морденіту у вигляді домішки халцедону.

Дослідження були проведені О.М. Швецем на базі Інституту Фізхимії НАН України методом порівняння рентгеноструктурних спектрів досліджуваного морденіту та еталону з бази International Zeolite Association (https://europe.iza-structure.org/IZA-SC/pow_plot_VerifSyn.php?ID=57) можна подивитися на рис. 3.

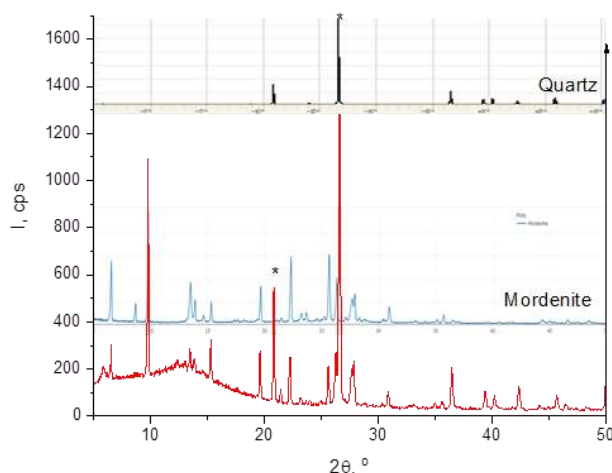


Рис. 3. Дифрактограма досліджуваного морденіту з домішками кварцу у порівнянні з еталонною дифрактограмою морденіту

Класифікація волинських агатів з включеннями морденіту

Агати з морденітом з Полицького кар'єру за структурно-мінералогічними ознаками можна поділити на 3 групи:

Класичні смугасті нодульні агати, в яких морденіт утворює окремі сфероліти різного розміру (рідше кірки з сферолітів) на периферії агатових мигдалин (Рис. 4, 5). Закономірною деталлю таких агатів є наявність на сферолітах морденіту облямівки халцедону, яка трошки відрізняється за кольором від основної маси того ж халцедону. Причому в деяких випадках видно, що ця облямівка складається з невеличких кульок халцедону, які зрослися між собою (Рис. 4). В окремих випадках в таких агатах більша частина мигдалини може бути заповнена білим опалом, але морденітові сфероліти все одно оточені халцедоновою облямівкою (Рис. 6).



Рис.4



Рис.5

Рис. 4-5. Агати з морденітом. Полицький кар'єр, Рівненщина



Рис. 6. Опал з ділянками морденіту в облямівці халцедону



Рис. 7



Рис.8



Рис.9

Рис. 7-9. Агати з кварцем і морденітом. Полицький кар'єр, Рівненщина

Жильні агати, в яких майже відсутній класичний агатовий смугастий малюнок, з великою кількістю невеличких сферолітів морденіту, які утворюють суцільні кірки по периферії жили. Основний паттерн малюнку в цих агатах формується грубими дендритоподібними утвореннями, які складені мілкозернистим яшмоподібним кремнеземом коричневого та зеленого кольору (Рис. 10 - 12). Попередні дослідники вказують (Є.К. Лазаренко та ін., 1960), що у деяких випадках промені цеоліту, що перетинаються і переплітаються, утворюють складні візерунки на тлі халцедону. Тобто подібні агати, можливо, були описані і раніше, але відповідних фотографій і більш детальної інформації у ранніх джерелах не знайшлося.



Рис. 10



Рис. 11



Рис. 12

Рис. 10-12. Жильні агати з морденітом і дендритами, складеними мілкозернистим яшмоїдом.
 Полицький кар'єр, Рівненщина

За нашими даними, знахідки агатів з морденітом в кар'єрах Івано-Долинського родовища траплялися значно рідше. Такі агати, які скоріше можна назвати не жильними, і не нодульними, а плямоподібними. В цих плямоподібних агатах морденіт у вигляді скупчень сферолітів теж локалізується на периферії колишньої порожнини, але, на відміну від агатів Полицького родовища, він межує не з халцедоном, а з темним димчастим кварцем, а халцедон в цьому агаті займає центральну частину. Зазвичай в агатах, при чому не тільки в рівненських, кварц заповнює центральні частини агатових мигдалин, інколи утворюючи жеоди з кристалами вільного росту, тоді як у випадку морденітових агатів Янової Долини ця послідовність є зворотною (Рис. 13-14). До того ж наявність димчастого кварцу в агатових мигдалинах теж є доволі рідкісним випадком. Морденіт міг кристалізуватися в залишковій вулканічній порожнині просто першим, а після цього вже відбувалося застигання халцедонового гелю та/або кристалізація кварцу з розчину. Кристалізація морденіту в першу чергу дає можливість його кристалам сформувати відносно довершені форми, оскільки формуванням цих кристалів не заважала як одночасна, так і попередня кристалізація інших мінералів в середині мигдалини.

Висновки

У даній роботі розглядалися агати з включеннями морденіту з Рівненщини, які утворилися у вулканічних породах – едікарських базальтах Волино-Подільської плити. Сам агат представляє собою смугастий мінеральний агрегат, який складається з халцедону, кварцу, низькотемпературного явнокристалічного кварцу та морденіту, просторові співвідношення яких надають агату певний колір та малюнок. За допомогою рентгеноструктурного аналізу на дифрактометрі D8 ADVANCE (Bruker AXS) було підтверджено, що радіально-променисті агрегати, які зустрічаються у периферійних частинах агатів Рівненщини, представлені морденітом.



Рис. 13

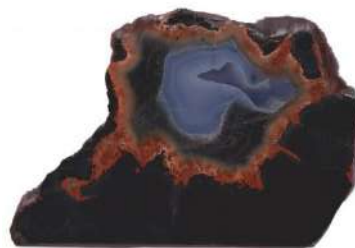


Рис. 14

Рис. 13 - 14. Агати з морденітом, димчастим кварцем та халцедоном в центральній частині жеоди.
 Івано-Долинське родовище, Рівненщина

Найчастіше морденіт зустрічається на Полицькому кар'єрі у вигляді радіально-променистих сферолітів або їх скупчень на периферії агатових мінеральних агрегатів. Тут ми можемо знайти: класичні нодульні агати, де морденіт представлений сферолітами різного розміру на периферії мигдалин і оточений окремою фазою сферолітового халцедону; мигдалини, здебільшого заповнені кварцом та сферолітами морденіту різного розміру, причому халцедон в таких мигдалинах або відсутній, або існує в невеличкій кількості, та унікальні жильні агати, в яких майже відсутній класичний агатовий смугасто-концентричний малюнок, з великою кількістю невеличких сферолітів морденіту, малюнок яких сформований грубими дендритоподібними утвореннями, які представлені яшмоподібним кремнеземом коричневого та зелених кольорів.

В одному з кар'єрів Івано-Долинського родовища базальтів були знайдені та досліджені плямоподібні агати, у яких локалізовані на периферії сфероліти морденіту межують із темним димчастим кварцом, тоді як блакитнуватий халцедон займає центральну частину агату. Особливістю агатів з морденітами з Янкової Долини є, по-перше, порівняно великі сфероліти морденіту з довгими голчастими кристалами, а по-друге, наявність в цих агрегатах жовтуватого-димчастого кварцу, що є доволі рідкісним явищем для агатових мінеральних агрегатів, а по-третє, зворотня послідовність утворення мінералів, в якій халцедон заповнює середину агатового агрегату, а явнокристалічний кварц знаходиться ближче до периферії. Знахідка подібних агатів в одному з кар'єрів Янкової Долини сталася всього один раз, що робить ці агати унікальними.

Список використаних джерел

1. Барсанов Г.П., Яковлева М.Е. (1984). Минералогия поделочных и полудрагоценных разновидностей тонкозернистого кремнезема. "Наука", Москва.
2. Годовиков А.А., Рипинен О.И., Моторин С.Г. (1987). Агаты. "Недра". Москва
3. Гожик П.Ф. (ред.). (2013). Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України.
4. Лазаренко Є.К., Матковський О.І., Винар О.М., Шашкіна В.П., Гнатів Г.М. (1960). Мінералогія вивержених комплексів Західної Волині. Вид-во Львівського університету, Львів

УДК 549.091

ДЖИНСОВІ ЯШМИ ЗАВАЛІВСЬКОГО ГРАФІТОВОГО РОДОВИЩА JEANS JASPER FROM ZAVALIEVSKY GRAPHITE MINE

Науменко Євген Вікторович, науковий співробітник геологічного відділу¹, ORCID: 0000-0001-5323-4706,
kyivmineralogist@gmail.com

Чертова Дарія Сергіївна, аспірантка кафедри геохімії, мінералогії та петрографії², ORCID: 0009-0004-8185-7950,
 e-mail: dariia.chertova@gmail.com

¹ Національний науково-природничий музей НАН України, вул. Богдана Хмельницького, 15, Київ, 01601, Україна

² Навчально-науковий інститут «Інститут геології» Київського Національного Університету ім. Тараса Шевченка, вул. Васильківська, 90, Київ, 03022, Україна

Naumenko Ievgen, Researcher of the Geological Department¹, ORCID: 0000-0001-5323-4706,
kyivmineralogist@gmail.com

Chertova Dariia Serhiivna, Postgraduate Student, Department of Geochemistry, Mineralogy and Petrography², ORCID:

0009-0004-8185-7950, e-mail: dariia.chertova@gmail.com

¹ National Museum of Natural History of the NAS of Ukraine, off. 105, 15 B. Khmelnytskyi Str., Kyiv, 01030, Ukraine

² Educational and Scientific Institute "Institute of Geology" of Taras Shevchenko National University of Kyiv, 03022, Kyiv, Vasylykivska St., 90

Анотація. У цій роботі було досліджено зразки нового різновиду виробного каміння з торговою назвою «джинсова яшма». Досліджувані зразки цих порід знайдені на Заваллівському родовищі графіту у 2022-23 роках. Петрографічні дослідження виявили у її складі 90% кварцу, а також невеличку домішку (до 5%) хлориту клінохлор-шамозитового ряду, який обумовлює загальний блакитний колір породи, при чому кількість хлориту прямо впливає на ступінь насиченості блакитного кольору яшми. Окрім хлориту, в яшмі присутні домішки рудних мінералів – піриту та магнетиту, а також релікти кальцифіру, навколо яких розвинуті халцедонові облямівки. Структура цієї породи – мікро-та криптокристалічна, мікротекстура коливається в залежності від ділянки від прожилкової і кокардової до такситової. Джинсову яшму поділено за кольором на декілька сортів – біло-блакитну, блакитну та блакитно-синю. Вони мають високі декоративні властивості та гарно приймають поліровку. Такий незвичайний різновид яшми є рідкістю навіть у світовому масштабі, що викликає інтерес і потребує ретельного подальшого вивчення

Ключові слова: кубічний цирконій, фіаніти, судова експертиза, маса каменів.

Abstract. In this article, samples of a new variety of decorative stone with the trade name "jeans jasper" were studied. The studied samples of these rocks were found at the Zavallya graphite deposit in 2022-23. Petrographic studies revealed that it contains 90% quartz, as well as a small admixture (up to 5%) of chlorite of the clinochlor-chamosite series, which determines the overall blue color of the rock, with the amount of chlorite directly affecting the degree of saturation of the blue color of the jasper. In addition to chlorite, jasper contains impurities of ore minerals - pyrite and magnetite, as well as relics of calcifer, around which chalcedony borders are developed. The structure of this rock is micro- and cryptocrystalline, the microtexture varies depending on the area from veined and cocardian to taxitic. Jeans jasper is divided into several varieties by color - white-blue, blue and dark-blue. They have high decorative properties and take polishing well. Such an unusual variety of jasper is rare even on a global scale, which arouses interest and requires careful further study

Keywords: cubic zirconia, forensic examination, mass of gemstones.

Вступ

Заваллівське родовище є найважливішим джерелом видобутку високоякісної графітової сировини в Україні, яке працює з 1933 року. Мінеральний комплекс цього родовища є досить складним і детальне його вивчення може допомогти у розумінні складних і багатостадійних умов його утворення, що у свою чергу може полегшити пошуки та відкриття нових перспективних типів корисних копалин взагалі, і зокрема виробного каміння в Україні. Існує тільки одна оглядова стаття, в якій коротко описані яшми з Заваллівського родовища, але переважно жовтих і зелених кольорів, з характерною сферолітовою структурою. Блакитні яшми в ній не згадуються (Гелета О.Л., Нестеровський В.А., Сурова В.М., 2021). Попередньому вивченню мінерального складу та структури "джинсової яшми", знайденої на Заваллівському родовищі, і присвячене це дослідження.

Походження зразків

Зразки сірувато-блакитної гірської породи у вигляді великих блоків розміром до 1,5 м³ були знайдені одним з авторів (Є.В.Науменком) влітку 2022 року на відвалах Заваллівського кар'єру, а восени 2023 року – і в корінному заляганні на самому кар'єрі, в межах його південно-західного борту. Ця порода утворює потужні жили з роздувами неправильної форми, які залягають в хлоритизованих амфіболітах. Самі амфіболіти є важливою породою тектонічної зони дроблення і розсічені тонкими кварцовими жилами, інколи з аметистоподібним кварцом та/або сидеритовими сферолітами. Досліджувана порода візуально виглядає доволі дрібнозернистою, має блакитний або сірувато-синій колір різних відтінків, і час від часу містить невеличкі ділянки халцедону або навіть агату, внаслідок чого отримала первинну назву "халцедоноліт". Також важливою складовою цієї породи є значні ділянки захопленого кальцифіру.

Різні кольорові різновиди цієї породи були відполіровані та розшліфовані. Фото такої яшми з комбінацією декількох кольорів різного ступеня насиченості та з ділянками захопленого кальцифіру можна побачити на Рис. 1.

При подальшому візуальному вивченні з'ясувалося, що основна маса породи є світлою, а колір обумовлюється включеннями численних лусочок темно-синьо-зеленого мінералу, попередньо визначеного як хлорит. Кількість включень хлориту впливає на ступінь насиченості блакитного кольору породи, тобто – ця окраска є алохроматичною. Як підтвердження – були знайдені майже білі різновиди такої породи, в яких хлорит був майже відсутній.

Петрографічні дослідження та обговорення їх результатів

Петрографічне вивчення зразків проводилось на кафедрі мінералогії, геохімії та петрографії ННІ «Інститут геології» КНУ ім. Т. Шевченка. Вивчення шліфів у прохідному світлі відбувалося з використанням поляризаційного мікроскопу ПОЛАМ РП-1. Вдалося з'ясувати, що усі зразки джинсових яшм мають подібні мінеральні та текстурно-структурні особливості.

Мікротекстура зразків прожилкова, кокардова, такситова.

Прожилкова текстура проявляється як макроскопічно у зразках, так і при мікроскопічному дослідженні шліфів. Прожилки є малопотужні, найбільші з них сягають 5 мм, тоді як більшість з них лише 1 мм і менше. Вони є прямолінійними, іноді перетинаються, і вивпнені кварцом. Більші з них проявляють зональність, змінюючись від приконтатної зони до центральної. Зовнішня зона складається з розщеплених віялоподібних агрегатів халцедону. Потужність такої зони становить в середньому 0,1 мм. Внутрішня зона вивпнена кристалічним кварцом, що утворює більш-менш ізометричні ксеноморфні кристали, розміром 0,05-0,2 мм. У дуже тонких жилах може зустрічатися лише одна зона.

Кокардова текстура представлена наявністю в матриці породи округлих або ж неправильної форми зон пошарової кристалізації кварцу та халцедону навколо мафічних мінералів – хлориту, магнетиту або піриту. Розмір таких кокард від 0,2 мм до жеодоподібних агрегатів розміром до перших сантиметрів. Останні мають будову зон, подібну до зональності крупних прожилків. Дрібніші кокарди складені у центральній частині мікролітами халцедону з оболонкою криптокристалічного кварцу.

Такситова текстура проявлена, головним чином, у вигляді включень ксенолітів доломітових кальцифірів. Ксенолітові включення мають неправильні форми та розміри від 1-2 мм до 1-2 см. Ксеноліти кальцифірів, окрім карбонатів, містять у своєму складі кристали хлориту, магнетиту та поодинокі зерна апатиту. Концентрація їх у шліфах коливається від 1-2% до 20%.

Мікроструктура джинсових яшм є мікро-криптокристалічною

Серед мікролітової та криптокристалічної загальної маси чітко виділяються гіпідіоморфні кристали темно-зелених хлоритів, що представлені деформованими, дещо вигнутими, частково розщепленими лусочками, розміром від 0,1 до 1 мм. Спостерігається певна залежність, що проявляється у більш насиченому забарвленні зразків, які містять більшу частку мафічних мінералів та ксенолітів кальцифірів. Навколо таких ксенолітів утворюються зони, сформовані сферолітами халцедону.

Приклад загальної структури та текстури можна роздивитися на Рис.2.



Рис.1. Відполірований сляб джинсової яшми з переходом кольорів від темно-синього до блакитного, з ділянками захоплених кальцифірів. Розмір полірованої частини 28 на 19 см. Фото Ігоря Копита.

Fig. 1. Polished slab of denim jasper with a color transition from dark blue to blue, with areas of captured calcifers. The size of the polished side is 27 by 18 cm. Photo by Igor Kopyt.

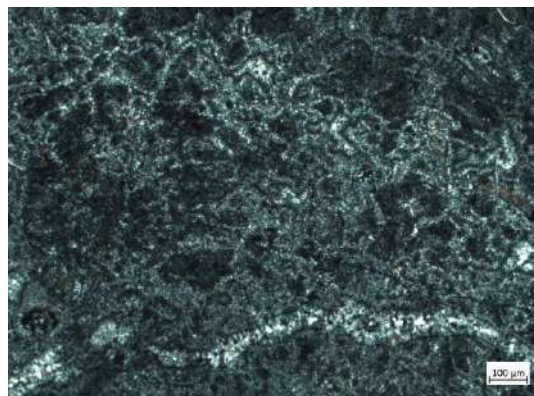


Рис. 2. Структура джинсової яшми в поляризованому світлі. Скупчення мікролітів кварцу з включеннями хлоритів обрастають тонкими облямівками халцедону. В нижній частині – більш потужна халцедонова жила. Поле зору – 40 мм. Фото О.Ковтуна

Fig. 2. Structure of denim jasper in polarized light. Clusters of quartz microliths with chlorite inclusions are overgrown with thin chalcedony borders. In the lower part there is a thicker chalcedony vein. Field of view – 40 mm. Photo by O. Kovtun.

Мінеральний склад: кварц+халцедон >90%, темно-зелений хлорит (1-5%), доломітові ксеноліти кальцифіру з апатитом, магнетит (1-2%), пірит, карбонат (анкерит).

Хімічний склад хлоритів вивчався за допомогою електронно-зондових досліджень в прозоро-полірованих шліфах на растровому мікроскопі РЕММА 202-М. Він визначався в 5 точках вимірювання в яшмі кожного з трьох типів, і виявилось, що коливання хімічного складу є доволі незначними, навіть в різних типах джинсової яшми, тому він подається у вигляді середнього значення у Таблиці 1.

Таблиця 1

Хімічний склад хлориту з джинсових яшм, масові %

Компоненти	Na ₂ O	K ₂ O	MaO	FeO	MnO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	TiO ₂	H ₂ O	Сума
Масові %	0.01	0.02	20.3	29.53	0.24	8.93	25.45	0.25	15.26	99.99

За хімічним складом цей хлорит виявився членом ізоморфного ряду клінохлор-шамозит, і оскільки вміст FeO переважає вміст MgO як у вагових, так і у атомних %, хоча в останньому випадку ці показники майже однакові, найбільш коректно цей хлорит називати Mg-шамозитом (Hey, 1954). Більш точна назва потребує визначення співвідношення Fe²⁺ / Fe³⁺, що поки знаходиться за межами наших аналітичних можливостей

Висновки

Досліджена джинсова яшма є криптокристалічною кварцевою породою з помітними ділянками халцедону, який утворює крустифікаційні обрастання як навколо кварцевих мікролітових агрегатів, так і навколо реліктів захопленого кальцифіру. Оскільки загальний вміст мікрокристалічного кварцу, у відсотковому відношенні у всіх випадках є більшим за 90%, ми вважаємо, що цю породу з точки зору її мінерального складу і структури можна називати яшмою (Барсанов Г.П., Яковлева М.Е., 1978; Гелета, О.Л. Нестеровський В.А., 2020). В окремих локальних випадках, коли відсоток кварцу саме у вигляді халцедону переважає над мілкокристалічним кварцем, можна використовувати термін “халцедоноліт”.

Колір цієї яшми – алохроматичний, і обумовлений кількістю домішок мілкокристалічних лусочок хлориту, який за хімічним складом відповідає Mg-шамозиту. Кількість цього хлориту коливається від 1 до 5%, і це прямо впливає на ступінь насиченості кольору цієї яшми, який в залежності від кількості хлориту може змінювати колір від блакитно-білого до темно-синього. В останньому випадку на ступінь насиченості кольору впливає ще збільшення кількості реліктів захопленого кальцифіру та мікрокристалів рудних мінералів, перш за все магнетиту та піриту. За кольором ці яшми можна умовно розділити на три типи – біло-блакитну, блакитну та блакитно-синю, але в багатьох випадках ці різновиди переходять один до одного навіть в межах одного жильного тіла. Цей виробний камінь є унікальним, і повинен зайняти гідне місце на світовому ринку.

Список використаних джерел

1. Барсанов Г.П., Яковлева М.Е. (1978). Минералогия яшм СССР. Наука, Москва. 87 стор.
 2. Гелета О.Л., Нестеровський В.А., Суrowa В.М. (2021). Гемологічна характеристика яшм Українського щита. Коштовне та декоративне каміння, №1, стор. 14-19.
 3. Гелета, О.Л. Нестеровський В.А. (2020). Яшма та її декоративні різновиди. Коштовне та декоративне каміння, N3, стор.
 4. Лазаренко Є.К., Сребродольський Б.І. (1969). Минералогия Поділля. Видавництво Львівського Університету. Львів, стор.205.
 5. Hey, Max H. (1954) A new review of the chlorites. Mineralogical Magazine, № 224, vol. XXX, pp. 277-292
- References
1. Barsanov G.P., Yakovleva M.E. (1978). Mineralogy of jaspers of the USSR. Nauka, Moscow. 87 pp.
 2. Geleta O.L., Nesterovsky V.A., Surova V.M. (2021). Gemological characteristics of jaspers of the Ukrainian Shield. Precious and decorative stones, No. 1, pp. 14-19.
 3. Geleta, O.L. Nesterovsky V.A. (2020). Jasper and its decorative varieties. Precious and decorative stones, No. 3, pp.
 4. Lazarenko E.K., Srebrodolsky B.I. (1969). Mineralogy of Podillia. Lviv University Publishing House. Lviv, p.205.
 5. Hey, Max H. (1954) A new review of the chlorites. Mineralogical Magazine, No. 224, vol. XXX, pp. 277-292

УДК 549.514.:543.424

ДОСЛІДЖЕННЯ РІЗНОВИДІВ МІНЕРАЛІВ ГРУПИ КВАРЦУ МЕТОДОМ РАМАН-СПЕКТРОСКОПІЇ RESEARCH OF VARIETIES OF QUARTZ GROUP MINERALS USING THE METHOD OF RAMAN SPECTROSCOPY

Котенко Максим Сергійович, судовий експерт сектору фізико-хімічних досліджень, ORCID: 0000-0002-5004-2968, kotenskomsgeol@gmail.com

Нестеренко Олексій Геннадійович, судовий експерт сектору гемологічних досліджень, ORCID: 0009-0003-2468-6967, megaleziy@gmail.com

Колосова Ірина Валеріївна, головний судовий експерт сектору гемологічних досліджень, ORCID: 0000-0002-1428-4281, kolosova@karazin.ua

Державний науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України, 03170, вул. Велика Кільцева, 4, м. Київ, Україна

Kotenko Maksym, forensic expert of the sector of the physico-chemical research, ORCID: 0000-0002-5004-2968, kotenskomsgeol@gmail.com

Nesterenko Oleksii, forensic expert of the gemological research sector, ORCID: 0009-0003-2468-6967, megaleziy@gmail.com

Kolosova Iryna, the chief forensic expert of the gemological research sector, ORCID: 0000-0002-1428-4281, kolosova@karazin.ua

State Scientific-Forensic Expert Forensic Center, 03170, str. Velyka Kiltseva, 4, Kyiv, Ukraine

Анотація. Раман-спектроскопія є одним з провідних методів дослідження мінералів в багатьох мінералогічних та гемологічних лабораторіях світу. Проте наразі кількість мінералогічних та гемологічних вітчизняних досліджень з використанням даного методу залишається обмеженою. В даній роботі наведені можливості використання Раман-спектроскопії, зокрема для дослідження різновидів мінералів групи кварцу. Наведені особливості притаманні для кристалічних та прихованокристалічних різновидів.

Ключові слова: кварц, халцедон, Раман-спектроскопія.

Abstract. Raman spectroscopy is one of the leading methods for studying minerals in many mineralogical and gemological laboratories around the world. However, currently the number of mineralogical and gemological domestic studies using this method remains limited. This paper presents the possibilities of using Raman spectroscopy, in particular for studying varieties of quartz group minerals. Features are shown for crystalline and cryptocrystalline varieties.

Keywords: Quartz, chalcedony, Raman-spectroscopy.

Раманівська спектроскопія — це ефективний аналітичний метод, що ґрунтується на явищі непружного розсіювання монохроматичного світла, зазвичай лазерного. Під час взаємодії світла з речовиною відбувається зміна енергії фотонів, що відображає особливості структури та складу зразка. Коли світло взаємодіє з матеріалом, більшість фотонів пружно розсіюється але невелика частина зазнає енергетичних зсувів, що відповідають молекулярним коливанням — це явище лежить в основі раманівського розсіювання. Завдяки своїй неруйнівній природі раманівська спектроскопія широко застосовується у хімії, матеріалознавстві, біології, медицині, фармацевтиці, мінералогії та гемології [1].

У гемології та мінералогії Раман-спектроскопія використовується для ідентифікації мінералів, при дослідженні включень у них, вивченні природи (походження) каменів, встановленні факту облагородження каменів, є неруйнівним методом дослідження та не вимагає складної пробопідготовки [2, 3].

Мета роботи: дослідити закономірності Раман-спектрів різновидів мінералів групи кварцу, зокрема для кристалічних та прихованокристалічних різновидів.

Дослідження проводилось на Раман-спектрометрі комбінаційного розсіювання Thermo Fisher Scientific DXR Raman Microscope при використанні збуджуючого лазера з довжиною хвилі 532 нм та в діапазоні реєстрації спектра 100 – 1800 см⁻¹. Реєстрація спектрів проводилась у точковому режимі з використанням об'єктива ×50, із фокусуванням лазерного променя на поверхні зразка. Обробка спектрів та їх інтерпретація здійснювались за допомогою програмного забезпечення програмного пакета «Omnis 9.1», із залученням довідкових баз даних Раман-спектрів.

Нами було досліджено зразки різновидів мінералів групи кварцу у формі необробленого та галтованого каміння, кабошонів, намистин та огранованих вставок у ювелірних виробках.

Для всіх досліджених різновидів кварцу головним характеристичним піком є інтенсивний пік комбінаційного розсіювання в області 464 см^{-1} . Також на спектрах всіх досліджених різновидів кварцу спостерігаються піки середньої інтенсивності в областях

128 см^{-1} , 206 см^{-1} та менш інтенсивні піки в областях 265 см^{-1} , 355 см^{-1} , 393 см^{-1} , 695 см^{-1} , 808 см^{-1} , 1085 см^{-1} , 1160 см^{-1} (рис. 1).

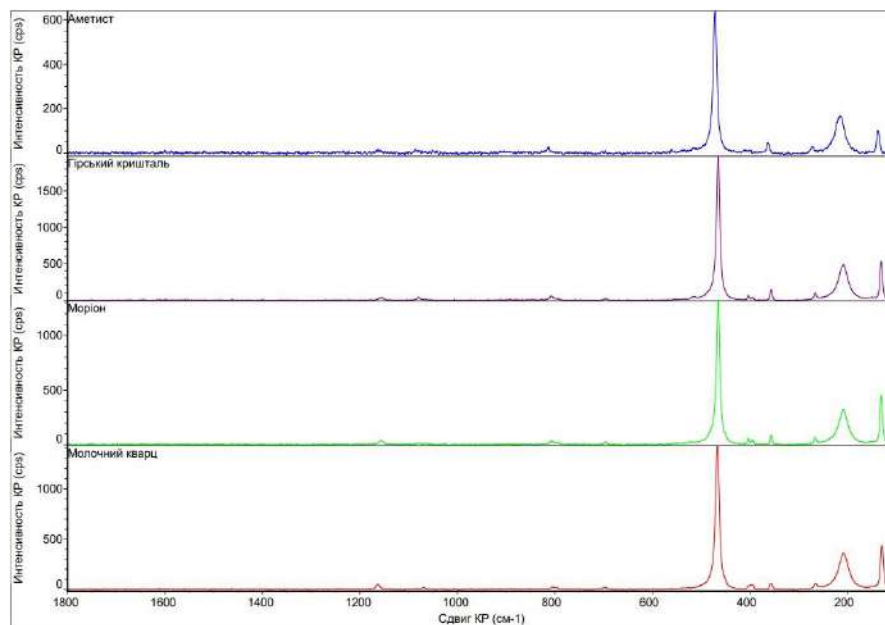


Рис. 1. Порівняння спектрів комбінаційного розсіювання аметисту, гірського кристалю, моріону і молочного кварцу

Раман-спектроскопія може використовуватися для дослідження природи (походження) кварцу. Згідно з публікаціями [5, 6] на спектрах комбінаційного розсіювання природного кварцу наявні характеристичні піки в областях 695 см^{-1} і 1160 см^{-1} , тоді як на спектрах синтетичного кварцу дані піки відсутні, що відповідає результатам наших досліджень (рис. 2).

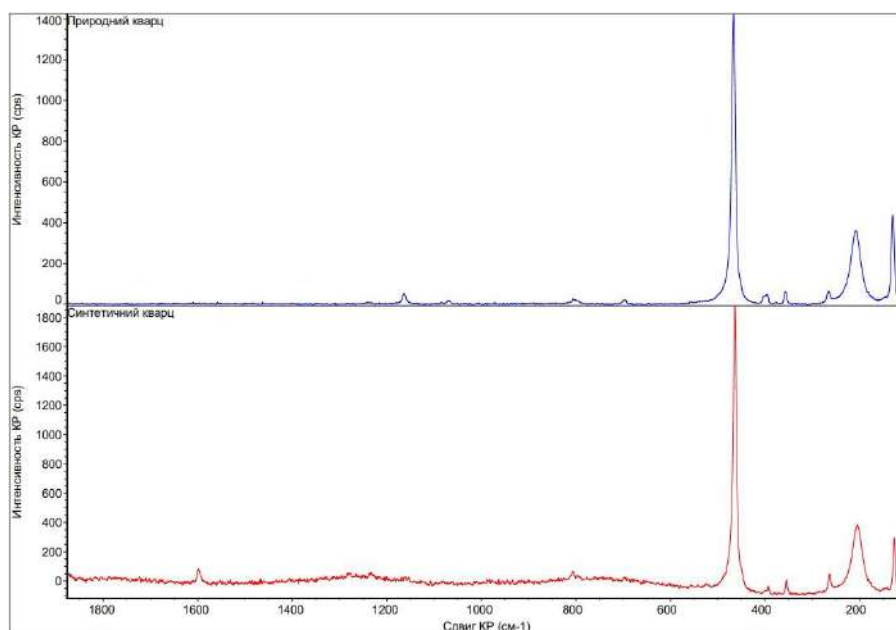


Рис. 2. Порівняння спектрів комбінаційного розсіювання природного і синтетичного кварцу

На спектрах комбінаційного розсіювання досліджених різновидів халцедону (агати, онікс, сердолік) присутні всі наведені вище піки, характерні для повнокристалічних різновидів кварцу. Проте для спектрів різновидів халцедону характерною є наявність піку в області 500–503 cm^{-1} (рис 3). Це зумовлено наявністю в їх складі могоаніту – іншої поліморфної модифікації SiO_2 [4, 7, 8].

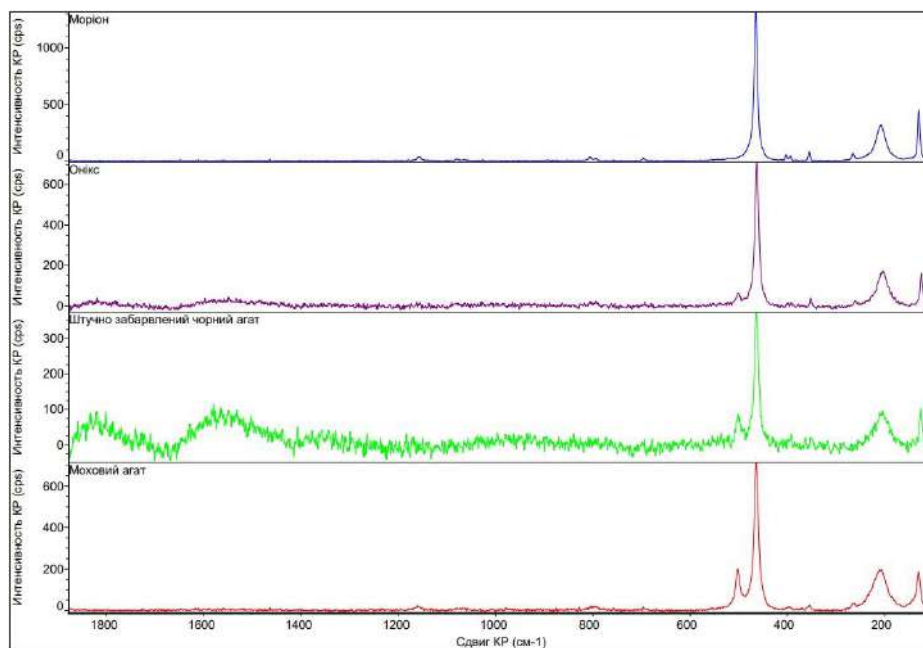


Рис. 3. Порівняння спектрів комбінаційного розсіювання моріону, оніксу, штучно забарвленого чорного агату і мохового агату

Висновки

Раман-спектроскопія є ефективним та швидким аналітичним методом для мінералогічних та гемологічних досліджень, який не вимагає додаткової пробопідготовки та пошкодження зразка. Метод показує високу ефективність при встановленні природи (походження) мінералів групи кварцу. Також даний метод дозволяє визначити структурні відмінності між повнокристалічними та прихованокристалічними різновидами кварцу, за відсутності умов для проведення дослідження іншими методами.

Список використаних джерел

1. Ewen Smith, Geoffrey Dent. Modern Raman spectroscopy - A practical approach. — John Wiley & Sons, LTD, 2005.
2. Shiyun Jin and Evan M. Smith. Raman Spectroscopy and X-Ray Diffraction: Phase Identification of Gem Minerals and Other Species Gems & Gemology, Winter 2024, Vol. 60, No. 4
3. Marquez M, C. A., Rosales C, I., Soto B, J. J., Vega C, H. R., Torres C, C. O., Campillo R, G. E., & Sociedad Mexicana de Irradiacion y Dosimetria, Ciudad de Mexico (Mexico). (2022). Raman spectroscopy in natural quartz. 22. international symposium on solid state dosimetry (ISSSD 2022), Zacatecas, Zac. (Mexico). Sociedad Mexicana de Irradiacion y Dosimetria.
4. Tsukada, Yasumoto & Schmidt, Patrick & Bowden, Stephen. (2024). Differentiating α -moganite, silanol and α -quartz by Raman spectroscopy. Physical Chemistry Chemical Physics. 26.
5. Karampelas S., Fritsch E., Zorba T., Paraskevopoulos K. M., Sklavounos S. An update in the separation of natural from synthetic amethysts. Bulletin of the Geological Society of Greece. 2007. Vol. 40(2). P. 805–815.
6. Kaichao L., Guo Y. Comparative Study of Mineralogical Characteristics of Natural and Synthetic Amethyst and Smoky Quartz. Crystals. 2022. Vol. 12(12).
7. Moxon, Terry & Pal'yanova, Galina. (2020). Agate Genesis: A Continuing Enigma. Minerals. 10, 953.
8. Götze, Jens & Möckel, Robert & Pan, Yuanming. (2020). Mineralogy, Geochemistry and Genesis of Agate—A Review. Minerals. 10. 1037.

УДК 552.08+552.12+558.8

ОСОБЛИВОСТІ НОВОГО ТЕКСТУРНО-КОЛОРИСТИЧНОГО РІЗНОВИДУ ЯШМИ ЗАВАЛЛІВСЬКОГО ГРАФІТОВОГО РОДОВИЩА

FEATURES OF A NEW TEXTURE-COLOR VARIETY OF JASPER FROM THE ZAVALLIV GRAPHITE DEPOSIT

Сурова Віра Миколаївна, головний фахівець відділу експертизи напівдорогоцінного та декоративного каміння, ORCID: 0009-0004-5567-8166, surver@ukr.net

Ляшок Вадим Ігорович, головний фахівець відділу експертизи напівдорогоцінного та декоративного каміння, the_vadik@ukr.net

Державний гемологічний центр України, вул. Дегтярівська, 38–44, м. Київ, 04119, Україна

Surova Vira, chief specialist of the department of examination of semi-precious and decorative stones, ORCID: 0009-0004-5567-8166, surver@ukr.net

Lyashok Vadym, chief specialist of the department of examination of semi-precious and decorative stones, the_vadik@ukr.net

State Gemmological Center of Ukraine, street Degtyarivska, 38–44, Kyiv, 04119, Ukraine

Анотація. У межах Заваллівського графітового родовища (Кіровоградська область, Україна) вперше виявлено новий різновид яшми, який отримав торгову назву «джинсова яшма» завдяки характерному блакитно-синьому забарвленню, подібному до кольору джинсової тканини. Ці породи трапляються у західній частині кар'єру, на контакті біотит-графітових і гранат-біотит-графітових гнейсів із кальцифірами, що свідчить про формування у зоні контактового метасоматозу.

Мінералогічні дослідження показали, що «джинсова яшма» переважно складається з халцедону з домішками кальциту, біотиту та хлориту. Оптичні показники ($n = 1,50\text{--}1,55$) і густина ($2,48\text{--}2,64\text{ г/см}^3$) відповідають типовим значенням для яшми. Виділено низку кольорових різновидів — від темно-синього до світло-зеленувато-блакитного — та кілька типів текстур: вкраплений, плямистий, прожилково-плямистий, пейзажний тощо. Найбільш декоративними є блакитні та світло-блакитні різновиди з вкрапленою або пейзажною текстурою, у яких часто трапляються агатові прожилки завтовшки до 50 мм.

Матеріал добре піддається механічній обробці та поліруванню, що робить його перспективним для виготовлення ювелірно-декоративних виробів, галтовки, кабошонів і колекційних зразків. Отримані результати дозволяють розглядати «джинсову яшму» як новий перспективний декоративний камінь України, який поєднує науковий інтерес із високою естетичною та комерційною цінністю.

Ключові слова: Заваллівське графітове родовище, яшма, халцедон, джинсова яшма

Abstract. Within the Zavallivske graphite deposit (Kirovohrad Region, Ukraine), a new variety of jasper has been discovered for the first time. It has received the trade name “denim jasper” due to its characteristic blue to bluish-green coloration resembling the color of denim fabric. These rocks occur in the western part of the quarry, at the contact between biotite-graphite and garnet-biotite-graphite gneisses with calciphyrs, indicating their formation within a contact-metasomatic zone.

Mineralogical studies have shown that “denim jasper” is composed mainly of chalcedony with admixtures of calcite, biotite, and chlorite. Its optical parameters ($n = 1.50\text{--}1.55$) and density ($2.48\text{--}2.64\text{ g/cm}^3$) correspond to typical values for jaspers. Several color varieties have been identified — from dark blue to light greenish-blue — along with a number of textural types, including speckled, spotted, vein-spotted, and landscape textures. The most decorative varieties are blue and light-blue jaspers with speckled or landscape patterns, often containing agate veins up to 50 mm thick.

The material is easily workable and takes a good polish, making it promising for the production of jewelry and decorative items, tumbled stones, cabochons, and collector specimens. The obtained results allow “denim jasper” to be regarded as a new and promising ornamental stone of Ukraine, combining scientific significance with high aesthetic and commercial value.

Keywords: Zavallivske graphite deposit, jasper, chalcedony, denim jasper

Опис дослідження

Заваллівське графітове родовище відоме широким різноманіттям яшми, що характеризується різною кольоровою гамою та текстурними малюнками. Дослідження цих утворень проводилися авторами з 2011 року

(Суrowa В. М., 2011, 2012; Гелета О. Л., Нестеровський В. А., Суrowa В. М., 2021). Яшми трапляються у різних частинах кар'єру та пов'язані з різноманітними породами родовища.

У серпні 2022 року вперше було виявлено нові породи темно-синього, блакитно-синього та світло-блакитного кольорів, спочатку на відвалах, а згодом — у корінному заляганні. За візуальними ознаками ці породи подібні до яшмоїдів. Завдяки характерному відтінку, який нагадує колір джинсової тканини, вони отримали умовну торгову назву — «джинсова яшма».

Геологічна характеристика

«Джинсова яшма» трапляється на західному борту, ближче до південно-західної частини кар'єру, на контакті рудного тіла, складеного біотит-графітовими та гранат-біотит-графітовими гнейсами із кальцифіром (рис. 1). Нижче залягає селадонітове тіло. Утворення «джинсової яшми» мають вигляд ізометричних тіл, жил у межах рудного масиву або ксенолітів у перетворених кальцифірах. У деяких зразках «джинсової яшми» спостерігаються агатові прожилки завтовшки від 2–3 до 50 мм, що надають породам високих декоративних властивостей (рис. 2).



Рис. 1. Корінний вихід «джинсової яшми» на західному борту Заваллівського графітового кар'єру. Фото В. Суrowої
Fig. 1. Bedrock exposure of "denim jasper" on the western wall of the Zavallivske graphite quarry. Photo by V. Surova



Рис. 2. Жила «джинсової яшми» з агатом у кальцифірі на західному борту Заваллівського графітового кар'єру. Фото В. Суrowої
Fig. 2. Vein of "denim jasper" with agate in calciphyr on the western wall of the Zavallivske graphite quarry. Photo by V. Surova

Методи дослідження

Державного гемологічного центру України (ДГЦУ) та Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М. П. Семененка НАН України (ІГМР).

За результатами опису шліфів, проведеного к.геол.-мін.н. Гоголевим К.І., встановлено, що «джинсова яшма» переважно складається з халцедону з домішками кальциту, біотиту та хлориту.

Вимірювання показників заломлення у 16 полірованих зразках за допомогою гемологічного рефрактометра показали значення $n = 1,50\text{--}1,55$, при цьому переважає $n = 1,54$. Густина зразків, визначена методом гідростатичного зважування, становить $2,48\text{--}2,64\text{ г/см}^3$, переважно $2,50\text{--}2,53\text{ г/см}^3$.

Отримані результати свідчать, що за мінералогічним складом та гемологічними характеристиками досліджувані породи належать до кременисто-силікатних утворень яшмового типу (Барсанов Г. П., Яковлева М. Є., 1978; Суrowa В. М., 2011).

Текстурно-колеристичні особливості «джинсової яшми»

Під час вивчення 35 зразків «джинсової яшми» виділено основні кольорові різновиди:

- темно-синій,
- синій,
- сіро-синій,
- блакитний,
- світло-блакитний,
- зеленувато-блакитний,
- зеленувато-світло-блакитний,
- світло-біло-зеленувато-блакитний,
- блакитно-білий.

У багатьох зразках спостерігаються плавні переходи кольору — від темно-синього до блакитного або зеленувато-блакитного, що підвищує декоративну виразність порід.

Природа забарвлення «джинсової яшми» остаточно не з'ясована. Для уточнення були відібрані зразки для додаткових мінералогічних і спектральних аналізів. Попередній аналіз літературних джерел дає підстави припускати, що колір може бути зумовлений наявністю тонкодисперсного діопсиду, селадоніту або хлоритів, які є типовими мінералами для цього родовища. Зокрема, селадоніт надає блакитного відтінку халцедонам із родовищ Byšta (Trebíšov District, Slovakia), Hüttenberg (Carinthia, Austria) та агатам із Ysterputs Mine (Namibia), а також діопсидовмісним породам із Tazheranskii Massif, Lake Baikal (Mindat.org).

Типи текстурних малюнків:

- вкраплений,
- плямистий,
- плямисто-вкраплений,
- прожилково-плямистий,
- однорідний,
- пейзажний.

Найпоширенішими є блакитні, зеленкувато-блакитні та світло-зеленкувато-блакитні різновиди з вкрапленою або плямистою, рідше – пейзажною текстурою (рис. 3, 4).



Рис. 3. Зеленкувато-блакитна яшма з прожилково-плямистим текстурним малюнком. Фото В. Сурової

Fig. 3. Greenish-blue jasper with a vein-spotted textural pattern. Photo by V. Surova



Рис. 4. Перехід кольору від темно-синього до світло-зеленкувато-блакитного з пейзажною текстурою та великим ксенолітом кальцефіру. Фото В. Сурової

Fig. 4. Color transition from dark blue to light greenish-blue with a landscape textural pattern and a large calciphyr xenolith. Photo by V. Surova

Технологічні властивості

«Джинсова яшма» добре піддається механічній обробці та легко полірується. Проте наявність карбонатних включень іноді спричиняє появу поверхневих дефектів типу «апельсинової шкірки». Незважаючи на це, матеріал придатний для виготовлення кабошонів, галтовки, кулонів, намистин, куль, інтер'єрних виробів і колекційних зразків.

Висновки

1. У межах Заваллівського графітового родовища вперше виявлено та описано новий різновид яшми — «джинсову яшму», яка характеризується блакитно-синім та зеленкувато-блакитним забарвленням, різноманітними текстурними рисунками й високою декоративністю.

2. Встановлено, що «джинсова яшма» формується на контакті біотит-графітових і гранат-біотит-графітових гнейсів із кальцифірами та асоціює із селадонітовими утвореннями, що свідчить про складні метасоматичні процеси в зоні контактового перетворення.

3. Мінералогічний склад порід представлений переважно халцедоном із домішками кальциту, біотиту та хлориту, що підтверджує їх близькість до кременисто-силікатних утворень яшмового типу.

4. Оптичні показники ($n = 1,50\text{--}1,55$, переважно $n = 1,54$) і густина ($2,48\text{--}2,64\text{ г/см}^3$) узгоджуються з типовими значеннями для яшми.

5. Різноманітність кольорових відтінків (від темно-синього до світло-зеленкувато-блакитного) та їх переходів, а також наявність агатових прожилків визначають унікальну естетичну привабливість «джинсової яшми».

6. «Джинсова яшма» відзначається добрими технологічними властивостями: легко обробляється, полірується та придатна для виготовлення ювелірно-декоративних виробів, кабошонів, галтовки, кулонів, намист, декоративних елементів та колекційних зразків.

7. Отримані результати засвідчують перспективність подальших мінералогічних, спектроскопічних та геохімічних досліджень для уточнення умов формування, причин забарвлення та можливостей промислового використання «джинсової яшми» як нового декоративного каміння України.

Список використаних джерел

1. Текстурно-коліристичні особливості та гемологічні характеристики яшм Заваллівського родовища графіту. Наукові дослідження та їх практичне застосування. Сучасний стан та шляхи розвитку 2011: матеріали Міжнар. наук. техн.-конф., м. Одеса, 04-15 жовт. 2011 р. Одеса, 2011. 106 с.
2. Сурова В.М. Ляшок В.І. (2012) Дослідження текстурно-коліристичних і споживчих характеристик яшм та яшмоїдів з родовищ України. Коштовне та декоративне каміння. № 3. 8–12 с.
3. Гелета О.Л., Нестеровський В.А., Сурова В.М. (2021). Гемологічна характеристика яшм Українського щита. Коштовне та декоративне каміння, №1, 14-19 с.
4. Барсанов Г.П., Яковлева М.Е. (1978). Минералогия яшм СССР. Наука, Москва. 87 с.
5. <https://www.mindat.org/min-960.html>.

УДК 553.99: 553.06 (477)

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА БУРШТИНУ ТА ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВ ЙОГО НАКОПИЧЕННЯ В МЕЖАХ ВОЛОДИМИРЕЦЬКОГО ТА ДУБРОВИЦЬКОГО БУРШТИНОНОСНИХ РАЙОНІВ *COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF AMBER AND GEOLOGICAL CONDITIONS OF ITS ACCUMULATION WITHIN THE BOUNDARIES OF THE VOLODYMYRETSKY AND DUBROVITKA AMBER-BEARING REGIONS*

Криницька Марія Василівна, кандидат геологічних наук, доцент кафедри геології та гідрології¹, +38096-307-6608, m.v.krynytska@nuwm.edu.ua, ORCID: 0000-0001-7081-0496

Коваль Данило Миколайович, старший викладач кафедри геології та гідрології¹, +38099-703-6462, d.m.koval@nuwm.edu.ua

Мельничук Віктор Григорович, доктор геологічних наук, професор, завідувач кафедри геології та гідрології¹, +38097-972-0034, v.g.melnychuk@nuwm.edu.ua, ORCID: 0000-0002-8757-5899

Столярець Михайло Олександрович, старший викладач кафедри геології та гідрології¹, +38098-541-7789, m.o.stoliarets@nuwm.edu.ua

Богельський Ярослав Олександрович², +38068-434-9809, bohelskyi.ya_vg22@nuwm.edu.ua

Буднік Владислав Вікторович, студент 4-го курсу кафедри геології та гідрології¹, +38097-342-0802, budnik_vg22@nuwm.edu.ua

¹ Національний університет водного господарства та природокористування, вул. Соборна, 11, м. Рівне, Україна

² ТОВ «ТОРГОВИЙ ДІМ «ЄВРО ТРЕЙД»», вул. Київська, 94, м. Рівне, Україна

Krynytska Maria, PhD in Geology, Associate Professor of the Department of Geology and Hydrology¹, +38096-307-6608, m.v.krynytska@nuwm.edu.ua, ORCID: 0000-0001-7081-0496

Koval Danylo, senior lecturer of the Department of Geology and Hydrology¹, +38099-703-6462, d.m.koval@nuwm.edu.ua

Melnychuk Viktor, doctor of geological sciences, Professor, Head of the Department of Geology and Hydrology¹, +38097-972-0034, v.g.melnychuk@nuwm.edu.ua, ORCID: 0000-0002-8757-5899

Stoliarets Mykhaylo, senior lecturer of the Department of Geology and Hydrology¹, +38098-541-7789, m.o.stoliarets@nuwm.edu.ua

Bohelskyi Yaroslav², +38068-434-9809, bohelskyi.ya_vg22@nuwm.edu.ua

Budnik Vladyslav, 4th year student of the Department of Geology and Hydrology¹, +38097-342-0802, budnik_vg22@nuwm.edu.ua

¹ National University of Water and Environmental Engineering, str. Soborna 11, Rivne, Ukraine

² EURO TRADE TRADING HOUSE LLC, str. Kyivska, 94, Ukraine, Rivne,

Анотація. Вперше для площ поширення бурштину дається порівняльний аналіз гранулометричного складу бурштиноносних відкладів, умов накопичення бурштину та фракційності шматків бурштину виявлених в даних відкладах.

Ключові слова: бурштин, ділянка, геологічна будова, гранулометричний склад, фракції

Abstract. For the first time, a comparative analysis of the granulometric composition of amber-bearing deposits, the conditions of amber accumulation, and the fractionation of amber pieces found in these deposits is given for the areas of amber distribution.

Keywords: amber, site, geological structure, granulometric composition, fractions

Поширення покладів бурштину на теренах поліської частини України обумовлено палеогеоморфологічною будовою території в межигірський час раннього олігоцену та постседиментаційними процесами в післямежигірські етапи геологічного розвитку території. Дана обставина сприяла розрізненому сучасному поширенню потенційно бурштиноносних рихлих відкладів палеогену і, як результат, виділенню бурштиноносних зон та районів (рис. 1). При районуванні бурштиноносних територій враховувалися місця виявлення бурштину та території поширення вміщуючих порід.

Після прийняття у 2019 р. змін до законодавчих актів України щодо вдосконалення законодавства про видобуток бурштину та за результатами геологопрогнозного картування на бурштин масштабу 1:200 000 західної частини Прип'ятського бурштиноносного басейну, проведеного Державною службою геології та надр, активізувався процес видачі спеціальних дозволів на користування надрами з метою видобутку бурштину. В правому полі нововведеного закону проводить геологічне вивчення бурштиновмісних ділянок, видобуток бурштину та переробку бурштинової сировини група компаній «Амбер Гальбин». На ліцензійних ділянках з метою отримати детальну геолого-економічну оцінку при проведенні геологорозвідувальних робіт ТОВ «ЗАХІДКАПІТАЛІНВЕСТ» (група компаній «Амбер Гальбин») виконує дослідно-промислову розробку з проходженням кар'єру та видобутком бурштину. При цьому фракційність (сортність бурштину) видобутого бурштину визначається згідно з класифікацією «ДСТУ 8847:2019. Бурштин-сировина. Загальні технічні умови» [1]. Таким чином, проведення дослідно-промислової розробки дозволяє співставити особливості гранулометричного складу бурштиновмісних відкладів та фракційний поділ видобутої сировини.

Вихідним матеріалом для співставлення особливостей геологічної будови та видобутого бурштину послужили дані з трьох ділянок (ділянки 1-3) Клесівського бурштиноносного району та з однієї (ділянка 4) Дубровицького бурштиноносного району (рис. 1).

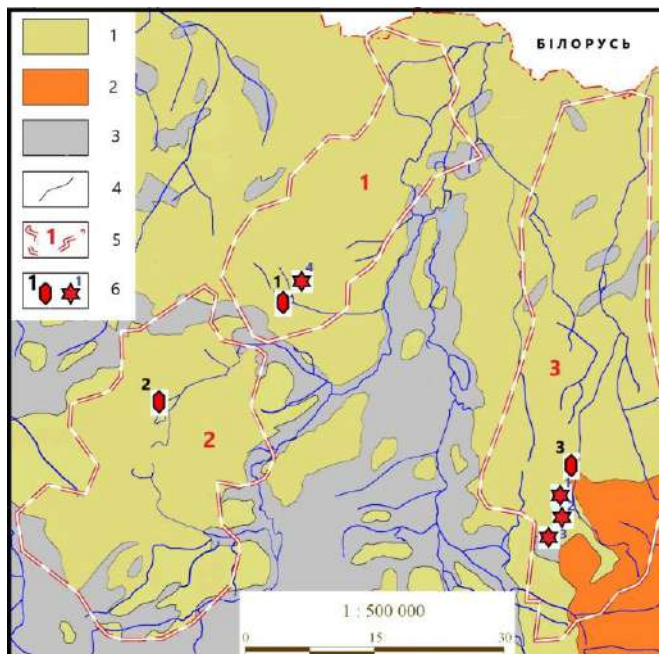


Рис. 1. Схема розташування досліджуваних ділянок: 1 – сучасне поширення палеогенових відкладів; 2 – виходи кристалічних порід; 3 – площі денудації палеогенових відкладів; 4 – геологічні межі; 5 – бурштиноносні райони (1 – Дубровицький, 2 – Володимирецький, 3 – Клесівський); 6 – зліва – родовища бурштину (1 – Вільне, 2 – Володимирець Східний, 3 – Клесівське), справа – досліджувані ділянки та їх номери

В цілому продуктивні на бурштинову сировину відклади позиціонуються як утворення межигірської світи нижнього олігоцену і представлені піщаними, змішаними піщано-алевритовими, алеврито-піщаними осадовими

породами з домішкою глинистого матеріалу. Співвідношення псамітового, алевритового та глинистого матеріалу таких відкладів мінливе як в межах окремих розрізів так і по латералі бурштиноносних районів.

Межигірські продуктивні відклади досліджуваної частини Клесівського бурштиноносного району характеризуюся як піски різнозернисті, з переважанням більш крупнозернистих фракцій, із незначними змінними вмістами алевритової та глинистої частки (рис. 2) і відповідають утворенням прибережно-морської зони (літораль) внутрішнього шельфу мілководного морського басейну [2]. Досліджувана частина Дубровицького бурштиноносного району репрезентована пісками середньо-дрібнозернистими зі значними вмістами алевритового та глинистого матеріалу, утвореними в межах мілководно-морської зони відкритого мілкого шельфу (сублітораль).

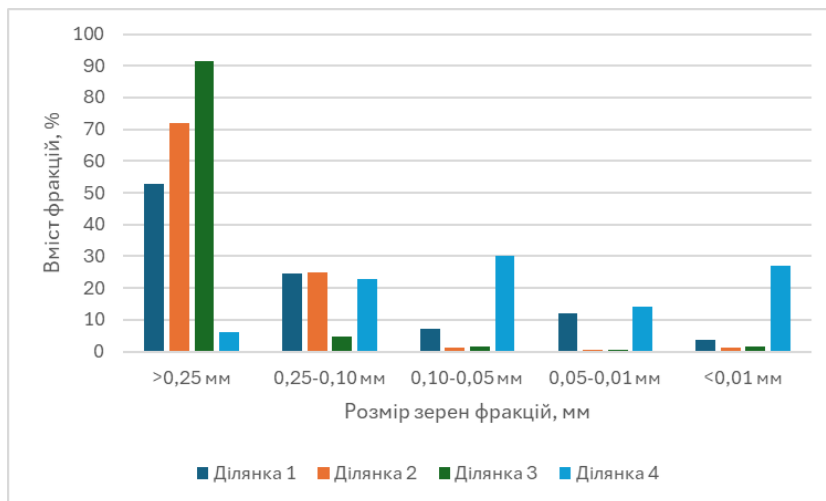


Рис. 2. Гранулометричні характеристики досліджуваних ділянок

За даними проходки дослідно-промислових кар'єрів ТОВ «ЗАХІДКАПІТАЛІНВЕСТ» у процентному відношенні (>10%) в продуктивних бурштиноносних відкладах найчастіше зустрічаються шматки бурштину вагою (рис. 3):

- Ділянка 1 – 5-10 г, 10-20 г, 20-50 г;
- Ділянка 2 - 5-10 г, 10-20 г, і 20-50 г, 50-100 г;
- Ділянка 3 - 5-10 г;
- Ділянка 4 - 5-10 г, 10-20 г, і 20-50 г.

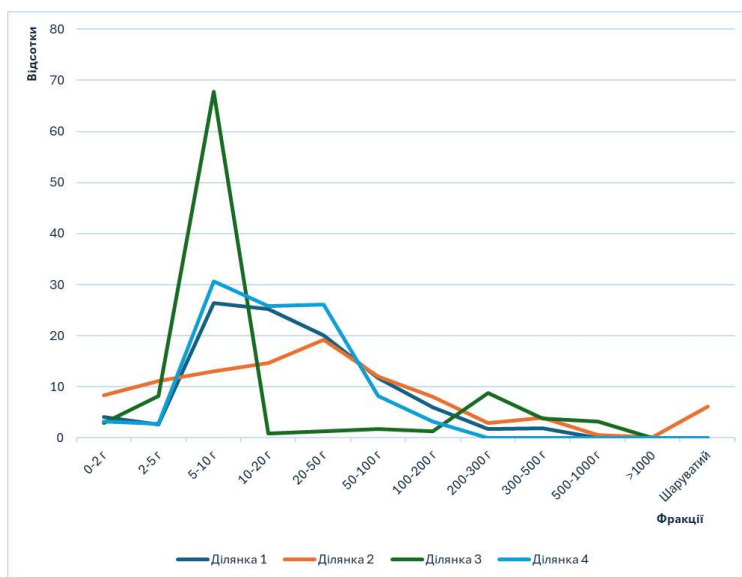


Рис. 3. Розподіл видобутого бурштину на фракції за вагою

Сама північна ділянка 1 за даними гранулометричного фракціювання (рис. 2) складена переважно піском крупно- та середньозернистим зі значним вмістом дрібнозернистої фракції (до 25%) та алевритової частки (до 12%). Вміст тонкозернистої фракції та глинистої складової незначний. Різномізернистість відкладів та дещо підвищений вміст пиловидних часток свідчить про їх утворення в динамічнозмінних прибережних умовах (коливання морських і континентальних умов). Видобутий бурштин також характеризується наявністю уламків бурштину, приблизно в однакових кількостях – від 20 до 27%, близьких за розміром та вагою (рис.4). Зразки бурштину кутасті, з тонкою шкіркою окислення, з нерівною поверхнею (незначні заглиблення подекуди продовгасті, переважно округлі), часто визначаються натічні форми з чітко вираженими «відбитками» кори дерев. Ознаки зовнішнього вигляду бурштину підтверджують його акумуляцію в умовах близьких до застійних (можливо низький болотистий берег що періодично заливався морськими водами).



Рис. 4. Зразки бурштину з ділянки 1

Продуктивні відклади ділянки 2 та ділянки 3, розташованих південніше, представляють собою різномізерністі піски, в яких поступово збільшується вміст середньо-крупнозернистої піщаної складової від 72% до 92% і практично відсутні алевритові та глинисті частки. Шматки бурштину ділянки 2 (рис. 5) на ряду з кутастими виявляють зглажені зовнішні форми, а бурштиновмісні породи вміщують до 25% дрібнозернистої складової. Розміри та маса шматків бурштину не представляють значної переваги для окремо взятої фракції. В подібній кількості (від 11% до 19%) присутній бурштин фракцій (перераховано від найменших вмістів до найбільших) 2-5 г, 50-100 г, 5-10 г, 10-20 г та відносно найбільша присутність шматків бурштину фракції 20-50 г. Гранулометричний склад відкладів та зовнішні ознаки бурштину вказують на їх формування під впливом «в'ялих» гідродинамічних умов.



Рис. 5. Зразки бурштину з ділянки 2



Рис. 6. Зразки бурштину з ділянки 3

Відклади ділянки 3, яка розташована дещо західніше по відношенню до ділянок №1 та 2, складені піском середньо-крупнозернистим з незначною домішкою інших гранулометричних фракцій; бурштин виявляє значні сліди обкатаності (рис. 6), різко зростає (до 68%) присутність псефітів фракції 5-10 г. Відклади ділянки 3 вірогідніше всього сформовані під впливом активних гідродинамічних умов. Розмір уламків піщаної фракції бурштиновмісних відкладів, різке переважання незначної за масою фракції бурштину і його значна обкатаність свідчить про переміщення, транспортування та накопичення бурштину на незначній віддалі від берегової лінії.

Гранулометрична характеристика відкладів межигірської продуктивної товщі ділянки 4 (Дубровицький бурштиноносний район) за даними геологічного вивчення ТОВ «ЗАХІДКАПІТАЛІНВЕСТ» характеризується зменшенням обсягу піщаної складової з тенденцією в сторону збільшення вмісту дрібнозернистої і тонкозернистої фракції (переважає), зростанням вмісту алевритової та глинистої складової (рис. 2). Бурштин з даної ділянки представлений трьома фракціями (5-10 г, 10-20 г, 20-50 г) з близькими вмістами – від 31% до 26%. Поверхня бурштину згладжена, форма округла, морфоструктура поверхні слабо фіксується (рис.7).

Гранулометрична характеристика бурштиновмісних відкладів, зглаженість та округлість шматків бурштину в тандемі з тонкою шкіркою окислення, їх фракційна різноманітність свідчить про їх формування в межах нестабільного мілководдя з активним гідродинамічним режимом. Бурштиновмісні відклади ділянки, як і родовища «Вільне» формувалися в умовах мілководно-морської зони відкритого шельфу, ускладненого палеоостровами [2].



Рис. 7. Зразки бурштину з ділянки 4

Висновок

Досліджуваний бурштин накопичений в різних частинах бурштиноносного седиментаційного басейну, в різних літолого-фаціальних умовах, що підтверджується гранулометричним складом бурштиновмісних порід та зовнішніми ознаками зразків бурштину (форма, обкатаність, морфоструктура поверхні). Сумісне вивчення гемологічних характеристик бурштину та гранулометричних характеристик вмісних порід дозволяє конкретизувати геологічну обстановку басейну седиментації та більш обґрунтовано виділяти літолого-фаціальні фації та субфації.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 8847:2019. Бурштин-сировина. Загальні технічні умови. Чинний від 2020-07-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2019.
2. Криницька М. В. Літолого-фаціальні умови накопичення покладів бурштину в межах північно-західного схилу Українського щита: дис. на здобуття наук. ступеня канд. геол. наук: 04.00.21. Київ, 2012. 201 с.

УДК502 (075.8)

**ПРОВЕДЕННЯ ГЕОЛОГОРОЗВІДУВАЛЬНИХ ТА ВИДОБУВНИХ РОБІТ НА ДІЛЯНКАХ
БУРШТИНОНОСНИХ НАДР ЗА ДОПОМОГОЮ ГІДРОРОЗМИВУ. АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ
ТА АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ**
*CONDUCTING GEOLOGICAL EXPLORATION AND MINING OPERATIONS IN AREAS OF AMBER-BEARING
SUBSOIL WITH THE HELP OF HYDRAULIC EROSION EQUIPMENT. APPLICATION RELEVANCE AND
OPPORTUNITY ANALYSIS*

Бахмачук Олександр Євгенович, аспірант, o.bakhmachuk@ukr.net

Нестеровський Віктор Антонович, доктор геологічних наук, професор кафедри геології нафти і газу, директор Геологічного музею, ORCID: 0000-0002-7065-8962, v.nesterovski@ukr.net

ННІ «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка,
вул. Васильківська, 90, Київ, 03022, Україна

Bakhmachuk Oleksandr, postgraduate, o.bakhmachuk@ukr.net

Nesterovskiy Viktor, Doctor of Geological Sciences, Professor of the Department of Petroleum Geology,
ORCID:0000-0002-7065-8962, v.nesterovski@ukr.net

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

Анотація. Видобуток та переробка бурштину – це одна із перспективних галузей, що розвивається в Україні. В зв'язку із тим, що ділянки надр на яких видобувається бурштин мають складну геологічну будову, а також в багатьох випадках порушені незаконними старателями, все більше набуває актуальності питання проведення геологорозвідки та видобування за допомогою гідророзмиву. Існує декілька поглядів на доцільність та об'єктивність такого способу але ґрунтовних досліджень які однозначно дали би відповіді на всі питання, наразі немає. Варто зазначити, що геологорозвідка за допомогою гідророзмиву в ряді випадків дає більш об'єктивні дані порівняно з традиційним методом буріння. А також видобування методом гідророзмиву може бути єдиним економічно доцільним способом на певних ділянках надр. Також в статті наведено перелік факторів які необхідно дослідити для більш ефективного використання цього методу.

Ключові слова: бурштин, геологорозвідка, видобування, гідророзмив

Abstract. Amber mining and processing is one of the promising industries developing in Ukraine. Due to the fact that the subsoil areas where amber is mined have a complex geological structure, and are also in many cases disturbed by illegal prospectors, the issue of conducting geological exploration and extraction using hydroerosion is becoming increasingly relevant. There are several views on the feasibility and objectivity of this method, but there are currently no thorough studies that would unambiguously answer all questions. It is worth noting that geological exploration using hydroerosion in some cases provides more objective data compared to the traditional drilling method. Also, extraction using the hydroerosion method may be the only economically feasible method in certain subsoil areas. The article also provides a list of factors that need to be investigated for more effective use of this method

Keywords: amber, geological exploration, mining, hydroerosion.

Як відомо, бурштин — це викопна смола певних хвойних дерев, що зазнала фосилізації, піддається механічній обробці і застосовується в ювелірній справі. Викопні бурштиноподібні смоли зустрічаються в різних куточках земної кулі і мають зазвичай назву за місцезнаходженням: сахалінський, британський, гренландський, бразильський, мексиканський, сицилійський, індонезійський, домініканський бурштин. Значні прояви і промислові поклади бурштину в Європі відомі на території країн Балтійського узбережжя (Польща, Латвія, Литва, Німеччина, Данія, Калінінградська область Росії), в Румунії, Білорусі, Україні.

На території України ресурси бурштину розміщені у межах Балтійсько-Дніпровської і Карпатської палеофлористичних субпровінцій єдиної Балтійсько-Чорноморської бурштинової провінції. Проте основні промислові родовища сконцентровані в межах північно-західного, північного, північно-східного схилів УЩ, що відноситься до Прип'ятського басейну. Бурштиноносні верстви розташовані на різних рівнях палеогену, неогену і квартеру [1,2]. Перші родовища з'явилися на території Рівненської області. Нині тут розвідані три родовища з підрахованими балансовими запасами бурштину (Вільне, Клесівське, Володимирець Східний) і чотири з умовно балансовими (Вікторівське, Дубівське, Петрівське, Вирка).

Довгий час діяльність бурштинової галузі була законодавчо не врегульована. Це призводило до процвітання незаконного видобутку бурштину та економічних втрат держави, а також до значних негативних екологічних наслідків 19 грудня 2019 року Верховна Рада увалила Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо вдосконалення законодавства про видобуток бурштину та інших корисних копалин» № 402-IX.

Закон передбачає продаж спеціальних дозволів шляхом відкритих аукціонів на геологічне вивчення бурштиноносних надр, в тому числі і проведення дослідно-промислової розробки з подальшим видобуванням бурштину (промислова розробка родовищ) на порушених нелегальними старателями земельних ділянках.

Станом на кінець III кварталу 2025 року через площадку Prozorro.sale продано 123 спеціальних дозволів на проведення геологорозвідувальних робіт та промисловий видобуток бурштину.

Основною метою прийнятого Закону, на нашу думку, є проведення рекультивації порушених внаслідок незаконного видобутку бурштину земельних ділянок за рахунок надкористувачів. Адже після закінчення довидобутку корисної копалини, надкористувач зобов'язаний провести рекультивацію наданої йому земельної ділянки згідно робочого проекту землеустрою та передати її власнику в стані придатному для використання згідно цільового призначення.

Загальна площа ділянок порушених внаслідок незаконного видобутку становить близько 5992,55 га, а загальна площа земельних ділянок, на яких передбачається проведення видобутку становить 4432,17 га. З них - близько 2980,59 га ділянки, які зазнали вказаного антропогенного впливу, що становить 67,25% від загальної площі ділянок, на які видано спеціальні дозволи.

Бурштинові поклади у відкладах Прип'ятського басейну вкрай нерівномірні, в більшості це розсіяні включення або незначні скупчення на певних рівнях або фаціальних пастках. Середні потужності продуктивних на бурштин горизонтів в межах перспективних бурштиноносних районів мають різні значення: Клесівський - від 4,2 до 8,6 м; Дубровицький - від 2,3 до 5,4 м; Володимирецький - від 1,4 до 6,5 м; Маневицький - від 2,6 до 6,5 м; Зарічненський - від 4,6 до 6,8 м. Потужність розкривних порід на цих ділянках, може змінюватись від 1 до 15 м.

Відповідно до «Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр України» (2003 р.), поклади бурштину відносяться до третьої групи, як родовище складної геологічної будови з вкрай нерівномірним розподілом основного корисного компоненту – бурштину. Окрім того, як показано було вище, переважна частина ділянок, на яких дозволено проведення промислового видобутку є порушеними під час незаконного видобутку бурштину, який здійснювався, головним чином, методом гідророзмиву. При використанні цього методу відбувається фізичне змішування розкривних порід, продуктивних відкладів і самого бурштину. Така ситуація суттєво ускладнює проведення геологічної розвідки, встановлення інтервалів продуктивних горизонтів і підрахунку запасів.

Слід також звернути увагу, що ДКЗ України стосовно бурштину були встановлені норми середньої вартості видобутку бурштину відкритим способом в межах від 10 500 грн. до 14 000 грн. на 1 кг видобутого бурштину. Такі витрати роблять видобуток бурштину відкритим способом не рентабельним при вмістах його нижче 10-12 г/м³.

Нині основними методами видобутку бурштину є відкритий (через закладення кар'єрів) та гідравлічний. Підземний спосіб, який передбачає проходження штолень є не доцільним в зв'язку із пухкими станом порід, значним обводненням та не великими глибинами їх залягання.

Відкритий (кар'єрний) спосіб добування бурштину використовується на багатьох родовищах і включає: зняття шару родючих ґрунтів, порід, що перекривають продуктивні горизонти, відбір технікою продуктивного шару, транспортування його до установок, на яких йдеться розмив породи водою і вилучення бурштину. Після відпрацювання кар'єром певної ділянки, здійснюється її рекультивація. Такий спосіб видобутку є дорогим та в багатьох випадках економічно не доцільним. Окрім того має значний негативний екологічний вплив на навколишнє середовище.

Метод гідророзмиву здійснюється розмиванням розкривних порід і продуктивного шару струминами води високого тиску та виносу бурштину зворотнім потоком води на денну поверхню. Такий спосіб видобутку має декілька важливих недоліків, а саме: виніс на поверхню мінеральних компонентів породи, утворення на глибині порожнин, значне обводнення розрізу, змішування різних горизонтів, в тому числі і водоносних. А головне, що цей спосіб не забезпечує повного вилучення бурштину з покладів.

Зважаючи на складність геологічної будови родовищ, площі порушених ділянок та умови залягання породи, в багатьох випадках все-таки доцільно використовувати саме метод гідророзмиву як для проведення геологорозвідувальних робіт так і промислового видобутку.

Сьогодні вже існує певна практика геологорозвідки та видобутку бурштину за допомогою методу гідророзмиву.

Деякі висновки можна зробити, аналізуючи досвід описано польських науковців з Інституту мінеральних ресурсів та енергетичного менеджменту. Там вказується що дослідження, проведені в районі OEwibna і Sobieszewa (Jurys і in. 2008), показали, що оцінка бурштиноносності на основі навіть густої мережі розвідувальних шурфів,

пробурені через кожні 15–35 м, суттєво відрізняються від результатів експлуатації гідравлічним способом.

Дослідження проводились на ділянці з початковим розбурюванням сітки трикутної форми з відстанню між шурфами 200 м і надалі згущувалися до 25 м. Проходка здійснювалася шурфами діаметром 14 см.

Проведені розрахунки показали, що при такому варіанті проведення геологорозвідки існує значна величина відхилень. А саме по обсягу продуктивної товщі – 37-58 %, а за вмістом бурштину 86-180 %. Дослідження, що були проведені на тій самій ділянці за допомогою методу гідророзмиву, за умови розміщення шурфів сіткою 5-30 м, показали що варіантність по товщі породи становить 23%, а по вмістах 59% [3].

Розрахунковим та дослідним способом було виявлено, що для оцінки запасів необхідно відбирати проби об'ємом не менше 0,05-0,08 м³, що приблизно становитиме 160 кг породи.

Таким чином, було встановлено, що через дуже нерегулярне залягання скупчень бурштину неможливо отримати достовірні дані про його поклади на основі бурових розвідок, а встановлення реальних показників можливе лише при експлуатації родовищ.

Ось такий вигляд свердловин у вертикальному розрізі змогли отримати польські науковці (рис.1).

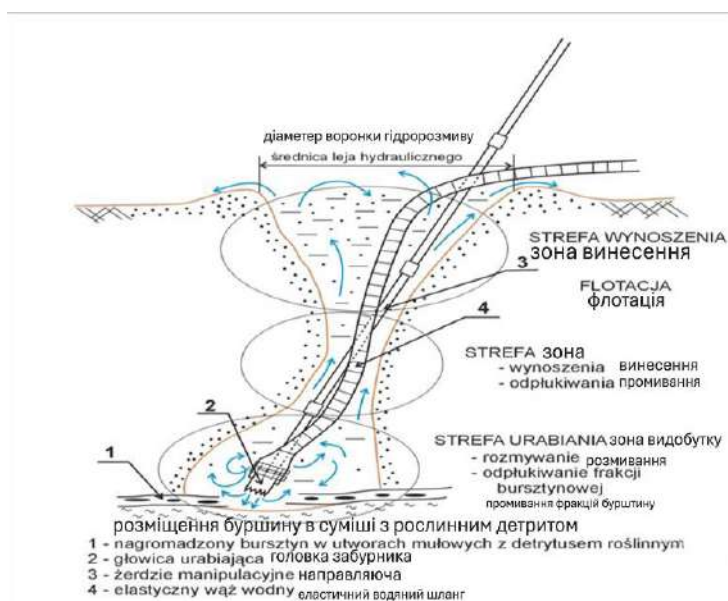


Рис.1 Схема профілю свердловини при використанні гідророзмиву за даними [3]



Рис.2 Робота працівників під час проведення геологорозвідки шляхом гідророзмиву за даними [3]

Свердловина підземного гідро на денній поверхні формує круглу або еліпсоподібну форму, різні за розмірами лійки, що опоясані конусоподібним шлейфом за рахунок диспергованих продуктів осідання, винесених по каналу висхідним потоком пульпи. Глибше по розрізу – форма від химерної до циліндричної, залежно від літологічного складу. Вона може бути частково пустотіла або заповнена переміщеними продуктами розмиву.

Кінцевим результатом проходки свердловин гідророзмивом є утворення на денній поверхні лійок різних розмірів, в залежності від складу перекриваючих порід й інтенсивності та тривалості розмиву. Невеликі за діаметром лійки утворюються при пробній проходці, або у випадку, коли перекриваючі відклади є дуже водопроникними. Лійки великого діаметру утворюються при обваленні підземних камер. Їхній діаметр співрозмірний із діаметром цих камер.

Конструкція обладнання для гідророзмиву дає змогу створювати на виході з наконечника напір води з витратою у 800-1800 л/хв і розмивати достатньо щільні алевритисті, а інколи й глинисті породи. Час для проходження одного шурфу при проведенні досліджень може становити від 20 – 40хв, а при видобутку – 1-3 години.

Отже перевагами гідророзмиву є його висока продуктивність і оперативність у застосуванні, тобто за один той же час гідророзмивом можна покрити площу в десятки раз більшу і, відповідно, видобути більше бурштину, ніж шурфами. За такого способу розвідка і видобування бурштину для старателів є найбільш вигідною.

До недоліків методу гідророзмиву старателі відносять те, що він (гідророзмив) напряму залежить від джерел водопостачання. Така умова застосування визначає і сезонність гідропомпового видобутку бурштину, коли в

маловодні періоди року вода на бурштиноносних ділянках у водоймах відсутня, або її обмаль. Цей недолік частково усувається створенням старателями на водотоках штучних дамб, що затримують і накопичують необхідний запас води. До недоліків видобутку бурштину способом підземного гідровимивання розмиву можна також віднести і невисокий відсоток виходу бурштину по відношенню до природної його концентрації [4].

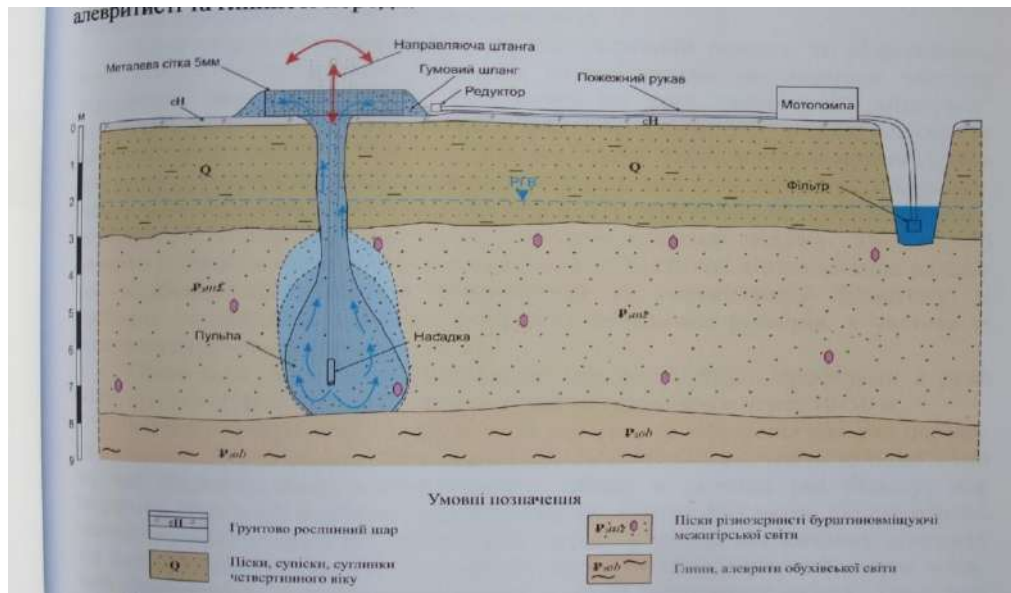


Рис.3 Схема профілю свердловини при використанні гідророзмиву за даними [4]

Трохи інший досвід був отриманий приватною геологічною компанією «ДРІВ ГЕО», яка впродовж 2024 року виконувала супровід проходження понад 900 свердловин способом гідророзмиву [5].

Гідробуріння у профілях проводилося через 30-40 м з відстанню між профілями 100 м. За їх розрахунками витрати води в об'ємі 0,3-0,6 м³/хв протягом від 10 до 30 хв вистачало для буріння однієї свердловини.

Для визначення бурштиноносності використовувалася технологія, що передбачала у непорушених старательським гідророзмивом розрізах проходження одного вертикального каналу із швидким проходженням розкривних порід та повільним зануренням у бурштиноносні породи і затримкою на 15-20 хвилин на рівні їх підосви. У порушених старательським гідророзмивом розрізах канал гідробуріння часто потрапляв у розмиті породи і самовільно відхилявся у бік найменшого спротиву (в перемиті техногенні породи).

Тому, для точнішого визначення стану зміни продуктивного поклада під впливом попереднього гідропомпового видобування, число каналів гідробуріння збільшувалося до 2-5, в залежності від ступеню перетворення ділянки.

В результаті цього отримано інформацію про глибину залягання підосви та покрівлі бурштиноносних відкладів, їх потужність, наявність кускового бурштину фракції +10 мм, його кількість та включення фосилізованих рослинних решток у бурштиноносних відкладах.

Цей досвід показав, що руйнування та перемішування породи у свердловині гідророзмиву виключає можливість встановлення повноцінної літологічної характеристики та стратиграфічної приналежності відкладів, що складають геологічний розріз.

Описані свердловини мали загальну форму лійки, яка на поверхні мала діаметр 1,0-1,6 м, на глибині 1,5-2,5 м. Лійка звужувалася та розщеплювалася на окремі канали, які в межах продуктивних відкладів змінювали діаметр від 0,3- 0,5 м (в середньому – 0,4 м). До низу канали частіше розширювалися, а біля підосви значні за об'ємом камери не спостерігалися.

Кожен канал гідробуріння характеризує спробу розширити свердловину в бік від початково здійсненого напрямку. При разовому вертикальному опусканні та швидкому підніманні нагнітальної частини обладнання, формується, головним чином, один канал гідророзмиву (рис 4).



Рис.4. Профіль свердловини, отриманий гідророзмивом за даними [5]

Слід зазначити, що автори цього досвіду, проводили дослідження більше з метою проведення геологорозвідувальних, а не видобувних робіт.

Відповідно, підсумовуючи все вище сказане, можна зауважити, що метод гідророзмиву під час проведення геологорозвідувальних та видобувних робіт на ділянках бурштиноносних надр є доволі ефективним і економічно виправданим. А в багатьох випадках і єдиним в зв'язку із специфікою залягання корисної копалини та станом ділянок бурштиноносних надр після антропогенного впливу незаконних старателів в попередні роки.

Але існуючі розбіжності результатів у практичних користувачів цього методу свідчить про необхідність проведення детальних наукових досліджень із врахуванням різних факторів, а саме: початкового стану ділянки, різних глибин залягання бурштиноносної породи і глибин розкривних порід, способу видобутку і обладнання (потужність, час занурення в свердловину, тиск, що створюється на вихідному отворі обладнання та інше), місцевість і екологічні наслідки діяльності видобувного процесу.

Також достеменно не відомо, які величини отворів гідро розмивної свердловини утворюються під час геологорозвідки та видобутку, а також оптимальна величина сітки буріння. Варто також мати уявлення про максимальну глибину свердловини під час проходження гідророзмивом і чи буде вистачати потужності типового обладнання для досягнення підшови продуктивних верств з різним складом і глибиною.

Важливим також залишається питання розрахунку об'ємів води, необхідні для отримання якісного гідророзмиву в реальних геологічних умовах на одиницю розвідувальної площі, необхідна щільність таких свердловин, а також експериментальні роботи, що підтверджують точність чи похибку такого методу.

Результатом таких досліджень будуть запорукою в правильному і оптимальному виборі способу проведення геологорозвідувальних та видобувних робіт на ділянках бурштиноносних надр без втрати корисної копалини.

Висновки

Проведення геологорозвідувальних та видобувних робіт в складних гірничо-геологічних умовах та на ділянках з антропогенним впливом з використанням технології гідророзмиву може бути технологічно та економічно доцільним в промислових масштабах.

Проте цей метод потребує додаткових досліджень щодо його ефективності на ділянках з контрастною літологічною будовою, суттєвої глибин залягання бурштиноносних верств, значного обводнення і наявності пливунів.

Необхідно також провести експериментально-контрольні роботи стосовно обґрунтування розрахунків залишкових ресурсів в надрах після видобутку їх методом гідророзмива.

Варто провести оцінку екологічних наслідків різних способів видобутку. Адже під час видобутку гідророзмивом в значній мірі зменшується необхідність переміщення великої кількості розкривних порід, відсутність потреби в їхньому складуванні.

Список використаних джерел

1. Мацуй В.М., Нестеровський В.А. Володимирецька бурштиноносна зона //Доп.НАН України -19094.-№10.-С. 92-96.
2. Нестеровський В.А.Геологія і гемологічна оцінка самоцвітної сировини осадових комплексів України: Автореферат дис. доктора геол. наук, Київ, 2006.- 41 с.
3. Marek NIEŁ, Jacek MUCHA Problemy dokumentowania złoź bursztynu Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energii Polskiej Akademii Nauk nr 79, rok 2010 327-344 strona
4. ВОЛНЕНКО С.О. (провідний геолог) Рівненська комплексна геологічна партія Державного підприємства «Українська геологічна компанія», Україна, м. Рівне. Г.В. МЕЛЬНИЧУК (канд. геол. наук, ст. викладач) Національний університет водного господарства та природокористування, Україна, м. Рівне КУРЕПА Я.С. (геолог) МАМЧУР С.В. (геолог) Рівненська комплексна геологічна партія Державного підприємства «Українська геологічна компанія», Україна, СТАРАТЕЛЬСЬКІ СПОСОБИ ВИДОБУТКУ БУРШТИНУ В УКРАЇНСЬКОМУ ПОЛІССІ Публікація Вісті Донецького гірничого інституту №1(40), 2017, 118-122 с.
5. Курепа Я.С. к. геол. н., Матвеев А.В, д. геол. н., професор Мамчур С.В аспірант РОЗВІДКА БУРШТИНУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДУ СВЕРДЛОВИННОГО ГІДРОРОЗМИВУ: ПРАКТИКА ТА ЇЇ АНАЛІЗ // Матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції «НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ. ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ» 2024 р., м. Львів, 209-212с.

УДК 549.8:008

БУРШТИНОВА ГЕОЛОГІЧНА І КУЛЬТУРНА СПАДЩИНА: ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ДЛЯ УКРАЇНИ
AMBER GEOLOGICAL AND CULTURAL HERITAGE: EUROPEAN EXPERIENCE FOR UKRAINE

Шевченко Сергій Вікторович, доктор геологічних наук, завідувач кафедри загальної та структурної геології, ORCID: 0000-0003-3994-1927, shevchenko.s.v@nmu.one
Курса Олексій Валентинович, аспірант кафедри загальної та структурної геології, ORCID 0009-0007-5588-5546 kursa.o.v@nmu.one
Кріпак Станіслав Андрійович, аспірант кафедри загальної та структурної геології, ORCID 0009-0005-3798-5960 kripak.s.a@nmu.one
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», пр. Д. Яворницького, 19, м. Дніпро, Україна

Serhii Shevchenko, PhD in geology, Head of Department of General and Structural Geology, ORCID: 0000-0003-3994-1927, shevchenko.s.v@nmu.one
Kursa Oleksii, post graduate student, Department of General and Structural Geology, ORCID 0009-0007-5588-5546 kursa.o.v@nmu.one
Kripak Stanislav, post graduate student, Department of General and Structural Geology, ORCID 0009-0005-3798-5960 kripak.s.a@nmu.one
Dnipro University of Technology, D. Yavornytsky ave., 19, Dnipro, Ukraine

Анотація. Проаналізовано і показано успішні активності та заходи, що сприяють усвідомленню геологічної спадщини та розвитку і поглибленню культурної спадщини бурштину низкою європейських країн, де його видобувають. Окреме місце тут займають знакові проекти національного масштабу, унікальні колекційні зразки бурштину, що зберігаються у музеях, і самі музеї, особливо ті, що створені виключно для популяризації лише цього коштовного каменю. Вперше розглянуто успішні маркетингові стратегії розвитку бурштинової галузі провідними країнами Євросоюзу, де здійснюється видобуток і переробка бурштину. Створено класифікацію активностей, застосовуваних при популяризації спадщини бурштину.

Ключові слова: бурштин, видобуток, геологічна спадщина, культура, колекційний зразок, музей, художні вироби, туризм

Abstract. Successful activities and measures that contribute to the awareness of geological heritage and the development and deepening of the cultural heritage of amber by a number of European countries where it is mined are analyzed and shown. A special place here is occupied by landmark projects of national scale, unique collection samples of amber stored in museums, and the museums themselves, especially those that were created exclusively to popularize only this precious stone. For the first time, successful marketing strategies for the development of the amber industry by leading European

Union countries where amber is mined and processed are considered. The classification of activities used for the popularization of amber heritage is carried out.

Key words: *amber, mining, geological heritage, culture, collector's specimen, museum, artwork, tourism*

Актуальність

Вивчення маркетингових стратегій з популяризації геологічної і культурної спадщини бурштину в європейських країнах, де його видобувають, дозволяє врахувати їх успішний досвід у поглибленні і розвитку культури бурштину для місцевих громад, оскільки Україна знаходиться лише на перших кроках побудови розвинутої галузі з видобутку і переробки бурштину і пов'язаних з цим туристичних активностей.

Основні результати

На сьогоднішній день в багатьох країнах вздовж існуючого в давнину «римського» бурштинового шляху (Польща, Литва, Латвія, Німеччина Італія, Австрія, Швейцарія, Чехія та інші) сформувалися ініціативи для розвитку туризму, частково підтримувані Європейським Союзом. Це, перш за все, країни, де і сьогодні активно видобувають бурштин а також країни, де збереглася багата історична спадщина і традиції з переробки бурштину (Bursztynowy szlak, n.d.).

За цей час лідером серед країн, що досі дошли до Бурштинового шляху, беззаперечно стала Польща. У цій країні сформовано розгалужену інфраструктуру, що зацікавлює туристів великою кількістю об'єктів матеріальної і культурної спадщини, низки туристичних стежок і маршрутів, виставкових та розважальних заходів тощо. За останні тридцять років можна спостерігати активізацію кількох видів дій та ініціатив, спрямованих на перетворення бурштинової спадщини на унікальні туристичні пам'ятки, а потім їх комерціалізацію. Серед багатьох можливих прикладів слід назвати найбільш видовищні (Cudny, W. et al., 2023):

- будівництво найбільшого вітаря у світі у церкві Святої Бригіти в Гданську;
- організація тематичних заходів під керівництвом чемпіонів світу з лову бурштину в Янтарі та Міжнародного ярмарку бурштину та ювелірних виробів AMBERIF у Гданську;
- створення окремого монотематичного Музею бурштину в Гданську та багатьох приватних музеїв та галерей;
- створення туристичних маршрутів з бурштину (велосипедних, автомобільних).

Маркетингові стратегії, порівняння і помилки у створенні подібних Поморському бурштиновому шляху ділянок в інших країнах – Чехії, Словаччині, Австрії і Угорщині – дуже добре продемонстровано на одному з найбільших польських сайтів, присвячених бурштину (Bursztynowy szlak, n.d.), який є потужною платформою, що поєднує музеї, археологічні локації, виставкові заходи, компанії у бурштиновій сфері тощо.

Висновки

1. Ефективний розвиток бурштинової галузі України має спиратися на створення державних, приватних, університетських експозицій, колекцій і окремих музеїв (як Музей бурштину в Гданську), присвячених походженню, видобутку та обробці бурштину. Окреме місце мають посісти знакові проекти (найбільший у світі вітар з бурштину у церкві Святої Бригіти у Гданську, тощо). Активну роль також відіграватимуть різноманітні туристичні активності, що дозволяють задіяти якомога більше органів чуття, зокрема під час воркшопів і майстер-класів з обробки і створення авторських виробів, для всебічного занурення в культуру бурштину.

2. При формуванні маркетингових стратегій побудови брендів українського бурштину, приєднання України до розгалужень Бурштинового шляху в країнах Євросоюзу і залучення туристичної компоненти слід враховувати досвід Польщі, Чехії, Словаччини, Угорщини, Австрії та інших країн Європи.

Список використаних джерел

1. Bursztynowy szlak (n.d.). <https://www.amber.com.pl/bursztynowy-szlak>
2. Cudny, W. Paprzycka, J. Stasiak A., Włodarczyk B. (2023). The contribution of amber to heritage tourism development. *Geographia Polonica*, 3, 339–360. DOI: 10.7163/gpol.0259.
3. Markowski M. (2025). Sakralne arcydzieło z Gdańska. Bursztynowy Ołtarz Ojczyzny wykonano z niemal tony surowca. MAD White. <https://www.whitemad.pl/sakralne-arcydzelo-z-gdanska-bursztynowy-oltarz-ojczyzny-wykonano-z-niemal-tony-surowca/>
4. Мельничук, В.Г., Волненко С.О. (2022). Музеї бурштину у місті Рівне. *Мінералогічний журнал*, 2, 69–72.
5. Ремезова О., Комлев О., Коваль Д. (2023). Розробка концепції сучасного музею бурштину України. Міжнародна науково-практична конференція «Геологічні музеї і колекції: їх роль в науці, освіті та туризмі», 112–113.

УДК 549.514.51

ГРИНЧУЦЬКІ КВАРЦЕВО-ХАЛЦЕДОНОВІ УТВОРЕННЯ ЯК РЕГІОНАЛЬНИЙ СУВЕНІРНИЙ БРЕНД
HRYNCHUK QUARTZ-CHALCEDONE FORMATIONS AS A REGIONAL SOUVENIR BRAND

Касіяник Ігор Петрович¹, кандидат географічних наук, доцент кафедри географії та методики її викладання, +380976538766, ORCID: 0000-0003-2612-7969, kasiianyk@kpmu.edu.ua

Касіяник Любов Василівна², науковий співробітник, +380976901439, melny4uk8kasyanik@gmail.com

Шинкарчук Ольга Петрівна³, вчитель географії ліцею, +380988843817, Shynkarchuk@gmail.com

Кіцак Леонід Ігорович³, здобувач освіти, +380970217784, leonid.kitsak@gmail.com

¹Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, м. Кам'янець-Подільський, Україна

²Національного природного парку «Подільські Товтри», м. Кам'янець-Подільський, Україна

³Кам'янець-Подільського ліцею «Славутинка» Хмельницької обласної ради, м. Кам'янець-Подільський, Україна

*Kasiianyk Igor*¹, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Geography and Methods of Its Teaching, +380976538766, ORCID: 0000-0003-2612-7969, kasiianyk@kpmu.edu.ua

*Kasiianyk Ljubov*², Research Fellow, +380976901439, melny4uk8kasyanik@gmail.com

*Shynkarchuk Olga*³, Lyceum Geography Teacher, +380988843817, Shynkarchuk@gmail.com

*Kitzak Leonid*³, Student, +380970217784, leonid.kitsak@gmail.com

¹Kamianets-Podilskyi National University named after Ivan Ohienko, Kamianets-Podilskyi, Ukraine

²National Nature Park "Podilskyi Tovtry", Kamianets-Podilskyi, Ukraine

³Kamianets-Podilskyi Lyceum "Slavutynka" of Khmelnytskyi Regional Council, Kamianets-Podilskyi, Ukraine

Анотація. Публікація висвітлює перспективи використання кварцево-халцедонових секретій пластових кременів Гринчуцького родовища, як сировини для сувенірної продукції. Охарактеризовані умови ефективності її виробництва та реалізації. Обґрунтовані переваги формування регіонального бренду на її основі.

Ключові слова: пластові кремені, сувеніри, регіональний бренд

Abstract. The publication highlights the prospects for using quartz-chalcedony secretions of layered flints of the Grynchuk deposit as raw materials for souvenir products. The conditions for the effectiveness of its production and sale are characterized. The advantages of forming a regional brand on its basis are substantiated.

Keywords: strata flints, souvenirs, regional brand

Кварцево-халцедонова мінералізація пластових кременів Подільського Придністер'я є явищем, яке залишається поза увагою незважаючи на вивченість і навіть тривалу розробку місцевих мінеральних ресурсів. Локація їх поширення включає долину р. Дністер в межах Хмельницької області (населені пункти Гринчук, Малинівці, Слобідка-Малиновецька, Жванецької ТГ) та с. Анадоли, Хотинської ТГ, Чернівецької області.

У пластовому кремені халцедоново-кварцеві утворення поширені в порожнинах: тріщинах, кавернах, ходах мулоїдів та на місці зруйнованих скам'янілих решток. Поряд із кварцевим матеріалом у секретіях зустрічаються кристали, друзи, щітки бариту і кальциту (в тому числі пластинчастого папіршпату), а також їх натічні плівки обволікання іноді, як псевдоморфози по кристалах кварцу [3]. Зазначені утворення можуть виступати сировиною для таких груп продукції непродовольчого призначення: ювелірні або біжутерні вироби, сувеніри, вироби народних майстрів.

Сувенірні вироби, на нашу думку це найбільш ефективний напрямок реалізації продукції, оскільки його споживачами виступають туристи, які відвідують регіон дослідження, а також формують потужний транзитний потік. Їх у регіоні приваблюють замки і фортифікаційні споруди, музеї, споруди культового призначення. Особливе значення тут мають природні об'єкти: річки, каньйони, скельні відслонення, водоспади. Усі перелічені об'єкти створені з каменю або тісно з ним пов'язані, тому вироби з місцевого каменю будуть найкращою пам'яткою. Номенклатура сувенірних виробів може включати компоненти усіх груп зазначених вище та бути представлена типовими виробами: брелками, магнітами, колекційними необробленими зразками [2].

Ювелірні або біжутерні вироби як продукція є найбільш зрозумілою для реалізації (Рис. 1). У контексті сувенірної спеціалізації, пріоритетним є біжутерний напрямок, що може включати таку номенклатуру: особисті прикраси (кулони, сережки, каблучки, намиста, браслети). Найбільш ефективним на нашу думку є виробництво

кулонів, що обумовлено найменшими затратами праці та відносно невисокою кінцевою ціною. Предмети туалету: інкрустовані шпильки, запонки, шкатулки. Предмети для інтер'єру чи канцелярські засоби: декоративні зразки, підставки для предметів, підсвічники тощо).



Рис. 1. Експериментальні зразки сувенірних виробів із досліджуваного матеріалу

Як сировина для виробів народних майстрів (крафтових виробів) є особливо цінною, через обмеженість матеріалу для серійного виробництва та не сформованості попиту на початкових етапах реалізації.

З позицій ринкової оцінки природні матеріали: оцінки агат, халцедон і кварц, чи вироби з них є відносно дешевими. Відповідно в умовах обмеженої сировини та технічних труднощів її обробки для економічної ефективності доцільно не налагоджувати масове виробництво, а максимально індивідуалізувати кінцеву продукцію наголошуючи її унікальність [4]. Для цього потрібно реалізувати маркетингову стратегію, складовими якої будуть: одиничний тип виробництва, «крафтовий» технологічний процес, реєстрація та популяризація сировини як регіонального бренду, інтеграція з туристичним регіональним бізнесом, підтримка і захист місцевих виробників.

Одиничний тип виробництва обґрунтовується унікальністю форми і малюнку кожного зразка сировини та потребою індивідуальної обробки відповідно до цих особливостей. «Крафтовий» підхід передбачає крім індивідуалізації виробництва, максимальне залучення ручної праці, що в підсумку підвищує цінність виробу як роботи майстра і позиціонує його як «неповторний».

Реєстрування і популяризація сировини у форматі регіонального бренду, дозволяє сформувати попит та додатково підкреслити унікальність продукції, та сформувати авторське право її, як торгової марки (<https://gems.org.ua/ua/s12.php>).

Туристична інтеграція виробництва обумовлена: особливо сприятливими умовами інформаційного просування при розкритті об'єктів природи і культури регіону; дефіцитом автентичної сувенірної продукції, та можливістю організації цілеспрямованих турів для пошуку зразків.

Підтримка і захист місцевих виробників може бути забезпечена надання особливих прав для виробництва місцевим жителям та об'єднання виробництва у кластер за принципом гільдії (багато виробників – спільна реалізація).

Список використаних джерел

1. Дрозд Т. І. Технологічні властивості кременів та їх обробка / Т. І. Дрозд // Роль вищих навчальних закладів у розвитку геології: Матеріали Міжнародної наукової конференції до 70-річчя геологічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – Київ, - 2014. – С. 20-21. URL http://www.geol.univ.kiev.ua/docs/aref/aref_Drozd_T_I.pdf (дата звернення 29.10.2025)

2. Касіяник, І., Касіяник, Л., Гарбар, В., Матвійчук, Б., & Придеткевич, С. (2025). Скам'янілі корали, як сировина для автентичної сувенірної продукції туристичного комплексу міста Кам'янець-подільський / І.П. Касіяник, Л.В. Касіяник, В.В. Гарбар, Б.В. Матвійчук, С.С. Придеткевич, // Наукові записки Тернопільського

національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія, 59(2), 72–79. <https://doi.org/10.25128/2519-4577.25.2.8> (дата звернення 2.05.2025).

3. Медвідь Л.І., Роль сувенірної продукції в презентації та популяризації туристичного регіону / Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія географічні науки Випуск 7. 2017. С. 203-209. URL: <https://gj.journal.kspu.edu/index.php/gj/article/view/66> (дата звернення 6.04.2025)

4. Сеньковський Ю. М. Про походження сеноманського пластового кременю на Придністров'ї / Сеньковський Ю. М. // ДАН УРСР. – 1963. – С. 117-149

5. Сивий М., Гавришок Б., Дем'янчук П. Мінерально-сировинний потенціал Хмельниччини: сучасний стан освоєння, перспективи: монографія. Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2023. 332 с. URL: <http://dspace.tnpu.edu.ua/handle/123456789/31581> (дата звернення 29.10.2025)

УДК 553.5:552.086:904.72

ПРО БУДІВЕЛЬНИЙ КАМІНЬ ОБСЕРВАТОРІЇ ТА ПРИКОРДОННИХ СТОВПІВ НА ГОРІ ПІП ІВАН *ON THE BUILDING STONE OF THE OBSERVATORY AND BORDER POSTS ON THE PIP IVAN MOUNTAIN*

Нікітенко Ігор Святославович¹, доктор геологічних наук, професор кафедри загальної та структурної геології, ORCID: 0000-0003-4207-2427, nikitenko.i.s@nmu.one

Миленька Мирослава МIRONIVNA, кандидат біологічних наук, завідувач кафедри біології та екології, ORCID:0000-0001-9249-8077, myroslava.mylenska@pnu.edu.ua

Фіцак Василь Васильович², оператор комп'ютерного набору Міжнародного наукового центру «Обсерваторія», fitsak@gmail.com

¹Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», просп. Дмитра Яворницького, 19 м. Дніпро, Україна

²Карпатський національний університет імені Василя Стефаника, вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, Україна

Nikitenko Ihor¹, Doctor of Geological Sciences, Professor of the Department of General and Structural Geology, ORCID: 0000-0003-4207-2427, nikitenko.i.s@nmu.one

Mylenka Myroslava, Candidate of Biological Sciences, Head of the Department of Biology and Ecology, ORCID:0000-0001-9249-8077, myroslava.mylenska@pnu.edu.ua

Fitsak Vasyi², computer operator of the International Scientific Centre "Observatory"

¹Dnipro University of Technology, Dmytro Yavornytskyi ave., 19, Dnipro, Ukraine

²Vasyl Stefanyk Carpathian National University, Shevchenko str., 57, Ivano-Frankivsk, Ukraine

Анотація. На основі петрографічного дослідження будівельного каміння стін обсерваторії та прикордонного стовпчика на горі Піп Іван Чорногірський підтверджено, що будівлю обсерваторії було зведено з юрських пісковиків, що відслонюються у відкритій виробі на південь від місця її розташування. Прикордонний стовпчик було виготовлено з піроксен-роговообманкового андезиту з району м. Мукачеве у Закарпатській області.

Ключові слова: гора Піп Іван Чорногірський, колишня обсерваторія Варшавського університету, будівельне каміння, петрографія, Карпати

Abstract. Based on petrographic research of the building stone materials of the walls of the observatory and the border post on Pip Ivan Chornohirskyi Mountain, it was confirmed that the observatory building was constructed of Jurassic sandstones exposed in an open-cast mine to the south of its location. The border post was made of pyroxene-hornblende andesite from the area near Mukachevo in the Zakarpatska Region.

Keywords: Pip Ivan Chornohirskyi Mountain, former observatory of Warsaw University, building stone, petrography, Carpathians

Колишня обсерваторія Варшавського університету (народна назва – «Білий Слон»), що сьогодні переживає своє відродження у структурі Міжнародного навчально-наукового центру «Обсерваторія» Карпатського національного університету імені Василя Стефаника, була збудована на горі Піп Іван Чорногірський у 1938 році. При будівництві обсерваторії переважно використовувався місцевий пісковик. Також уздовж тодішнього

Польсько-Чехословацького кордону було встановлено кам'яні прямокутні стовпчики, які, за місцевими переказами, були привезені з Тернополя.

Гірські породи, що відслонюються на вершині гори Піп Іван, належать до відкладів чорногірської світи верхньої крейди – нижнього палеогену (60 – 75 млн. років тому), що входить до складу Чорногірського флішового покриву. Породи світи переважно представлені пісковиками, гравелітами та лінзами дрібногальчаникового конгломерату [3–4]. Безпосередньо на вершині Чорногірського хребта, до якого відноситься гора Піп Іван, відслонюються породи Говерлинського субпокриву Чорногірського покриву, що датуються верхньою крейдою [2].

Для проведення дослідження було відібрано зразки гірських порід зі стіни «ротонди» обсерваторії, прикордонного стовпчика, природних відслонень навколо обсерваторії, а також місця, де можливо здійснювалася розробка будівельного каміння для спорудження обсерваторії.

Зразки будівельного каміння були відібрані лише зі стіни «ротонди» обсерваторії по причині того, що основна будівля вже була реконструйована. Чотири досліджені у шліфах зразки гірських порід виявилися практично ідентичними гравелітистими олігоміктовими пісковиками (рис. 1).

Теригенний матеріал пісковиків на близько 85 % складається з кварцу, до 9 % об'єму уламкового матеріалу займає плагіоклаз. Останній мінерал подекуди містить антипертити мікрокліну, зрідка має проявлені полісинтетичні двійники. Зерна плагіоклазу переважно слабо серицитизовані. Зерна мікрокліну займають до 2 % об'єму теригенного матеріалу пісковиків. Також всі зразки містять луски слюди, у всіх породах превалює біотит, представлений лускуватими кристалами бурого кольору, об'ємний вміст якого в уламковій частині складає близько 3 %. Мусковіту, який відрізняється відсутністю забарвлення при паралельних ніколях, міститься близько 1 %. Також серед листових силікатів у породі міститься менше 1 % хлориту, що має зеленкувате забарвлення, та, на відміну від біотиту і мусковіту, низькі кольори інтерференції при схрещених ніколях. У шліфах було виявлено менше 1 % зерен гранату, а також поодинокі зерна циркону. Гравійні зерна, нерівномірно розподілені у породі, представлені уламками гірських порід: філіту, кварциту, слюдистого мікрокварциту та скременілого вапняка. Один зі зразків також містить гравійні зерна гранітної породи. У цілому, розмір кластичних зерен порід складає 0,2 – 2,5 мм. Основна маса – 0,4 – 0,7 мм (середньо-крупнозернистий піскови́к). Кластичні зерна пісковиків переважно поєднуються без цементу за рахунок щільної упаковки. Також місцями присутні карбонатний, кременистий і кварцовий регенераційний цемент. Карбонатний цемент представлений прихованокристалічним агрегатом кальциту, що заповнює пори, а іноді може бути віднесений до базального. Кременистий цемент представлений прихованокристалічним агрегатом халцедону, який заповнює окремі пори. Також, навколо зерен кварцу часто спостерігається перекристалізована кварцова корочка, що теж цементує теригенні уламки. Структура порід псефопсамітова.

Окрім стін обсерваторії нами було досліджено гірські породи з природних відслонень, розташованих у безпосередній близькості до споруди. На північний захід від обсерваторії знаходиться обрив, у якому відслонюються породи чорногірської світи. Породи, відібрані на вершині обриву та нижче його кромки, представлені гравелітовим пісковиком, плитчастим алевритистим пісковиком, середньо-дрібнозернистим пісковиком, піщаним гравелітом. У товщі порід зустрічаються прошарки аргілітів, а також карбонатні стягнення. У південно-східному напрямку від обсерваторії знаходиться пониження у рельєфі зі слідами видобування та подрібнення каміння. Відібраний зразок виявився різнозернистим олігоміктовим пісковиком, але можна припустити, що вище нього залягали інші відміни уламкових порід, як і на північно-західному схилі вершини гори.

Таким чином, нами не виявлено абсолютного відповідника дослідженим зразкам зі стіни ротонди серед порід, що відслонюються у безпосередній близькості до обсерваторії. Проте різниця полягає лише у наявності гравійних уламків, відсутності певних другорядних мінералів серед кластичного матеріалу, або певного виду реліктового порового цементу. Найближчою за складом гірською породою до досліджених зразків зі стіни обсерваторії є піскови́к із місця, що ідентифікується як гірничавиробка, з тією різницею, що грубозернисті уламки у ньому не сягають гравелітового розміру. Уламковий матеріал цього пісковика складається з кварцу – 85 %, плагіоклазу – 6-7 %, мікрокліну – 1 %, біотиту – 5 %, мусковіту – 1 %, хлориту – поодинокі луски, філіту – одиничні зерна, гранату – менше 1 %, мікрокварциту – менше 1 %, глауконіту – одиничні зерна, циркону – одиничні зерна, агрегатів вуглистої речовини – менше 1 %. Грубозернисті уламки (плагіоклаз та кварц) мають розмір до 1,8 мм, більшість – 0,1 – 1,0 мм, основна маса уламків має розмір 0,2 – 0,7 мм (середньо-крупнозернистий піскови́к). Форма зерен конформна, необкатана, у крупних зерен – напівобкатана або кута́ста. Кластичні зерна переважно поєднуються завдяки щільній упаковці, також присутні кременистий (халцедоновий), глинисто-кременистий (іліт-халцедоновий) та карбонатний (кальцитовий) цемент, що заповнює пори. Структура породи псамітова.

Матеріал прикордонного стовпчика першої половини ХХ ст. виявився виготовленим з гірської породи, не характерної для даної місцевості. У результаті мінералого-петрографічного, а також хімічного аналізу було визначено, що порода представлена піроксен-роговообманковим андезитом. Основна маса породи складена

мікролейстами плагіоклазу (лабрадор-бітовніт) та магнетитом, присутні апатит та мікрокристали піроксену, також містяться трохи більші за розміром здвійниковані кристали плагіоклазу, аналогічні крупним порфіровим виділенням. Останні ж складають до 40 % об'єму породи. Мінеральний склад порфірових виділень (% від загального об'єму породи): плагіоклаз – 20; рогова обманка – 15; клінопіроксен – 3; ортопіроксен – 1, магнетит – 1. Рогова обманка змінює колір від темно-зеленої до бурої по краях. Структура порфірова (рис. 2).

Щодо походження андезиту, найближчі до місця встановлення стовпчиків родовища даних порід знаходяться у Закарпатській області. Тут андезити поширені у складі Вигорлат-Гутинського пасма Карпат. Піроксен-роговообманкові андезити зустрічаються досить рідко – на північний захід від р. Латориці, на південно-східних схилах гірського масиву Борліїв Діл, на горі Грабова [5]. Ми не маємо інформації щодо видобутку андезитів у Закарпатті до 1940-х років, але за даними початку 1960-х років, в районі гірського пасма Борліїв Діл, на північний схід від Мукачеве, розроблялася низка родовищ андезитів: Глинянецьке, Колчинське, Обавське, Шелестовське та ін. [1]. На території Івано-Франківської, Львівської та Тернопільської областей родовища андезитів відсутні. Остаточне з'ясування походження прикордонних стовпчиків потребує дослідження відповідних архівних матеріалів, якщо такі збереглися.

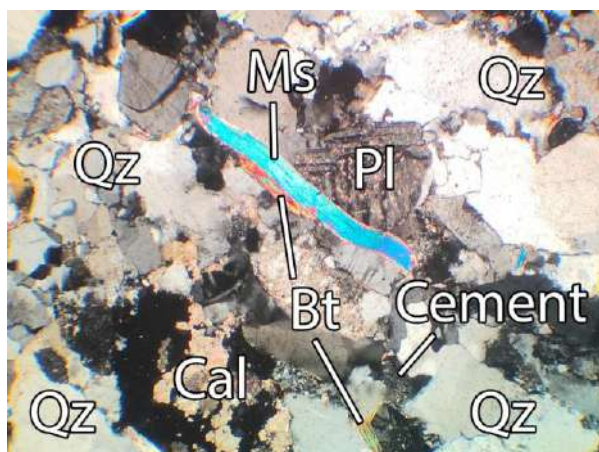


Рис. 1. Пісковик олігоміктовий (стіна ротонди обсерваторії):

Qz – кварц, Pl – плагіоклаз, Bt – біотит, Ms – мусковіт, Cal – кальцит, Cement – поровий цемент. Світло прохідне, ніколи схрещені, збільшення 47^x

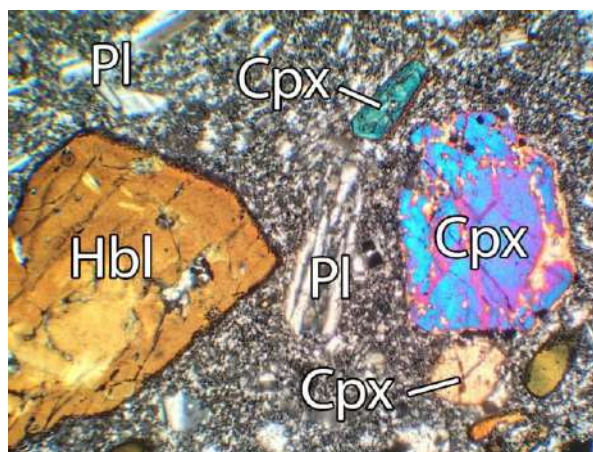


Рис. 2. Андезит піроксен-роговообманковий (прикордонний стовпчик):

Pl – плагіоклаз, Hbl – рогова обманка, Cpx – клінопіроксен. Світло прохідне, ніколи схрещені, збільшення 47^x

Таким чином, будівля обсерваторії «Білий Слон» та інші споруди на горі Піп Іван, окрім того, що є цікавим архітектурним та історичним об'єктом, також мають геотуристичний інтерес, а отримані нами дані доповнюють існуючу інформацію з геології Чорногорського хребта цікавими фактами. Отримана інформація може бути використана в екскурсійній діяльності, для популяризації унікального наукового й культурного об'єкту, а також є цінною в контексті доповнення історичних відомостей про особливості спорудження одного з найбільш високогірних наукових об'єктів Карпатського регіону.

Список використаних джерел

1. Буцын, А.Г., Горбачевский Г.Е., Калинин Г.Н., Харитонов М.И. (1965). Строительные материалы Закарпатской области. Киев: Будівельник.
2. Гнилко О.М. (2011). Тектонічне районування Карпат у світлі терейнової тектоніки. Частина 1. Основні елементи Карпатської споруди. Геодинаміка, 1 (10). С. 47 – 57.
3. Калінін В. І., Гурський Д.С., Антакова І.В. (Ред.) (2006). Геологічні пам'ятки України. Т. 1. Київ: ДІА.
4. Ткачук, Л.Г. (Ред.) (1981). Обломочные породы Украины. Киев: Наукова думка.
5. Усенко, И.С. Есипчук К.Е., Личак И.Л., Слипченко В.А., Цуканов В.А. (1975). Справочник по петрографии Украины. Магматические и метаморфические породы. Киев: Наукова думка.

УДК 620.1:553.5:681.518

КРИТЕРІЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ З ПРИРОДНОГО ДЕКОРАТИВНОГО КАМІННЯ

CRITERIA OF THE QUALITY CONTROL SYSTEM FOR NATURAL DECORATIVE STONE PRODUCTS

Сергієнко Ігор Антонович, керівник лабораторії науково-експериментального забезпечення гемологічної діяльності, магістр геохімії і мінералогії, ORCID 0009-0002-2214-1982, +38095-8045174, sia.gems@gmail.com

Гелета Олег Леонтійович, канд. геол. наук, член-кореспондент Академії будівництва України, заступник директора-керівник відділу експертизи напівдорогоцінного та декоративного каміння, ORCID: 0000-0002-3583-7885, +38063-297 6459, olgel@gems.org.ua

Державний гемологічний центр України, вул. Дегтярівська, 38-44, м. Київ, 04119, Україна

Sergiienko Igor, *Magister of geology, Head of the Research Laboratory, ORCID 0009-0002-2214-1982, +380958045174, sia.gems@gmail.com*

Geleta Oleg., *Ph.D. of geology, corresponding member of the Academy of Construction of Ukraine, Deputy Director-Head of the Department of Examination of Semi-Precious and Decorative Stones, ORCID: 0000-0002-3583-7885, +38063-297 6459, olgel@gems.org.ua*

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

Анотація. Розглянуто наукові засади формування цифрової системи контролю та управління якістю продукції з природного каміння, що базується на поєднанні аналітичних, метрологічних і мінералого-петрографічних критеріїв. Обґрунтовано необхідність створення єдиної цифрової бази референтних значень для основних фізико-механічних, мінералого-петрографічних і петрохімічних показників, що визначають якість природного декоративного каміння. Запропоновано багаторівневу структуру системи, яка включає модулі введення, перевірки, співставлення, класифікації та візуалізації даних. Описано методику статистичної нормалізації експериментальних даних і формування діапазонів еталонних значень, типових для певних петрографічних різновидів порід. Представлено структуру електронної бази даних, що містить сім головних груп критеріїв контролю якості. Розроблена система забезпечує автоматизовану оцінку якості, зменшує вплив суб'єктивного чинника, сприяє стандартизації та цифровізації експертно-аналітичних процедур. Практичне значення полягає у можливості інтеграції системи у державне регулювання, стандартизацію та сертифікацію продукції з природного каміння в Україні.

Ключові слова: природне каміння, якість, цифрова система контролю, референтні значення, петрографічні критерії, лабораторні дані, стандартизація

Abstract. *The paper examines the scientific foundations for developing a digital system for quality control and management of natural stone products based on the integration of analytical, metrological, and mineralogical-petrographic criteria. The necessity of creating a unified digital database of reference values for key physical-mechanical, mineralogical-petrographic, and petrochemical parameters determining the quality of natural decorative stone is substantiated. A multi-level system structure is proposed, including modules for data input, verification, comparison, classification, and visualization. The methodology for statistical normalization of experimental data and formation of reference ranges typical for specific petrographic varieties of rocks is described. The structure of the electronic database containing seven main groups of quality control criteria is presented. The developed system enables automated quality assessment, reduces the influence of the subjective factor, and promotes the standardization and digitalization of expert-analytical procedures. The practical significance lies in the possibility of integrating the system into state regulation, standardization, and certification of natural stone products in Ukraine.*

Keywords: *natural stone, quality, digital control system, reference values, petrographic criteria, laboratory data, standardization*

У сучасних умовах євроінтеграційних та у майбутніх повоєнних процесах в Україні питання створення надійної, стандартизованої системи контролю якості будівельних матеріалів з природного декоративного каміння набуває ключового значення у сферах вітчизняного каменярства, будівництва та архітектури. Традиційні методи оцінки якості, базовані на стандартних фізико-механічних випробуваннях, не забезпечують повного охоплення сучасних споживчих характеристик, особливо таких, як декоративність, атмосферостійкість, стійкість колористичних показників чи наявність у складі гірської породи нестійких і шкідливих мінералів. У зв'язку з цим

актуальним є формування цифрової системи контролю та управління якістю продукції з природного каміння, що ґрунтується на поєднанні аналітичних, метрологічних і мінералого-петрографічних критеріїв у єдиному інтегрованому інформаційному середовищі.

Актуальність такої роботи полягає у необхідності створення науково обґрунтованої, стандартизованої та цифровізованої системи контролю якості природного каміння, яка відповідає сучасним і перспективним вимогам будівельної галузі України в умовах післявоєнного відновлення інфраструктури.

Відсутність уніфікованих цифрових референтних меж для більшості споживчих показників природного каміння створює труднощі у порівнянні результатів лабораторних випробувань і унеможливорює автоматизоване визначення відповідності матеріалів нормативним вимогам. Це, своєю чергою, призводить до суб'єктивності експертних оцінок і до загального зниження ефективності контролю якості будівельної продукції з природного каміння.

У контексті переходу України до європейських стандартів будівництва та експортної сертифікації кам'яних матеріалів виникає потреба у створенні інтегрованої цифрової системи, здатної об'єктивно оцінювати якість кам'яної продукції за допомогою порівняння реальних експериментальних даних з еталонними цифровими профілями. Такий підхід сприятиме підвищенню точності лабораторного контролю, спрощенню і пришвидшенню процедур сертифікації, зниженню ризиків використання неякісної сировини та формуванню єдиного інформаційного простору для державного нагляду, виробників і споживачів будівельної продукції.

Концепція створення такої системи передбачає використання принципів багаторівневої обробки даних, де відбувається поетапне перетворення лабораторної інформації у стандартизовані цифрові профілі споживчої якості сировини і виробів з природного декоративного каміння.

На першому етапі формуються переліки основних показників якості, що охоплюють фізико-механічні, мінералого-петрографічні та петрохімічні параметри гірських порід. До ключових належать густина, пористість, водопоглинання, морозостійкість, міцність при стиску і згині, стійкість до стирання та атмосферних впливів. Допоміжними виступають оптичні та колористичні характеристики, а також вміст активних хімічних компонентів, таких як двовалентне залізо, вміст нестійких, шкідливих та радіоактивних мінералів.

На другому етапі визначаються алгоритми та логічна структура цифрової системи. Вона складається з п'яти взаємопов'язаних модулів — введення та перевірки лабораторних даних, співставлення з еталонними показниками, класифікації якості та візуалізації результатів. Функціонування системи ґрунтується на базі референтних значень показників, що формуються шляхом статистичного опрацювання достовірних експериментальних (еталонних) даних. Розрахунок цих референтів проводиться з урахуванням петрографічної однорідності порід, метрологічної нормалізації лабораторних результатів і визначення довірчих інтервалів, у межах яких показники вважаються типовими для конкретного типу каменю.

Референтні значення споживчих ознак, зокрема фізико-механічних характеристик гірських порід, є головною складовою формалізації нормативно-аналітичного забезпечення процедур контролю якості та класифікації природного каміння. Вказаний процес передбачає не лише статистичне опрацювання лабораторних даних, а й геолого-петрологічну інтерпретацію варіативності параметрів у межах конкретного генетичного типу породи. Тип породи у цьому разі визначається не за комерційним визначенням, а за нормативними документами, зокрема за ДСТУ Б EN 12670:2011 «Природний камінь. Термінологія» на основі визначення мінерального складу зразків.

Третій етап реалізує фізичне проектування електронної бази даних «Комплекс критеріїв цифрової системи контролю та управління якістю продукції з природного каміння». База має містити сім груп критеріїв: ідентифікаційні дані зразків, фізико-механічні, оптичні та петрохімічні характеристики, нормативно-правові вимоги, узагальнений індекс якості та результати експертних досліджень.

Запропонований підхід дозволяє формалізувати процедури оцінки якості природного декоративного каміння, перетворюючи їх на автоматизований процес, у якому кожний новий лабораторний результат співставляється з електронним еталоном. Це не лише підвищує точність контролю, а й мінімізує людський фактор, забезпечуючи можливість дистанційного моніторингу та швидкого оновлення референтних меж на основі нових даних.

Створення уніфікованої методологічної бази для контролю якості природного каміння, що може бути безпосередньо інтегрована у процеси технічного регулювання, архітектурного проектування та виробничого контролю у галузі природного і декоративного каміння, сприятиме підвищенню надійності та безпеки будівельних матеріалів при євроінтеграційних процесах та у рамках повоєнного відновлення України.

Список використаних джерел

1. Гелета О.Л. Товарознавство та експертна оцінка декоративного каміння / О.Л. Гелета, П.В. Захарченко. Київ: Видавництво «ЦУЛ», 2017. 300 с.
2. Гелета О.Л., Нестеровський В.А., Горобчишин О.В. Концептуальні засади створення нової класифікації декоративного каміння (на прикладі карбонатних порід). Коштовне та декоративне каміння. 2018. № 3 (93). С. 7-10.

3. Національний стандарт України «ПРИРОДНИЙ КАМІНЬ. ТЕРМІНОЛОГІЯ», ДСТУ Б EN 12670:2011

4. Національний стандарт України «МЕТОДИ ВИПРОБУВАННЯ ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ. Критерії для класифікації», ДСТУ Б EN 12440:2011

5. Постанова Кабінету Міністрів України від 27.07.1994 № 512 «Про загальну класифікацію та оцінку вартості природного каміння».

УДК 552.5+553.5

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ УДАРНОЇ МІЦНОСТІ ВАПНЯКІВ-РАКУШНЯКІВ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

EXPERIMENTAL STUDIES OF THE IMPACT STRENGTH OF SHELL LIMESTONES OF THE ODESSA REGION

Гелета Олег Леонтійович, кандидат геологічних наук, член-кореспондент Академії будівництва України, заступник директора-керівник відділу експертизи напівдорогоцінного та декоративного каміння, ORCID 0000-0002-3583-7885, +38063-297 6459, olgel@gems.org.ua.

Крупницький Денис Олегович, головний фахівець відділу експертизи напівдорогоцінного та декоративного каміння, navchan9l@gmail.com.

Сергієнко Ігор Антонович, керівник лабораторії науково-експериментального забезпечення гемологічної діяльності, ORCID 0009-0002-2214-1982, sia.gems@gmail.com.

Державний гемологічний центр України, вул. Дегтярівська, 38-44, м. Київ, 04119, Україна

Geleta Oleg, PhD in Geology, Corresponding Member of the Academy of Civil Engineering of Ukraine, Deputy Director-Head of the Department of Examination of Semi-Precious and Decorative Stones, ORCID 0000-0002-3583-7885, +38063-297 6459, olgel@gems.org.ua

Krupnitskyi Denis, Chief Specialist of the Department of Examination of Semi-Precious and Decorative Stones, navchan9l@gmail.com

Sergienko Igor, Head of the Research Laboratory, ORCID 0009-0002-2214-1982, sia.gems@gmail.com

State Gemological Center of Ukraine, street Degtyarivska, 38-44, Kyiv, 04119, Ukraine

Анотація. Розглядаються експериментальні дослідження ударної міцності українських вапняків-ракушняків, що є важливим аспектом для забезпечення надійності будівельних матеріалів, зокрема для інфраструктурних об'єктів, що піддаються динамічним навантаженням. Вивчаються фактори, що впливають на ударну міцність вапняків, такі як пористість, структура та петрографічний склад. Використовуються стандартизовані методи експериментальної оцінки міцності, зокрема метод вільного падіння ударника та застосування склерометра. Дослідження проводяться на зразках вапняків-ракушняків родовищ Одеської області України. Результати експериментів вказують на значну варіативність ударної міцності в залежності від пористості та структури порід. Встановлено, що органігенні, високопористі вапняки мають значно нижчу ударну міцність порівняно з більш щільними варіантами, зокрема органігенно-детритовими вапняками-ракушняками з дрібнозернистою структурою. Отримані дані можуть бути використані для оптимізації вибору матеріалів для будівництва в сейсмічно активних зонах, а також для розробки рекомендацій щодо підвищення надійності будівельних конструкцій з природного каміння.

Ключові слова: вапняк, ракушняк, міцність, удар, Одеська область, Україна

Abstract. This paper presents experimental studies on the impact strength of Ukrainian shell limestone, which is an important aspect for ensuring the reliability of building materials, particularly for infrastructure objects subjected to dynamic loads. The factors affecting the impact strength of limestones, such as porosity and petrographic composition, are analyzed. Standard experimental methods for evaluating strength are used, including the free-falling impactor method and the application of a Schmidt hammer. The research is conducted on samples from limestone deposits in the Odessa region. The results of the experiments indicate significant variability in impact strength depending on the porosity and structure of the rocks. It was found that organic, highly porous limestones have considerably lower impact strength compared to denser varieties, particularly fine-grained shell limestones. The obtained data can be applied to optimize material selection for construction in seismic areas, as well as to develop recommendations for improving the reliability of building structures.

Key words: limestone, shell limestone, strength, impact, Odesa region, Ukraine

Вапняки-ракушники є однією з найбільш поширених і важливих груп будівельних матеріалів, які широко застосовуються у будівництві та архітектурі України. Використання вапняків-ракушників має довгу історію. Завдяки своїй доступності та легкій оброблюваності вони стали основним будівельним матеріалом у південній частині України для зведення багатьох житлових і промислових об'єктів, як матеріал для дорожнього будівництва та у виробництві цементу. Вапняки-ракушники відрізняються легкістю та високою пористістю, що робить їх ефективними у різноманітних будівельних проєктах. Однак, незважаючи на сотні років застосування таких вапняків, деякі аспекти їх споживчих властивостей, зокрема ударної міцності, досі залишаються недостатньо дослідженими.

Актуальність дослідження міцності вапняків-ракушників на ударні впливи є важливою у світлі необхідності забезпечення надійності та довговічності будівельних конструкцій з природного каміння, що піддаються різноманітним динамічним навантаженням, таким як землетруси, вібрації, удари при видобутку, обробці чи експлуатації, або інші механічні впливи. Україна, маючи у південній своїй частині (Одеська область та Крим) сейсмічно активні зони, потребує особливої уваги до оцінки механічних властивостей матеріалів, що використовуються в будівництві, оскільки вони повинні витримувати не лише звичайні статичні, а й різноманітні динамічні навантаження, зокрема ударні. Ударна міцність (або міцність на удар) є критичним параметром для визначення поведінки вапняків-ракушників у реальних умовах експлуатації, що обумовлює важливість поглиблених досліджень цієї властивості порід.

Теоретична основа для оцінки ударної міцності включає концепцію механіки будівельних матеріалів, яка описує поведінку об'єкта під дією раптових навантажень. Ударна міцність визначає здатність будівельного матеріалу поглинати енергію в момент удару та витримувати механічні деформації без руйнування.

Основною особливістю вапняків-ракушників є їх структурна неоднорідність, зокрема шарувата пориста структура, яка значною мірою впливає на механічні властивості цих гірських порід. Пористість є одним із ключових факторів, що знижують міцність матеріалу на удар, оскільки пори, як тривимірні структурні дефекти, можуть служити точками концентрації напружень, що сприяють формуванню тріщин і руйнуванню матеріалу при динамічних навантаженнях. У зв'язку з цим, для дослідження ударної міцності вапняків-ракушників використовуються кілька стандартних методів експериментальної лабораторної оцінки. Одним із найбільш поширених є метод вільного падіння ударника, при якому зразок гірської породи піддається раптовому удару важким об'єктом (зазвичай, металевою сферою), що падає з заздалегідь визначеної висоти. Цей метод дозволяє оцінити здатність матеріалу поглинати енергію удару та визначити його поведінку при динамічних ударних навантаженнях. Іншим важливим методом є застосування склерометра ("молотка Шмідта"), який дозволяє виміряти поверхневу міцність матеріалу неруйнівним методом, як непрямий показник його здатності витримувати удари. В обох випадках результати експериментів значною мірою залежать від мікроструктурних особливостей гірських порід, таких як наявність пор і тріщин, а також загальної густини гірської породи та твердості її поверхні.

Експериментальні дослідження ударної міцності були проведені на зразках українських вапняків-ракушників з використанням приладу «Matest C096» з вільно падаючою сталевією сферою масою 1050 г. Мінімальна висота падіння сфери становила 10 см з поступовим підвищенням висоти кожного наступного удару кроками по 5 см до повного структурного руйнування зразка (зазвичай, до утворення наскрізної тріщини).

У якості зразків використовувались квадратні окантовані плити з пиляною фактурою обробки поверхні вирізані перпендикулярно шаруватості. Усі зразки були виготовлені з вапняків-ракушників родовищ Одеської області. Розмір зразків 18x18 см, товщина 3-4 см.

Окрім геометричних характеристик зразків та їх ударної міцності у ході експериментів також оцінювалась об'ємна густина гірської породи, а також поверхнева міцність (пружність) зразків, яка вимірювалась за допомогою склерометра марки «Matest C381».

Результати експериментальних досліджень показали значну варіативність результатів ударної міцності вапняків-ракушників в залежності від їх пористості та петрографічного складу. Зокрема, органогенні високопористі зразки з низькою об'ємною щільністю, що містять великі кількості крупних уламків черепашок молюсків, мають значно нижчі показники ударної міцності порівняно з більш дрібнозернистими і більш щільними органогенно-детритовими вапняками-ракушниками, особливо з тонкою і нечітко вираженою шаруватістю.

Максимальна висота падіння металевої сфери для високопористих відмін становить подекуди лише 10-20 см, тобто зразок розколювався з першого або третього удару. Натомість більш щільні відміни демонстрували значно кращі результати з висотами падіння у 35-55 см. Непоодинокі зразки розколювались лише на 13-14 ударі з максимальною висотою падіння металевої сфери у 70-75 сантиметрів.

Такі неочікувано високі значення ударної міцності такої пористої гірської породи, як вапняк-ракушняк, можна пояснити тим, що значна частина енергії ударника (металевої сфери) йшла на деформацію і ущільнення матеріалу гірської породи з утворенням сферичної заглибини у ньому. У деяких зразків глибина такої заглибини, утвореної послідовними ударами, сягала 10-15 мм до того, як зразок розколювався. Здатність до поглинання

енергії удару шляхом деформації поверхні без непоправних структурних руйнувань є корисною і досі недооціненою споживчою властивістю вапняків-ракушняків.

Отримані результати мають значне практичне застосування для будівельної галузі, особливо в умовах, коли вапняки-ракушняки використовуються для зведення житлових об'єктів та інфраструктури, що піддаються сильним складно прогнозованим динамічним навантаженням, таким як стіни, паркани, мости та інші об'єкти, що знаходяться в сейсмічно активних зонах України. Лабораторна оцінка ударної міцності цих порід дає можливість не лише покращити вибір матеріалів для конкретних будівельних умов, але й сприяє розробці рекомендацій щодо підвищення надійності та довговічності інженерних споруд у цілому. Дослідження ударної міцності також можуть бути використані при пошуково-розвідувальних роботах на родовищах вапняків-ракушняків, а також для оптимізації технологій видобутку та обробки вапняків, що дозволить забезпечити високу міцність та ефективність при використанні в різних архітектурно-будівельних проєктах.

Список використаних джерел

1. Гелета О.Л. Товарознавство та експертна оцінка декоративного каміння / О.Л. Гелета, П.В. Захарченко. Київ: Видавництво «ЦУЛ», 2017. 300 с
2. Національний стандарт України «ПРИРОДНИЙ КАМІНЬ. ТЕРМІНОЛОГІЯ», ДСТУ Б EN 12670:2011
3. Національний стандарт України «МЕТОДИ ВИПРОБУВАННЯ ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ. ПЕТРОГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ», ДСТУ Б EN 12670:2011
3. Національний стандарт України «МЕТОДИ ВИПРОБУВАННЯ ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ. Критерії для класифікації», ДСТУ Б EN 12440:2011
4. BS EN 14158:2004 «Natural stone test methods. Determination of rupture energy».
5. Sarıusık G., Özkan E., Kundak E., Akdaş H. «Classification of Parameters Affecting Impact Resistance of Natural Stones» Journal of Testing and Evaluation, Vol. 44, No. 4, 2016, pp. 1650–1660. DOI:10.1520/JTE20140276.

УДК 549+552.5(477.4)

ПЕТРОФІЗИЧНІ ТА ГЕМОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЯМПІЛЬСЬКИХ ПІСКОВИКІВ ПОДІЛЛЯ PETROPHYSICAL AND GEMOLOGICAL PROPERTIES OF YAMPIL SANDSTONES OF PODILLIA

Деяк Михайло Антонович¹, канд. геол. наук, старший науковий співробітник, ORCID: 0000-0002-9330-2766, nayk@ukr.net

Волконський Олександр Олександрович², аспірант, ORCID: 0009-0001-2406-5453, a0673475249@gmail.com

¹Навчально-Науковий інститут «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, вул. Васильківська, 90, Київ

²ДНУ «МорГеоЕкоЦентр НАН України», вул. Олеся Гончара, 55б, м. Київ, 01054, Україна

Deiak Myhailo Antonovych¹, PhD (Geol.), Senior Researcher, ORCID: 0000-0002-9330-2766, nayk@ukr.net

Volkonskyi Oleksandr Oleksandrovyich², postgraduate, ORCID: 0009-0001-2406-5453, a0673475249@gmail.com

¹Institute of Geology of National Taras Shevchenko University of Kyiv, 03022, Vasylkivska str., 90, Kyiv, Ukraine

²MorGeoEkoCenter of NAS of Ukraine, Kyiv 55-b, O. Honchara str., Kyiv, Ukraine, 01054

Анотація. В роботі наведено дані щодо петрофізичних та гемологічних властивостей ямпільських пісковиків Поділля. За текстурним рисунком серед блочного пісковика виділено такі різновиди: масивно-однорідний, смугастий, плямистий та пейзажний

Ключові слова: ямпільські пісковики, мінералогічний склад, гемологія

Abstract. The paper presents data on the petrophysical and gemological properties of the Yampil sandstones of Podillia. According to the textural pattern, the following varieties are distinguished among blocky sandstone: massive-homogeneous, striped, spotted, and landscape

Keywords: Yampil sandstones, mineralogical composition, gemology

Назва “ямпільські пісковики” походить від назви міста Ямпіль, що розташований з лівого берегу Дністра і відомий ще з другої половини 17 ст.

Використання ямпільських пісковиків закарбовано в історико-культурній спадщині Ямпільщини. Це простежується в оборонних спорудах (спостережні вежі, укріплення, фортеці), будинках для житла, торгівельні і складські приміщення, дорожні покриття, портова інфраструктура [1].

Головне тіло «ямпільських пісковиків» в сучасній стратиграфічній схемі едіакарію виділено в окремий регіональний підрозділ – ямпільські верстви. Коли мова йдеться про торгову назву, то до неї відносяться також пісковики лозівських та олчедаївських верств, що залягають нижче ямпільських. Проте останні мають невелику потужність, локальне поширення і не витриману зернистість [3].

За мінеральним складом ямпільські пісковики можна віднести до польовошпат-кварцових з опал-каолінітовим цементом. Головними породоутворювальними мінералами є: кварц – 65-82%; польові шпати – 15-40%; другорядні (3-6%) – темні та світлі слюди, пірит, флюорит, галеніт, сфалерит, марказит. Серед акцесорних (1-1,5%) мінералів присутні турмалін, альмандин, сфен, циркон, монацит. Вторинні мінерали представлені гідрооксидами заліза і марганцю, каолінітом, опалом, дікітом, кальцитом, сидеритом.

Для блочних пісковиків крім цього, були визначені деякі петрофізичні властивості: водопоглинання при атмосферному тиску, щільність, об'ємна маса, справжня пористість. Результати цих досліджень показали, що значення водопоглинання серед виділених текстурних різновидів коливаються в межах між 6,27-8,81% і в середньому становить близько 8%. Щільність пісковиків складає 2,6-2,7 г/см³; об'ємна маса – 2,1-2,5 г/см³; справжня пористість – 11-25%. Дані петрофізичних властивостей ямпільських пісковиків з Ямпільського родовища наведені в таблиці.

Таблиця 1

Петрофізичні властивості ямпільського пісковика Ямпільського родовища, Вінницька обл. [2]

Корисна копалина	Властивості, одиниці виміру	Показники	
		від	до
Пісковик ямпільський	Водопоглинання, %	2,72	9,51
	Межа міцності при стисканні у водонасиченому стані, кг/кв, см	296,0	613,0
	Межа міцності при стисканні у повітряно-сухому стані, кг/кв, см	319,0	800,0
	Межа міцності при стисканні після заморожування, кг/кв, см	301,0	612,0
	Коефіцієнт морозостійкості	0,55	0,98
	Коефіцієнт розм'якшення	0,66	0,98
	Маса об'ємна, г/куб, см	2,05	2,46
	Пористість істинна, %	9,80	26,80
	Щільність, г/куб, см	2,59	2,7

Гемологічні властивості.

До основних гемологічних властивостей декоративного каміння відносяться:

- колір;
- текстурний рисунок;
- здатність до обробки;
- довговічність;
- екологічна чистота.

Колір ямпільських пісковиків світло-білий, біло-сірий, попелясто-сірий, палево-жовтий, інколи з іржаво-бурим відтінком. Він обумовлений забарвленням основних породоутворюваних мінералів: кварцу та польового шпату та процесами їх вторинної зміни – пелетизацією та каолінітизацією.

Іржаво-бурий відтінок пов'язаний з присутністю розсіяних включень гідрооксидів заліза.

За текстурним рисунком серед блочних різновидів ямпільських пісковиків можна виділити декілька різновидів: масивно-однорідний, смугастий, плямистий, пейзажний (рис.1).

Масивно-однорідні: білі, світло-сірі, палево-жовті, а саме які не мають плям або явно виражених змін від основного забарвлення.

Смугасті: характеризуються явно вираженою зміною шарів кольору від білого до жовтого різної товщини і інтенсивності забарвлення. Це обумовлено, головним чином, присутністю в шарах різної кількості і насичення гідрооксидів заліза та польового шпату. Ширина смуг невитримана і коливається від декількох мм до 5 см. В розрізі переважає горизонтальна смугастість, а в отриманих блоках та слябах з них все залежить від напрямку розпилювання.

Плямисті: являють собою неоднорідно забарвлену текстуру, що візуально сприймається на площині зрізу як плямистість з різним контрастом і конфігурацією більш та менш яскравих ділянок. Плямистість обумовлена різною концентрацією та різною насиченістю залізистих мінералів, що знаходяться в породі у формі оксидів,

сульфідів і гідроксидів. Частково плямистість пов'язана з різним ступенем каолінізації породи. Плями також пов'язані з місцями локалізації відбитків примітивної безскелетної фауни.

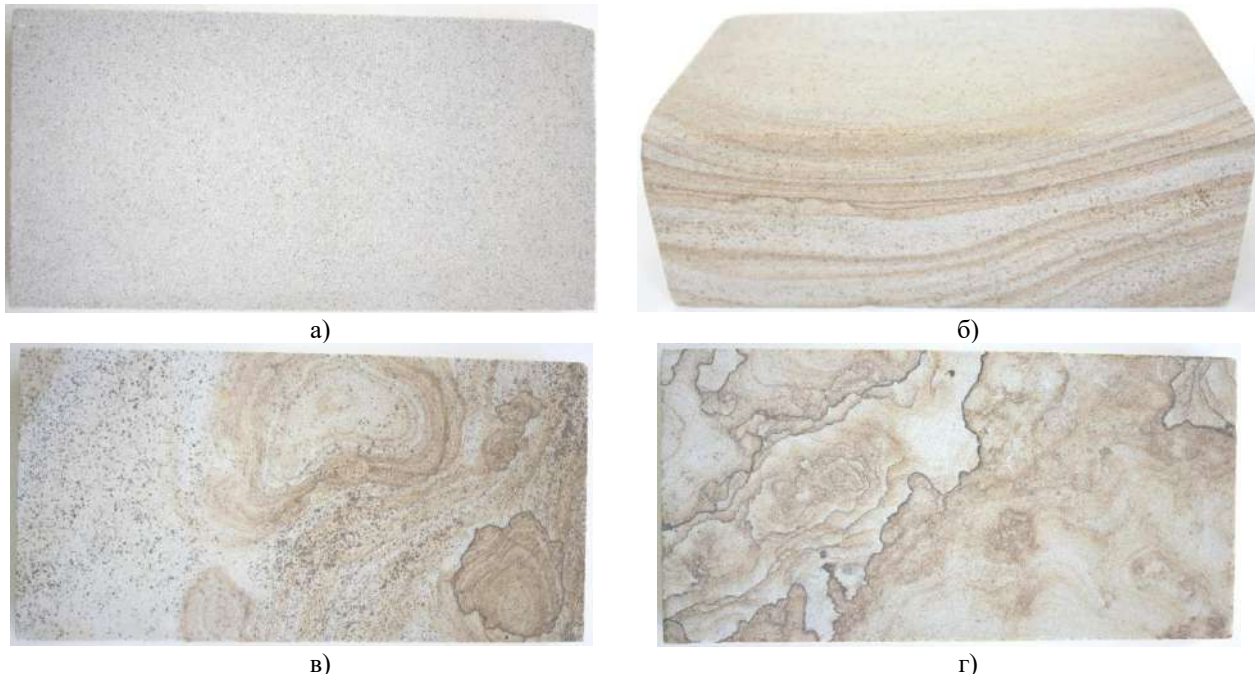


Рис.1 Текстурні різновиди ямпільських пісковиків: а) – масивно-однорідний, б) – смугастий, в) – плямистий, г) – пейзажний.

Пейзажні: являють собою комбінацію усіх вище перелічених різновидів. Текстурний малюнок має складну, химерну конфігурацію, що нагадує природні пейзажі.

Пісковики обробляються простим механічним способом з використанням алмазного інструменту і не потребують яких не будь інших додаткових витрат. Блоки розрізаються на сляби (рис.2). А сляби вже йдуть на виготовлення конкретних виробів. Мінімальна товщина, яка є механічно стійкою, становить біля 10мм. При необхідності здійснюється шліфування за допомогою алмазного інструмента. Полірування пісковиків є недоцільним, оскільки він має значну пористість і отримати дзеркальну поверхню не можливо.



Рис.2 Блок ямпільського пісковика розрізаний на сляби, родовище Червоний берег-1

Ямпільські пісковики також можна свердлити за допомогою алмазного інструменту.

Природна блочність ямпільських пісковиків обумовлена наявністю в їх розрізі субвертикальних і горизонтальних тріщин. Середній вихід блоків з породи становить від 1,5 до 3,5 м³.

У сучасній Україні ямпільські пісковики набули популярність в ландшафтному дизайні, виробництві плитки, бруківки, зовнішньому і внутрішньому оздобленні культових споруджень, храмів, будинків для житла і відпочинку.

Особливий попит пісковик набув у скульптурному мистецтві, створенні об'ємних барельєфів. Головною вадою пісковиків є їх підвищена пористість, що негативно впливає на термін експлуатації виробів на відкритому повітрі. В поровому просторі розвиваються бактерії, грибок, пліснява, породи змінюють колір, стають темно-сірими до чорного. Для запобігання атмосферного впливу вироби з пісковика потребують обробки гідрофобними матеріалами (рис. 3).



Рис.3. Ямпільські пісковики які зазнали дії зовнішніх факторів

Виробами з пісковика прикрашають подвір'я, парки, місця відпочинку. Вже як традиція, на в'їзді до населених пунктів Ямпільщини можна побачити різноманітні об'ємні барельєфні і скульптурні вироби, які відображають історичні або культурні аспекти даних поселень.

В порівнянні з іншими популярними облицювальними камінням, такими як граніт і мармур, ямпільські пісковики є зручним і легким в роботі матеріалом для різьблення скульптур, об'ємних форм, витончених фігур і деталей внутрішнього декору.

За даними радіометричних вимірювань радіаційний фон пісковиків не перевищує 0,1 мкЗв/год. Такі показники роблять ямпільські пісковики одними з найбезпечніших матеріалів для використання у будівництві та внутрішньому оздобленні.

Список використаних джерел

1. Нестеровський В.А., Волконський О.О., Деяк М.А. Історія і культура використання ямпільських пісковиків. Збірник матеріалів XIII міжнародної науково-практичної конференції «Коштовне та декоративне каміння: Актуальні питання гемологічної експертизи, геології, видобутку, обробки і використання», м. Київ, 07-08 листопада 2024р. С.33-36.
2. Нестеровський В.А., Деревська К.І., Руденко К.В., Спиця Р.О.Інвентаризація кар'єрів з видобутку ямпільських пісковиків у межах Могилів-Подільського Придністров'я. Мат. VIII міжн. наук.-практ. конф. «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування».- 9-12 жовтня 2023.- Львів.- С. 115-121.
3. Nesterovskiy V.A., Volkonskyi, O. O.Geological position of Ediacaran terrigenous rocks in the territory of the Middle Dniester region of Ukraine. *Geology and Mineral Resources of World Ocean*, 20 (1), 42-49.
<https://doi.org/10.15407/gpimo2024.01.042>

УДК 550.8:552.1:004.9:553.5

ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ФОРМУВАННЯ АКТУАЛІЗОВАНОЇ БАЗИ ДЕКОРАТИВНОГО КАМІННЯ УКРАЇНИ ДЛЯ ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ ЇХ РОДОВИЩ
PRACTICAL SIGNIFICANCE OF FORMING AN UPDATED BASE OF DECORATIVE STONES OF UKRAINE FOR GEOLOGICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF THEIR DEPOSITS

Гелета Олег Леонтійович, кандидат геологічних наук, член-кореспондент Академії будівництва України, заступник директора-керівник відділу експертизи напівдорогоцінного та декоративного каміння¹, ORCID: 0000-0002-3583-7885, +38063-297 6459, olgel@gems.org.ua

Михайлов Володимир Альбертович, доктор геологічних наук, професор, завідувач кафедри геології родовищ корисних копалин², vladvam@gmail.com

Горобчишин Олег Вікторович, кандидат технічних наук, геологічних наук, заступник директора¹, gorol@gems.org.ua

Сурова Віра Миколаївна, головний фахівець відділу експертизи напівдорогоцінного та декоративного каміння¹, ORCID: 0009-0004-5567-8166, surver@ukr.net

Ляшок Вадим Ігорович, головний фахівець відділу експертизи напівдорогоцінного та декоративного каміння¹, the_vadik@ukr.net

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

²ННІ «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, вул. Васильківська, 90, Київ, 03022, Україна

Geleta Oleg, PhD in Geology, Corresponding Member of the Academy of Civil Engineering of Ukraine, Deputy Director-Head of the Department of Examination of Semi-Precious and Decorative Stones¹, ORCID: 0000-0002-3583-7885, +38063-297 6459, olgel@gems.org.ua

Mykhaylov Volodymyr, Doctor of Geological Sciences, Professor, Head of the Department of Geology of Mineral Deposits², vladvam@gmail.com

Horobchyshyn Oleg, PhD in Technical Sciences, Deputy Director¹, gorol@gems.org.ua

Surova Vira, chief specialist of the department of examination of semi-precious and decorative stones¹, ORCID: 0009-0004-5567-8166, surver@ukr.net

Lyashok Vadym, chief specialist of the department of examination of semi-precious and decorative stones¹, the_vadik@ukr.net

¹State Gemmological Center of Ukraine, 38– 44 Deghtyarivska Str., Kyiv, 04119, Ukraine

²Institute of Geology of National Taras Shevchenko University of Kyiv, Vasylykivska str., 90, Kyiv, 03022, Ukraine

Анотація. Внаслідок повномасштабної збройної агресії рф, значна частина родовищ природного (напівдорогоцінного та декоративного) каміння України опинилася на окупованих територіях або в зоні бойових дій, що значно скоротило потенційні ресурси декоративного каміння.

Актualізована база даних ресурсів природного (напівдорогоцінного та декоративного) каміння з родовищ України буде містити оновлену інформацію, систематизовану з урахуванням кон'юнктури світового ринку і сучасних європейських вимог до якості природного каміння, а саме: місцезнаходження родовищ, фізичні, петрохімічні, мінералогічні, петрографічні, колористичні, декоративні, ідентифікаційні ознаки природного каміння, цифрові макроскопічні та мікроскопічні зображення виробів або сировинних блоків природного каміння.

Ключові слова: напівдорогоцінне каміння, декоративне каміння, родовища корисних копалин, ресурси корисних копалин, природне каміння, граніт, габро, лабрадорит, мармур, вапняк, мармуризований вапняк, пісковик

Abstract. As a result of the full-scale armed aggression of the Russian Federation, a significant part of the deposits of natural (semi-precious and decorative) stones of Ukraine ended up in the occupied territories or in the combat zone, which significantly reduced the potential resources of decorative stones.

The updated database of resources of natural (semi-precious and decorative) stones from deposits of Ukraine will contain updated information, systematized taking into account the world market situation and modern European requirements for the quality of natural stones, namely: the location of deposits, physical, petrochemical, mineralogical, petrographic,

coloristic, decorative, identification features of natural stones, digital macroscopic and microscopic images of products or raw blocks of natural stones.

Keywords: *semi-precious stones, ornamental stones, mineral deposits, mineral resources, natural stones, granite, gabbro, labradorite, marble, limestone, marbleized limestone, sandstone.*

Оцінка перспектив та шляхів збільшення експортного потенціалу видобувної-переробної галузі України ґрунтується на визначенні умов для розвитку в Україні галузі економіки, пов'язаної з видобуванням, реалізацією та обробкою природного (напівдорогоцінного та декоративного) каміння, залучення у цю галузь інвестицій та нових технологій, створення в Україні цивілізованого ринку природного каміння. Вхідження України у світовий ринок природного каміння, поява значної кількості переробних та торгових компаній, потребує гарантій якості сировини та виробів з природного (напівдорогоцінного та декоративного) каміння, які базуються на використанні сучасних методів гемологічної експертизи.

Внаслідок повномасштабної збройної агресії російської федерації частина родовищ природного (напівдорогоцінного та декоративного) каміння України опинилася на окупованих територіях або у зоні бойових дій, що призвело до зупинки видобування.

План відновлення України передбачає оперативну відбудову об'єктів соціальної інфраструктури, зруйнованих унаслідок повномасштабного російського вторгнення, включно з широким використанням сучасних декоративних матеріалів, зокрема з природного (напівдорогоцінного та декоративного) каміння. Для ефективного використання природного (напівдорогоцінного та декоративного) каміння як декоративного (облицювального) матеріалу потрібно створити актуалізовану базу даних ресурсів природного каміння з родовищ України, за допомогою якої буде більш ефективно та оперативно виконувати завдання експертизи, зокрема підвищити контроль та управління якістю продукції.

Враховуючи масштаби руйнувань житлових, інфраструктурних, цивільних (музеїв, будинків творчості, палаців культури, театрів, будинків художника, художніх галерей тощо) та промислових об'єктів, а також вимогу відбудови пошкоджених будівель і подальшого будівництва нових об'єктів відповідно до європейських стандартів якості, є необхідною періодична актуалізація наявних та перспективних ресурсів природного (напівдорогоцінного та декоративного) каміння України зі створенням нової бази даних.

Опис споживчих характеристик природного (напівдорогоцінного та декоративного) каміння України має бути виконаний з урахуванням принципів комплексного сталого розвитку. Зокрема, придатності для раціонального просторового планування, сталої міської мобільності, енергоефективності та екологічності навколишнього (міського) середовища.

Ведення актуалізованої бази даних ресурсів природного (напівдорогоцінного та декоративного) каміння родовищ України включає в себе значний обсяг організаційних, інформаційних та аналітичних робіт з визначенням власних зображень природного каміння з описом власних торгових назв.

Державний гемологічний центр України (далі – ДГЦУ) є єдиною в Україні державною організацією, де зібрано найбільшу колекцію еталонів-зразків природного (напівдорогоцінного та декоративного) каменю з родовищ України. ДГЦУ відповідно до наказу Мінфіну від 06.12.2000 № 312 «Про затвердження Положення про реєстр власних і торгових назв дорогоцінного каміння, дорогоцінного каміння органогенного утворення, напівдорогоцінного і декоративного каміння з родовищ України» веде Реєстр власних і торгових назв дорогоцінного каміння, дорогоцінного каміння органогенного утворення, напівдорогоцінного і декоративного каміння з родовищ України та у подальшому зможе вести Актуалізовану базу даних ресурсів природного каміння.

Актуалізована база даних відкриває широкі можливості для наукового, виробничого та управлінського використання інформації про мінерально-сировинні ресурси країни. Вона дозволяє:

- систематизувати інформацію про геологічну будову, типи родовищ, якісні показники та запаси кам'яної сировини;
- оцінювати геолого-економічний потенціал родовищ і перспективних ділянок з урахуванням ринкових тенденцій і технологічних можливостей;
- порівнювати українські матеріали з аналогами з інших країн для визначення рівня їх конкурентоспроможності;
- забезпечувати доступ до структурованих даних для науковців, підприємств, інвесторів і державних установ;
- підтримувати прийняття рішень щодо раціонального використання, охорони та відновлення мінерально-сировинної бази;
- сприяти розвитку експорту декоративного та напівдорогоцінного каміння шляхом формування національного каталогу продукції;
- підвищувати ефективність геологорозвідувальних робіт, прогнозування нових родовищ і планування видобутку.

Таким чином, база даних стає не лише інформаційним ресурсом, а й стратегічним інструментом управління галуззю природного каміння України.

Висновки

Формування актуалізованої бази даних декоративного і напівдорогоцінного каміння України має важливе практичне значення для забезпечення об'єктивної та всебічної геолого-економічної оцінки родовищ. Така база дозволяє систематизувати інформацію про мінералого-петрографічні характеристики, фізико-механічні властивості, запаси, якість сировини, а також її декоративно-естетичні особливості. Це створює основу для порівняльного аналізу з міжнародними аналогами, визначення конкурентоспроможності українського каміння на європейському ринку, раціонального планування видобутку та переробки, а також прийняття управлінських рішень щодо ефективного використання мінерально-сировинної бази країни.

Список використаних джерел

1. Національний стандарт України «Природний камінь. Термінологія», ДСТУ Б EN 12670:2011
2. Національний стандарт України «МЕТОДИ ВИПРОБУВАННЯ ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ. ПЕТРОГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ», ДСТУ Б EN 12670:2011
3. Національний стандарт України «МЕТОДИ ВИПРОБУВАННЯ ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ. Критерії для класифікації», ДСТУ Б EN 12440:2011

УДК 553.043

НОВІ НАПРЯМИ ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНИХ КОРИСНИХ КОПАЛИН ДЛЯ РОДОВИЩ БУДІВЕЛЬНОЇ СИРОВИНИ В МЕЖАХ ПОШИРЕННЯ ЛЬОДОВИКОВИХ ВІДКЛАДІВ *NEW DIRECTIONS FOR THE USE OF ASSOCIATED MINERAL RESOURCES IN CONSTRUCTION MATERIAL DEPOSITS WITHIN THE DISTRIBUTION OF GLACIAL DEPOSITS*

Лукомський Владислав Русланович¹, аспірант, ORCID: 0000-0003-2282-3254, lukoma770@gmail.com
Курило Марія Михайлівна¹, доктор геологічних наук, доцент, ORCID: 0000-0002-1411-2754, marikurylo@meta.ua
Литвинчук Ілля Дмитрович², директор, ORCID: 0000-0003-3702-173X, i.d.litvinchuk@gmail.com

¹ Навчально-Науковий інститут «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, вул. Васильківська, 90, Київ, Україна

² ТОВ «ПО «МОНОЛІТ», м. Київ, Україна

*Lukomskyi Vladyslav*¹, PhD student, ORCID: 0000-0003-2282-3254, lukoma770@gmail.com
*Kurylo Mariia*¹, Doctor of Geology, Associate Professor, ORCID: 0000-0002-1411-2754, marikurylo@meta.ua
*Illia Lytvynchuk*², Director, ORCID: 0000-0003-3702-173X, i.d.litvinchuk@gmail.com

¹ Taras Shevchenko National University of Kyiv 90, Vasylkivska str, Kyiv, Ukraine, 03022

² LLC «Production Association «Monolit», Kyiv, Ukraine

Анотація. В роботі розглянуто можливість використання валунного матеріалу, як супутньої корисної копалини у межах родовищ будівельної сировини флювіогляціального типу. На прикладі Соснівського, Богуславського, Кошіївського та інших родовищ обґрунтовано промислову доцільність залучення валунів, представлених гранітами, гнейсами, кварцитами та іншими кристалічними породами. Встановлено, що валуни мають високі фізико-механічні властивості та можуть використовуватись у дорожньому, гідротехнічному й декоративному будівництві. Залучення валунного матеріалу забезпечує підвищення ефективності розробки родовищ, зменшення екологічного навантаження й сприяє раціональному використанню мінерально-сировинних ресурсів.

Ключові слова: валунний матеріал; супутня корисна копалина; флювіогляціальні відклади; будівельна сировина; розробка родовищ; ефективність гірничих робіт; раціональне використання мінеральних ресурсів.

Abstract. The study examines the possibility of using boulder material as an associated mineral resource within deposits of fluvio-glacial-type construction raw materials. Using the Sosnivske, Bohuslavsk, Koshchiivsk, and other deposits as examples, the industrial feasibility of utilizing boulders composed of granites, gneisses, quartzites, and other crystalline rocks has been substantiated. It has been established that the boulders possess high physical and mechanical properties and can be applied in road, hydraulic, and decorative construction. The inclusion of boulder material in industrial use

enhances the efficiency of deposit development, reduces environmental impact, and promotes the rational utilization of mineral resources

Keywords: *boulder material; associated mineral resource; fluvioglacial deposits; construction raw materials; deposit development; mining efficiency; rational use of mineral resources*

Дослідження присвячене обґрунтуванню доцільності використання валунного матеріалу як супутньої корисної копалини у межах родовищ будівельної сировини флювіогляціального типу. Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення ефективності гірничих робіт, раціонального використання ресурсів та зниження екологічного навантаження при розробці родовищ будівельних матеріалів.

Об'єктом дослідження є флювіогляціальні відклади в межах Соснівського, Богуславського, Кошіївського та інших родовищ, розташованих у зоні поширення дніпровського зледеніння. У відкладах виявлено значні обсяги валунного матеріалу — гранітів, гнейсів, лабрадоритів, мігматитів і кварцитів, які становлять від 15 до 80 % об'єму порід. Потенційно поклади флювіогляціальних відкладів, які можуть бути оцінені в якості спільнозалегаючої корисної копалини.

В межах об'єктів дослідження, а саме на родовищах щебеневої сировини, таких як: Соснівське, Ярошівське, Кошіївське, Богуславське родовище ділянка «Дешки» та родовище Острів, а також на родовищі блочної сировини «Синій камінь», розкриті породи представлені потужними гляціальними та флювіогляціальними відкладами дніпровського кліматоліту *flgP₁dn* [3–5].

З урахуванням результатів ринкового аналізу та актуальних тенденцій у сфері будівельних матеріалів, флювіогляціальні й гляціальні відклади доцільно розглядати як альтернативне джерело мінеральної сировини, що може частково забезпечити потреби галузі. Напрями використання валунного матеріалу наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Напрями використання валунного матеріалу

Продукція	Напрямок використання
Щебінь	дорожнє, гідротехнічне будівництво залізничний баласт, бетонні суміші, підсіпка під фундаменти, виробництво бруківки, дренажні системи
Блоки	габіони, берегоукріплення, підпірні стінки, хвилерізи, фундаментні блоки для малоповерхового будівництва, протиерозійні споруди
Облицювання	архітектурне оформлення фасадів, внутрішнє оздоблення інтер'єрів, мощення площ і тротуарів, виготовлення меморіальних плит, малих архітектурних форм
Декоративна та оздоблення	паркові скульптури, ландшафт, декоративні фонтани, альпійські гірки, кам'яні сади, оформлення водойм, урбаністичні арт-інсталяції, кам'яні меблі або елементи благоустрою
Відсів / дрібна фракція	виробництво будівельних сумішей, штукатурок і сухих розчинів, озеленення (декоративна мульча з каменю), протиожеледні матеріали
Великі валуни (необроблені)	створення природних бар'єрів безпеки, елементів паркових композицій, музейно-геологічних експозицій, геотуризм (геопарки)

Фізико-механічні властивості валунів, що наведені в таблиці 2, підтверджують їх придатність до використання у дорожньому, гідротехнічному та декоративному будівництві, для виготовлення габіонів, облицювальних і архітектурних виробів.

Таблиця 2

Фізико-механічні характеристики валунного матеріалу

Порода	Міцність (МПа)	Морозостійкість (цикли)	Щільність (кг/м³)
Граніт	120–180	200–300	2600–2700
Гнейс	100–160	150–250	2600–2800
Кварцит	130–200	300–400	2650–2750
Мігматит	90–150	100–200	2550–2700
Лабрадорит	180–360	100–150	2700–2900

Залучення валунного матеріалу до промислового використання дозволяє мінімізувати обсяги відходів та збільшити ефективність їх розробки кар'єрної діяльності.

Узгодження продуктивності комплексу обладнання

У комплексі обладнання для розкриття і транспортування корисної копалини загальна пропускна здатність системи визначається найслабшим елементом технологічного ланцюга. Щоб уникнути простоїв і невиправданих витрат, необхідно узгодити продуктивності розпушувача, бульдозера, екскаватора та автосамоскидів з урахуванням геологічних властивостей масиву (щільність, стислість, гранулометричний склад), технологічних коефіцієнтів і режимів роботи.

Дослідження флювіогляціальних відкладів у межах родовищ будівельних матеріалів показало, що розкривні породи характеризуються високою неоднорідністю гранулометричного складу, у якому переважає валунний компонент. Ця особливість впливає на ефективність роботи всього комплексу техніки, зумовлюючи потребу в детальному техніко-економічному узгодженні продуктивності машин.

Продуктивність розпушувача та бульдозера

На прикладі робіт на уступі Соснівського кар'єру проведено аналіз впливу гранулометричного складу на продуктивність бульдозера-розпушувача. При середньозваженому розмірі фракції піщано-гравійно-валунної маси ~171 мм продуктивність розпушувача оцінено на рівні близько 370 м³/год, що забезпечує безперервну подачу матеріалу до наступних технологічних ланок. Зі збільшенням розміру часток зменшується глибина розпушення та знижується пропускна здатність устаткування, що підтверджує важливість врахування фракційного складу під час налаштування режимів роботи (тиску на ґрунт, швидкості руху тощо)[2].

Бульдозер, який формує вали та транспортує породу до зони навантаження, демонструє ще більшу чутливість до змін гранулометричного складу. Розрахунки показали, що при збільшенні середнього розміру кусків з 29 до 800 мм технічна продуктивність бульдозера знижується з 58,61 до 46,52 м³/год, тобто на 20,6 %. Для умов реальної роботи на Соснівському кар'єрі, за результатами гранулометричного аналізу, орієнтовна продуктивність становить 54 м³/год, що відповідає фактичним спостереженням і підтверджує залежність ефективності від фракційного складу відпрацьованих порід.

Системне узгодження екскаваторно-транспортної ланки

Підвищення ефективності роботи екскаваторно-автомобільного комплексу (ЕАК) безпосередньо пов'язане з раціональним співвідношенням між місткістю кузова автосамоскида (V_a) та об'ємом ковша екскаватора (E). Оптимальне значення цього співвідношення забезпечує ритмічність циклів завантаження й мінімальні простої обладнання [1–2].

У рамках досліджень, проведених для умов Соснівського родовища гранітів, було здійснено моделювання поверхні кар'єрного поля в програмному комплексі AutoCAD Civil 3D, що дозволило визначити параметри профілю трас для перевезення гірничої маси у відвал. Такий підхід дав змогу оцінити вплив довжини та конфігурації транспортних шляхів на тривалість рейсу автосамоскида (t_p) та, відповідно, на оптимальне співвідношення між місткістю кузова і ковша екскаватора.

Розрахунки показали, що для двох запропонованих технологічних схем відпрацювання розкривного уступу, в якому виявлено флювіогляціальні відклади, співвідношення V_a / E є різним:

- перша технологічна схема характеризується коротшою транспортною відстанню, за якої тривалість рейсу автосамоскида становить $t_p = 4,03$ хв. Оптимальне співвідношення $V_a / E = 5,64$, що при ємності ковша екскаватора Volvo EC460BLC ($E = 2,1$ м³) відповідає рекомендованій місткості кузова автосамоскида $V_a = 11,84$ м³.

- друга технологічна схема передбачає значно більшу довжину транспортної траси, де тривалість рейсу досягає $t_p = 11,67$ хв. У цьому випадку відношення $V_a / E = 8,16$, що визначає доцільність застосування автосамоскида з місткістю кузова $V_a = 17,44$ м³.

Це свідчить, що при збільшенні довжини транспортного циклу економічно доцільно використовувати автосамоскиди з більшою місткістю кузова для підвищення коефіцієнта використання часу екскаватора. Застосування оптимізованих співвідношень дозволяє уникнути простоїв через надмірну кількість ковшів або недостатній об'єм кузова, що безпосередньо підвищує ефективність ЕАК і знижує собівартість транспортування.

Висновки

Оптимізація продуктивності комплексу гірничого обладнання з урахуванням гранулометричного складу флювіогляціальних відкладів і параметрів транспортних трас забезпечує підвищення техніко-економічних показників виробництва, зменшення простоїв і витрат палива. Залучення валунного матеріалу як супутньої корисної копалини не лише розширює мінерально-сировинну базу, а й сприяє раціональному використанню надр та збалансованості ведення гірничих робіт.

Список використаних джерел

1. Фролов, О.О., Литвинчук, І.Д. (2022). Обґрунтування бульдозерно-екскаваторно-автомобільного комплексу для зняття розкривного шару флювіогляціальних відкладів в умовах Соснівського родовища гранітів. *Геоінженерія*, (7), 83–93. <https://doi.org/10.20535/2707-2096.7.2022.252758>
2. Литвинчук, І.Д., Фролов, О.О. (2021). Проблеми виймання флювіогляціальних відкладів на розкривних уступах родовищ скельних будівельних порід. Тези VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. Житомир: Житомирська політехніка, 65–69.
3. Лукомський, В., Курило, М. (2024). Гірничо-геологічні передумови ефективної розробки родовищ будівельного каменю та щебеневі сировини в межах поширення льодовикових відкладів. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*, 3(106), 57–61. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.106.07>
4. Лукомський, В., Курило, М. (2025). Параметри кондицій для підрахунку запасів родовищ будівельного каменю в регіонах поширення льодовикових відкладів. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*, 4(107), 84–88. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.107.10>
5. Lukomskyi, V.R., Lytvynchuk, I.D., Zhukova, N.I., Beltek, M.I., Frolov, A.A. (2022). Establishment of regularities of fluvioglacial deposits and problems of their extraction in the development of rock deposits of building materials. *Petrosani, Romania: Universitas Publishing*, 606–637. <https://doi.org/10.31713/m1124>

УДК 549.8:008

ОСОБЛИВОСТІ ОЗДОБЛЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ПІСЛЯ ЛАЗЕРНОГО ГРАВІЮВАННЯ НА
МАРМУРІ

FEATURES OF FINISHING IMAGES AFTER LASER ENGRAVING ON MARBLE

Хоменко Юрій Тимофійович, кандидат геологічних наук, професор кафедри загальної та структурної геології¹, ORCID 0000-0002-0028-2330, khomenko.yu.t@nmu.one
Хоменко Дмитро Юрійович, докторант², ORCID 0000-0003-0368-8632, khomenko.yu.t@nmu.one
Хоменко Наталія Вікторівна, старший викладач кафедри геології та розвідки родовищ корисних копалин¹, ORCID 0000-0003-1509-3054, khomenko.yu.t@nmu.one

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

²Міжнародна докторська школа з екологічних наук у Центрі Полярних досліджень Сілезького університету в Катовіце

Khomenko Yuri, PhD in geology, Professor of Department of General and Structural Geology¹, ORCID 0000-0002-0028-2330, khomenko.yu.t@nmu.one

Khomenko Dmytro, PhD student², ORCID 0000-0003-0368-8632, khomenko.yu.t@nmu.one

Khomenko Nataliia, Senior Lecturer, Department of Geology and Mineral Exploration¹, ORCID 0000-0003-1509-3054, khomenko.yu.t@nmu.one

¹Dnipro University of Technology, D. Yavornytskyi ave., 19, Dnipro, Ukraine

²International Doctoral School in Environmental Sciences at the Center for Polar Research of the University of Silesia in Katowice

Анотація. Проаналізовано і показано способи оздоблення декоративно-художніх виробів з мармуру для їх брендування після лазерного гравіювання зображень

Ключові слова: природний камінь, мармур, лазер, гравіювання, оздоблення, брендування

Abstract. Methods of finishing decorative and artistic products made of marble for their branding after laser engraving of images are analyzed and shown

Keywords: natural stone, marble, laser, engraving, decoration, branding

Актуальність

Оздоблення виробів – це естетична потреба людини, спосіб підвищення декоративно-художньої цінності предметів ужитку. IT-технології активно інтегруються в індустрію брендування продукції та відтворення і тиражування малюнків, розписів, орнаментів тощо, зокрема й на природних матеріалах, наприклад, на мармурі.

Основні результати.

Нами розроблено технологію отримання зображень на камені (природний мармур) з урахуванням його фізико-механічних властивостей, хімічного складу, декоративно-художніх ознак тощо. Технологія включає:

- Отримання художнього рішення (ескізу)
- Оцифрування зображення шляхом переведення його у «вектор»
- Лазерне гравіювання ЧПУ-станком газового типу
- Лазерне оздоблення УС-принтером полімерного типу
- Захист зображення (лазерне лакування, ручне лакування, нанесення епоксі тощо)
- Фінішне полірування.

Висновки

1. Така технологія дозволяє комбінувати випуклі зображення (барельєф) та тиснені зображення (інталія). Нанесення кольорової гами може відбуватися як без забарвлення фону, так і з додатковими кольоровими ефектами для фону.

2. Під час гравіювання у мармурі відкривається ефективна пористість, готова сприйняти просочування барвниками. Це дозволяє використовувати природну адгезію для стійкого забарвлення, яке з часом не втрачає своєї насиченості.

3. Підготовлені гравіюванням поверхні можуть бути оздоблені кольоровими порошками різноманітних мінералів шляхом їх нанесення на клейову основу. В оздобленні поверхні можна досягти ефекту максимальної подібності до природних текстур мінералів і гірських порід. Звісно, гравіювані сегменти можуть бути інкрустовані природним камінням. Зображення із заглибленням (інталія) також можуть бути забарвлені методом затирання.

4. Фінішне полірування гравіюваних зображень навіть без нанесення кольорів дозволяє отримати декоровану поверхню типу вишиванки «білий по білому». Деякі різновиди мармуру при лазерному гравіюванні не перетворюються на білий пил, а формують окалину, яка сама по собі може використовуватися як елемент декору.

5. Застосування даної технології дозволяє екологізувати переробку відходів камінеобробки, оскільки дозволяє створювати широкий спектр прикрас інтер'єру невеликих розмірів з яскравим декоруванням поверхні.

УДК 552.5(450) (477.83):069.51

КАРРАРСЬКИЙ МАРМУР В МІНЕРАЛОГІЧНОМУ МУЗЕЇ ІМЕНІ ЄВГЕНА ЛАЗАРЕНКА **CARRARA MARBLE IN THE YEVHEN LAZARENKO MINERALOGICAL MUSEUM**

Бучинська Альбертина Володимирівна¹, завідувач Мінералогічного музею імені Євгена Лазаренка, ORCID: 0009-0009-6133-6118, albertyna.buchynska@lnu.edu.ua

Шевченко Софія Георгіївна², студентка кафедри архітектури та реставрації інституту архітектури та дизайну, akasofiiashevchenko@gmail.com

Цільмак Оксана Василівна¹, кандидат геологічних наук, доцент кафедри мінералогії, петрографії та геохімії імені професора Ореста Матковського геологічного факультету, провідний зберігач фондів Мінералогічного музею імені Євгена Лазаренка, ORCID: 0009-0009-5701-2866, oksana.tsilmak@lnu.edu.ua.

Бурбан Катерина Анатоліївна¹, завідувач лабораторії мінерало-петрографічних досліджень, провідний зберігач фондів Мінералогічного музею імені Євгена Лазаренка, ORCID: 0009-0002-9961-5680, kateryna.burban@lnu.edu.ua

¹Львівський національний університет імені Івана Франка, 79005, вул. Грушевського, 4, м. Львів;

²Національний університет «Львівська політехніка», 79000, вул. Степана Бандери, 12, м. Львів

Buchynska Albertyna¹, Head the Yevhen Lazarenko Mineralogical Museum, ORCID: 0009-0009-6133-6118, albertyna.buchynska@lnu.edu.ua

Shevchenko Sofiia², student of the Department of Architecture and Restoration of the Institute of Architecture, akasofiiashevchenko@gmail.com

Tsilmak Oksana¹, Ph.D. (Geological Sciences), Associate Professor of the Department of Mineralogy, Petrography and Geochemistry named after Professor Orest Matkovskiy, Faculty of Geology, Leading Custodian of the Funds of the Yevhen Lazarenko Mineralogical Museum, ORCID: 0009-0009-5701-2866, oksana.tsilmak@lnu.edu.ua.

Burban Kateryna¹, Head of the Laboratory of Mineralogical and Petrographic Research, Leading Custodian of the Funds of the Yevhen Lazarenko Mineralogical Museum, ORCID 0009-0002-9961-5680, kateryna.burban@lnu.edu.ua

¹Ivan Franko National University of Lviv, 79005, Hrushevskoho St., 4, Lviv, Ukraine.

²Lviv Polytechnic National University, 79000, Stepan Bandera St., 12, Lviv, Ukraine

Анотація. В даній статті подана загальна інформація про колекцію мармурів Мінералогічного музею імені Євгена Лазаренка Львівського національного університету імені Івана Франка із зосередженням на експонатах з найвідомішого мармуру з Каррари – промислового невеликого міста на заході Тоскани в Італії. Перший зразок каррарського мармуру потрапив у музей ще 1888 року, а останні – 2024. Описано два мистецькі погруддя Діани Версальської та Ероса Праксителя з каррарського мармуру, які розміщені в Мінералогічному музеї, та процес їх реставрації

Ключові слова: Мінералогічний музей, мармур, Каррара, реставрація

Abstract. This article provides general information about the marble collection of the Yevhen Lazarenko Mineralogical Museum of the Ivan Franko National University of Lviv, focusing on exhibits from the most famous marble from Carrara, a small industrial city in western Tuscany, Italy. The first sample of Carrara marble came to the museum in 1888, and the last ones in 2024. Two artistic busts of Diana of Versailles and Eros by Praxiteles made of Carrara marble, which are located in the Mineralogical Museum, and the process of their restoration are described

Keywords: Mineralogical Museum, marble, Carrara, restoration

Мінералогічний музей імені Євгена Лазаренка при Львівському національному університеті імені Івана Франка офіційно працює з 1852-1853 навчального року і зберігає та презентує велику колекцію мінералів (понад 14000 зразків), яка має вагоме наукове, освітнє та історичне значення [1-3].

Останніми роками працівниками Мінералогічного Музею імені Євгена Лазаренка проводиться детальна каталогізація музейних колекцій з описом зразків та дослідженням історії їх поповнення. Музейні мінералогічні колекції зберігають унікальні зразки мінералів, які нерідко походять з уже вичерпаних чи недоступних родовищ, і тим самим фіксують історичний зріз геологічного різноманіття планети. Каталогізація з детальним описом експонатів, географічною прив'язкою, із зазначенням даних про джерело і час поступлення зразка дозволяє не лише впорядкувати фондові матеріали, а й створити надійну базу для подальших наукових досліджень, музейної педагогіки та міждисциплінарних проєктів.

Зараз триває каталогізація музейної колекції мармурів, перший експонат з якої придбаний музеєм ще 1888 року, а останній з'явився в експозиції 2024 року. Мармур – доволі поширена гірська порода, яка має одне з найпростіших геологічних визначень: це метаморфізований вапняк або доломіт, у якому достатня кількість карбонатних зерен перекристалізована, початкова осадова структура, текстура та вміст скам'янілостей приховані або змінені, однак базовий мінеральний склад залишається сталим [4-5].

Музейна збірка мармурів представлена зразками з наступних локацій: руїнні мармури (Pietra Paesina) з регіону Тоскана (Італія) і околиць містечка Нусдорф-ам-Гаунсберг (земля Зальцбург, Австрія); мікрозернистий медового забарвлення мармур з гірничого району Лонгбан (провінція Верmland, Швеція); мікрозернисті світло-зелені і світло-рожеві, деякі смугасті (мармурові онікси) мармури з Вірменії; мармурові онікси зі смугами від білого до темно-коричневого забарвлення з печер Кугітангського гірського масиву в межах території Туркменістану (в тому числі зі зруйнованої Гаурдацької печери поблизу м. Магданли); дрібнозернисті білі мармури з легким блакитним і рожевим відтінком (Слюдянка, Іркутська обл., РФ) та ін. В експозиції «Виробне каміння» представлені плитки відполірованого мармуру з різних локацій України: Закарпатська область (струмок Вульховчик, гора Великий Каменець, родовище Кам'ятели, с. Новоселиця, с. Приборжавське, с. Ділове, околиці м. Рахова), Житомирська область (с. Козіївка), Хмельницька область (м. Кам'янець-Подільський). Українські мармури не є мономінеральними, відрізняються різними кольорами і текстурами.

В цій статті зупинимося на музейних експонатах найвідомішого мармуру з Каррари – промислового невеликого міста на північному заході Тоскани в Італії, де історія видобутку мармуру сягає двох тисяч років. Каррарський мармур — один із найцінніших видів білого мармуру у світі, відомий своєю чистотою, дрібнозернистою структурою та ніжним білим або злегка блакитним чи кремовим відтінками. Його використовували ще з часів Стародавнього Риму для створення скульптур і архітектурних шедеврів, і саме з нього Мікеланджело вирізав свого знаменитого Давида. Сьогодні цей мармур залишається еталоном естетики — його використовують у сучасних інтер'єрах та престижних архітектурних проєктах по всьому світу [4-7].

В колекції Мінералогічного музею є зразок каррарського мармуру (рис. 1) з провінції Масс-Каррара (region Тоскана, Італія), закуплений ще 1888 року у складі збірки в дилерському центрі «Mineralien-Geschäft von Krantz»

Августа Кранца у Фрайбурзі (Німеччина). Ця збірка в кількості 170 зразків була придбана з навчальною метою (демонстрація фізичних властивостей мінералів) для студентів філософського факультету Львівського університету. Зразок з Каррари представлений білим масивним дрібнозернистим мармуром.



Рис. 1. Зразок каррарського мармуру, придбаний Мінералогічним музеєм 1888 року

Окрасою нашого Музею є два бюсти з каррарського мармуру – Діани Версальської та Ероса Праксителя. На жаль, не збережено жодних актів про передачу, дарчих договорів чи інших документів, що містять інформацію про походження цих чудових мистецьких творів. За усним повідомленням колишнього доцента кафедри мінералогії Петра Білоніжки, ці скульптури були передані до Мінералогічного музею в 1946 році з будівлі, де 1948 року відкрито Будинок вчених при Львівському університеті.

Зіставляючи відомі історичні дані, можна вважати цю інформацію достовірною, адже до 1945 року при університеті існувала кафедра мінералогії та Мінералогічний музей, а з 1945 року відкрито окремий геологічний факультет. З 1944-1945 років і для Мінералогічного музею Львівського університету розпочався новий етап розвитку; він пов'язаний з іменем Євгена Лазаренка, який з 1944 року очолив кафедру мінералогії, а 1945 р. організував геологічний факультет, став його першим деканом, а пізніше проректором і ректором університету [2-3]. На той час музей займав дві кімнати загальною площею 75 м², у яких на 26 вітринах експонували 3587 зразків мінералів переважно з родовищ Західної Європи і Північної Америки, частково з інших країн світу. Під час перевірки каталогів надходження зразків виявилося, що після II світової війни в музеї залишилися лише половина раніше зібраних експонатів з мінералами. За ініціативи Євгена Лазаренка Музей отримав нове життя: колекції музею були значно поповнені під час спеціально організованих експедиційних виїздів у різні регіони, відбулися вагомі обміни колекціями мінералів з Празьким національним музеєм, Мінералогічним музеєм Торонто та ін.

В цей же час будівлю Шляхетського казино, яка збудована наприкінці XIX ст. за проектом відомих віденських архітекторів Германа Гельмера та Фердинанда Фельнера та вирізнялася розкішними інтер'єрами та мистецьким оздобленням, передали Львівському університету, який тут організував Будинок вчених. Відтоді це місце стало осередком наукового, громадського та культурного життя, де проводять конференції, концерти, різні урочисті події.

Оскільки події створення геологічного факультету, впорядкування Мінералогічного музею та облаштування Будинку Вчених співпадають в часі, то імовірно версія про передачу бюстів з минулого Шляхетського казино до Музею є правдивою.

На жаль, до наших часів ці чудові мистецькі роботи дійшли у незадовільному стані з багатьма пошкодженнями, і впродовж 2023-2024 років були проведені їх дослідження та реставрація у Львівському коледжі декоративного і ужиткового мистецтва імені Івана Труша. Реставраційні роботи велися в рамках дипломної роботи Софії Шевченко під керівництвом голови циклової комісії відділу реставрації по каменю Ольги Мамчур. Проведені мистецько-історичні дослідження розкрили надзвичайно цікаві відомості про ці скульптури.

Чоловіче погруддя є більш сучасною копією (друга половина XIX ст.) елементу мармурової статуї Ероса Фарнезе, або ж Ероса типу Ченточелле, яка датується приблизно другим століттям нашої ери, і була знайдена в Помпеях. Статуя Ероса Фарнезе в свою чергу є римською копією бронзового оригіналу колосального Ероса Теспійського, авторства скульптора Праксителя і датується IV ст. до н.е. Оригінальна скульптура була головною визначною пам'яткою міста, поки її не демонтували римляни.

Жіноче погруддя є чудово відтвореною у мармурі фрагментарною копією мармурової статуї роботи давньогрецького скульптора Леохара. Оригінал був виконаний у бронзі. До нас дійшла в римській копії I чи II століття н.е. і була знайдена в містечку Немі в двадцяти двох кілометрах від папської столиці, де за часів античності було святилище Артеміді-Діани.

У погруддя Ероса були зафіксовані наступні пошкодження: відсутній ніс, відсутні та пошкоджені деякі кучерики, незначні сколи по низу погруддя та поверхневі забруднення пилом. Для погруддя Діани по всій площині торсу та обличчя виявлено багато механічних пошкоджень у вигляді надщерблень та сколів, які могли з'явитися у результаті падіння твору мистецтва, відсутність групи локонів та від'єднання голови, яка кріпилася до торсу на коротку різьбову шпильку, що не відповідала масивності голови.

Метою реставрації було відновлення цілісності конструкції та автентичного вигляду творів. Тож основними завданнями, що постали перед реставраторами, були усунення наслідків попередньої недбалої реставрації, відтворення втрачених елементів пластики та монтаж голови погруддя Діани, що була відокремлена від решти погруддя. Сам процес роботи складався з розчистки, моделювання втрачених елементів у пластиліні, виготовлення силіконових зліпків, в яких ці фрагменти відливалися з епоксидного клею із додаванням мармурової пудри, виготовленої з мармуру, наближеного за фізичними властивостями до матеріалу бюстів. Вибір епоксидного клею в якості аналогу мармуру для доповнень був обґрунтований швидкістю та спрощенням процесу, а також фізичними властивостями матеріалу, оскільки він не є щільнішим за камінь, в якому виконані твори, дозволяє зберегти притаманну мармуру напівпрозорість навіть після додавання в нього матеріалу-наповнювача (мармурової пудри) та відтворити широкий спектр відтінків та малюнок мармуру, максимально наближений до оригінального. Більші елементи, такі як, наприклад, ніс Ероса, вручну різьбився з цільного шматка мармуру, що також ретельно підбирався за критеріями світлопроникності, щільності, кольору та ін. Готові елементи підганялися під рельєф сколу на місці втрати та клеїлися на епоксидний клей.

Процес монтажу голови Діани був дещо фізично та морально складним, оскільки процес ліквідації старого армування, підлаштування отвору для нового армування та безпосередній монтаж голови потребували водночас і докладання додаткових фізичних зусиль, і делікатності, як і командної роботи. Свердлити твердий мармур було складно, що потребувало докладання фізичної сили, проте водночас і обережності, оскільки камінь міг не витримати нагрівання від обертання свердла, та й сам отвір початково знаходився в небезпечній близькості до краю виробу. Армування та голова саджалися за допомогою спеціалізованого клею для каменю. Паралельно із практичними роботами велася документація та було виконано креслення існуючого стану з картографіями втрат.

Реставрація музейних погрудь із каррарського мармуру пройшла дуже вдало і результат «до-після» можна оглянути на рис. 2-3.



Рис. 2. Мармурове погруддя Діани Версальської до та після реставрації



Рис. 3. Мармурове погруддя Ероса Праксителя до та після реставрації

Восени 2024 року разом із членами геотуристичної спільноти "Geoattraction" представники Мінералогічного музею мали можливість побувати у Каррарі – серці світового видобутку мармурів, із можливістю оглянути підземні та наземні мармурові виробки, а також відібрати зразки до експозиції Музею.

Видобуток каррарського мармуру розпочали етруски, а промисловий видобуток, який здійснювали римляни, датований I ст. до н.е. Експлуатація мармуру практично припинилася з падінням Римської імперії, однак відновилася в XIII ст. та зросла в епоху Відродження. Видобуток поступово, хоча й повільно, збільшувався до кінця XX ст. Завдяки вдосконаленню технологій та обладнання видобуток мармуру значно збільшили до 1,5 млн т у 2000 р., однак на 2020 рік ця цифра зменшилася до 1 млн т. [4-7].

На теперішній час для доступу екскурсантів відкриті підземні виробки Фантіскріті (рис. 4), де експертні гіді розповідають про історію, технологію видобутку каррарського мармуру, демонструють обладнання. Також ми побували на родовищі Торано, де каррарський мармур добувають відкритим способом (рис. 5).



Рис. 4. Закрита виробка Фантіскріті, провінція Маса-Каррара



Рис. 5. Родовище Торано, провінція Маса-Каррара

Як результат цієї експедиції, експозиція Музею поповнилася зразками каррарського мармуру з родовища Торано (рис. 6), а також білою дрібнозернистою мармуровою галькою з пляжу Маріна-ді-Піза (рис. 7), що неподалік Пізи та Каррари.



Рис. 6. Зразки каррарського мармуру родовища Торано, провінція маса-Каррара, Тоскана, Італія



Рис. 7. Мармурова галька з пляжу Маріна-ді Піза, Тоскана, Італія

Співробітники Мінералогічного музею продовжують дослідження музейних історичних мінералогічних колекцій, що не лише поглиблює розуміння минулого мінералогічної науки, але й відкриває нові перспективи для сучасних досліджень.

Список використаних джерел

1. Лазаренко Є.К. 300 років Львівського університету, 1963. — Львів. — 79 с.
2. Павлишин В., Матковський О., Довгий С. Історія мінералогії в Україні. Від глибокої давнини до 90-х років ХХ ст., 2019. — Київ. — 424 с.
3. Бучинська А.В., Цільмак О.В. Мінералогічний музей імені Євгена Лазаренка Львівського національного університету імені Івана Франка: історія, сьогодення, плани на майбутнє // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Геологічні музеї: їх роль в науці, освіті та туризмі», 2023. — Львів: Каменяр. — с. 6-9.
4. Словотенко Н. Каррарський мрамор (Тоскана, Італія) — найвідоміший декоративний камінь у світі. — Мінералогічний збірник, 2025, № 75. — с. 99-104.
5. Barron A.J.M. Carrara Marble. *Mercian Geologist*. 2018. Vol. 19 (3). P. 188–194.
6. Coli M., Criscuolo A. The Carrara Marble: geology, geomechanics and quarrying. *Mechanics and rock engineering, from theory to practice*. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 833. Is. 1. P. 1–8.
7. Meccheri M., Molli G., Conli P., Blasi P., Vaselli L. The Carrara Marbles (Alpi Apuane, Italy): a geological and economical updated review. *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*. 2007. Vol. 158. Is. 4. P. 719–735.

УДК 550.8:552.1:004.9:553.5

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ВЛАСНИХ І ТОРГОВИХ НАЗВ ДЕКОРАТИВНОГО КАМІННЯ

PROBLEMS OF USING PROPRIETARY AND TRADE NAMES OF DECORATIVE STONE

Гелета Олег Леонтіївич, канд. геол. наук, член-кореспондент Академії будівництва України, заступник директора-керівник відділу експертизи напівдорогоцінного та декоративного каміння, ORCID: 0000-0002-3583-7885, +38063-297 6459, olgel@gems.org.ua

Сергієнко Ігор Антонович, керівник лабораторії науково-експериментального забезпечення гемологічної діяльності, магістр геохімії і мінералогії, ORCID 0009-0002-2214-1982, +38095-8045174, sia.gems@gmail.com

Державний гемологічний центр України, вул. Дегтярівська, 38-44, м. Київ, 04119, Україна

Geleta Oleg., Ph.D. of geology, corresponding member of the Academy of Construction of Ukraine, Deputy Director-Head of the Department of Examination of Semi-Precious and Decorative Stones, ORCID: 0000-0002-3583-7885, +38063-297 6459, olgel@gems.org.ua

Sergienko Igor, Magister of geology, Head of the Research Laboratory, ORCID 0009-0002-2214-1982, +380958045174, sia.gems@gmail.com

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

Анотація. У статті розглянуто проблему співвідношення власних (наукових, петрографічних) і торгових назв природного декоративного каміння, що використовується у будівництві, дизайні, архітектурі та скульптурному мистецтві. Проаналізовано принципи формування торгових назв, їхню роль при геолого-економічній оцінці родовищ декоративного каменю, а також ризики спотворення мінералого-петрографічної інформації, закладеної у власних назвах. На прикладах українських та зарубіжних гірських порід показано, як торгові назви формують споживче сприйняття, цінову категорію і конкурентоспроможність продукції. Обґрунтовано необхідність уніфікації термінології у базах даних декоративного каміння.

Ключові слова: декоративне каміння, гірська порода, власна назва, торгова назва, геолого-економічна оцінка, Реєстр власних і торгових назв, Державний гемологічний центр України.

Abstract. The article considers the problem of the correlation between proper (scientific, petrographic) and trade names of natural decorative stones used in construction, design, architecture and sculptural art. The principles of forming trade names, their role in the geological and economic assessment of decorative stone deposits, as well as the risks of distortion of mineralogical and petrographic information embedded in proper names are analyzed. The examples of Ukrainian and foreign rocks show how trade names shape consumer perception, price category and competitiveness of products. The need for unification of terminology in databases of decorative stones is substantiated.

Keywords: ornamental stones, rock, proper name, trade name, geological and economic assessment, Register of Proper and Trade Names, State Gemmological Center of Ukraine

У процесі геолого-економічної оцінки родовищ декоративного каміння важливе значення має не лише природна якість мінеральної сировини, але й її позиціонування на ринку, що визначається через власні (наукові) та торгові (комерційні) назви.

Декоративним камінням є гірські породи або мономінеральні утворення, що належать до нерудних корисних копалин, які характеризуються відповідними блочністю і фізико-механічним, художньо-естетичним, технологічним властивості, які дозволяють використовувати їх в архітектурі, будівництві, оздобленні, мистецтві та ін.

Власні назви декоративного каміння ґрунтуються на основі наукових мінералогічних і петрографічних класифікаційних принципів та забезпечують точність наукового опису, дозволяють ідентифікувати гірську породу незалежно від місця її знаходження чи часу видобутку.

Торгові назви формуються маркетинговими підходами на основі історико-культурних асоціацій і естетичного сприйняття матеріалу.

Таке двоїсте найменування декоративних каменів часто спричиняє непорозуміння між геологами, архітекторами, дизайнерами та споживачами, а також ускладнює ведення міжнародної торгівлі камінням, його практичне використання тощо.

У більшості країн ЄС торгові назви реєструються як товарні знаки або географічні позначення походження. В Україні ж існує плутанина між комерційною і геологічною номенклатурою, оскільки відсутня єдина база даних відповідності назв.

Це призводить до таких наслідків:

- труднощів при експертній оцінці продукції;
- зниження довіри до сертифікаційних документів;
- втрати конкурентної ідентичності українського каменю на європейському ринку.

Єдина система відповідності власних і торгових назв дозволить:

- забезпечити прозорість ринку та порівнюваність цін;
- сформувати бренди українського походження з підтвердженою якістю;
- сприяти експорту каменю з доданою вартістю;
- підвищити геолого-економічну оцінку родовищ.

Висновки

Власні і торгові назви декоративного каміння є важливим інструментом для комунікаційного взаєморозуміння між наукою, виробництвом і споживачем, де геолог – оперує власною назвою; виробник – торговою; споживач – асоціативною (емоційною) назвою. Тому є важливим формувати систему відповідності між власними й торговими назвами в національних і міжнародних базах даних.

Для сучасної геолого-економічної оцінки родовищ декоративного каміння необхідно:

- поєднати власну назву (геологічну) і торгівлю (маркетингову);
- створювати єдину систему стандартизованих назв, щоб уникати плутанини в міжнародних каталогах;
- підкреслювати українське походження матеріалів через географічний бренд (Zhytomyr Labradorite, Buky Gabbro, Podillya Sandstone).

Це відіграє значний геолого-економічний аспект і дозволить провести оцінку конкурентоспроможності каменю на європейському ринку.

Список використаних джерел

1. Гелета О.Л. Товарознавство та експертна оцінка декоративного каміння / О.Л. Гелета, П.В. Захарченко. Київ: Видавництво «ЦУЛ», 2017. 300 с.
2. Національний стандарт України «Природний камінь. Термінологія», ДСТУ Б EN 12670:2011.
3. European Standard EN 12407:2007 «Natural stone test methods – petrographic examination».
4. European Standard EN 12440 «Natural stone – Denomination criteria».

УДК 739.2

ВИКОРИСТАННЯ НЕОБРОБЛЕНОЇ МОРСЬКОЇ ГАЛЬКИ У ЮВЕЛІРНИХ ПРИКРАСАХ ТЕТЯНИ ЧОРНОЇ

USING RAW SEA PEBBLES IN JEWELRY BY TATYANA CHORNAYA

Триколенко Софія Тарасівна, кандидат мистецтвознавства, ФОП Триколенко С.Т., +380678653412, ORCID: 0000-0003-2766-8345, baronessainred@gothic.com.ua

Триколенко Елліна Едуардівна, дослідник, академія Dressofcourse, +380970144160, ORCID: 0009-0006-9482-7392, ellinaeduardivna@gmail.com

Trykolenko Sofia, PhD in Art Studies, entrepreneur, +380678653412, ORCID: 0000-0003-2766-8345, baronessainred.gothic@gmail.com

Trykolenko Ellina, academy Dressofcourse, +380970144160, ORCID: 0009-0006-9482-7392, ellinaeduardivna@gmail.com

Анотація. У цій статті ми розглядаємо колекцію перстнів «У пошуках спокою» київської ювелірки Тетяни Чорної. Майстриня використовує необроблену морську гальку різних форм і відтінків, створюючи унікальні, неповторні прикраси. Ми аналізуємо концепції виробів не лише у контексті мінімального втручання у природу мінералів, а й у контексті авторського осмислення рефлексій війни. Адже морська галька асоціюється, насамперед, з територіями біля узбережжя, за які наразі точаться бойові дії.

Ключові слова: мінерали, природа, ювелірні вироби, рефлексії війни

Abstract. In this article, we examine the collection of rings "In Search of Peace" by Kyiv jeweler Tetyana Chorna. The craftswoman uses raw sea pebbles of various shapes and shades, creating unique, one-of-a-kind jewelry. We analyze the concepts of the products not only in the context of minimal intervention in the nature of minerals, but also in the context of the author's understanding of reflections on war. After all, sea pebbles are associated, first of all, with territories near the coast, for which hostilities are currently taking place.

Keywords: minerals, nature, jewelry, reflections on war

Вступ. Розглядаючи роль природних, необроблених мінералів у ювелірному мистецтві, варто акцентувати увагу на нетрадиційних мінеральних об'єктах, які подекуди зустрічалися в ювелірному мистецтві XX ст., і нині їх роль зростає. На початку XXI століття тенденція боротьби за екологію виявляється у пошуках нових шляхів синтезу матеріалів. Використання морської гальки без обробки є порівняно не системним явищем у ювелірному мистецтві, тож наукові дослідження його майже не торкаються.

Аналіз основних досліджень та публікацій. Подібні приклади розглядалися у статтях «Ювелірні вироби О. А. Михальянца з форелевим каменем, що експонувалися на виставці «Сучасне ювелірне мистецтво України» [1], «Кам'яні сущіття Катерини Сливки» [2], «Бурштинові чари Оксани Селезньової» [3] та ін.. Наразі ми пропонуємо для розгляду вироби київської ювелірки Тетяни Чорної, творчість якої знайшла численні відгуки в українській та європейській пресі, а також її вироби увійшли до різноманітних каталогів.

Тетяна має професійну художню освіту – вона навчалася в Національній академії образотворчого мистецтва та архітектури, а згодом самостійно і шляхом приватних уроків здобула ювелірні знання. Її вироби мають яскраві художні концепції та подаються непересічною виразальною мовою.

Формулювання мети статті. З часів повномасштабного вторгнення всі колекції Тетяни Чорної представляють рефлексії воєнних подій, утілені засобами образної, метафоричної подачі. Призма авторського сприйняття мисткині формує перед глядачами характерні, упізнаванні образи, які трактують ті чи інші воєнні події. Вона активно залучає до своєї творчості природні мінерали – мушлі, перламутр, гальку, перлини, кристали. Розкриття значення мінералів, як насиченої метафоричної символіки територій та передача за їх допомогою власних рефлексій позначають вироби Тетяни Чорної. Ми прагнемо проаналізувати всі аспекти обраних прикрас; дослідити значення каменів у загальній художній концепції.

Виклад основного матеріалу дослідження та його результати. В даній статті ми хочемо розглянути колекцію «У пошуках спокою» (Малюнок 1), що складається з урочистих¹ перстнів різних форм. Основними складовими цих перстнів є камінці морської гальки, на яких у певних позах балансують срібні фігурки. Тут камені неможна назвати вставками, оскільки вони вставками не є – їх закріплено на спеціальних штирях, що пронизують їх, немов намистини, а зверху на них зафіксовано фігурки. Каміні і фігурки є рівнозначними елементами композиції. Шматочки гальки подекуди викладено симетрично, із дотриманням вимог урівноваженої композиції. Фігурки доповнюють рівновагу каменів-перстнів (Малюнок 2). Натомість інші композиції хисткі, здається, що вони от-от розсипляться. Фігурки балансують в стійких, спокійних позах, ніби побоюючись ворухнутися, намагаючись урівноважити композицію (Малюнок 3). Художньої цілісності досягнуто філософськими і виразальними засобами – перстні, фактично, являють собою довершені ілюстрації образів самоконтролю. Найцікавішим аспектом цих виробів є їх кінетичність – камені рухаються, прокручуються на штирях. Це посилює відчуття мінливості, нестійкості.

Ця колекція має глибокий емоційний підтекст: реакції українців на воєнні події сильно відрізняються. Хтось намагається будь-що втримати духовну й фізичну рівновагу, зосередившись у певних медитативних позах. Натомість інші намагаються жити тут і зараз, насолоджуватися кожною хвилиною на тлі загальної непевності. Вони прагнуть утриматися на хистких конструкціях, що утілюють різні сфери життя. Історія твориться людьми, і саме люди тримають довколишній світ: фронт, економіку, культуру.

Роль морської гальки не випадкова: Чорне море, яке намагається захопити росія, має багаті запаси копалин та є одним з найбільших торгових шляхів. Галька різна за своїм мінеральним складом, але утілює єдиний образ – образ Чорного моря, як потужної стихії, що є місцем порушення рівноваги.

Використання мінералів вітчизняного походження від початку повномасштабного вторгнення стало особливо актуальним. Вже розглянуті нами у попередніх дослідженнях вироби Катерини Тутерової, засновниці бренду SFURATO [4]. Ювеліри підкреслюють той факт, що працюють саме із мінералами, добутими з української

¹ Маються на увазі не повсякденні прикраси. Поняття «урочисті» у контексті ювелірного мистецтва означає масштаби виробів та їхнє символічне значення.

землі або води. Камінці названих перстнів різні за своїм складом і дуже не подібні за формою: вони не лише круглі чи овальні, а й приплюснуті, чашевидні. Втім, вони усі мають спільну рису – їх силуети прості, узагальнені, обтічні. Лаконічні та заокруглені, вони контрастують із складними контурами фігур, що знаходяться на них. Обмежена кольорова палітра асоціюється з монохромною фотографією, або із кольорами фронтової зони, яка посіріла внаслідок пожеж від обстрілів. Кольорова палітра гальки обмежена природними відтінками – Тетяна не використовує штучне підфарбовування каменів, як це роблять деякі інші ювеліри. Але, варто зазначити, що поєднання різних відтінків сірих, коричневих, білих каменів підкреслює неповторність й індивідуальність перстнів. Використання таких мінералів унеможливорює ідентичні повтори в принципі, можливі лише відносно подібні репліки. Деякі перстні складаються з двох каменів, деякі – з трьох та більше. Кільця однакові – широкі, не замкнені (для зручності регулювання розміру).

Сама Тетяна так охарактеризувала ідею даної колекції: «Вона не думає про вчора. Вона не чекає завтра. Є тільки мить. Тільки відчуття рівноваги, яка народжується у тиші. Кожен подих тримає її над прірвою хаосу, кожна думка – крок до гармонії. Ці перстні – нагадування, що спокій живе всередині нас, навіть тоді, коли навколо бушує світ» [5].

Висновок

На прикладі цієї колекції ми бачимо вдаль використання природних мінералів без додаткової ювелірної обробки. Мінімальне втручання у природні силуети підкреслює не лише досконалість каменів, а й майстерність ювелірки, яка продумала концепції виробів таким чином. Емоційне насичення прикрас також досягається завдяки поєднанню природних мінералів і литих срібних постатей.

Аналізуючи еволюцію ювелірного мистецтва від початку повномасштабної війни, відзначимо посилення значення природних мінералів: відтепер вони не лише утілюють ідеї збереження екології та поваги до природних ресурсів, а й підкреслюють значення певної території для українського суспільства. Деякі мінерали було привезено з Криму до 2014 року, деякі походять з окупованих нині територій Приазов'я, Херсонщини. Життєво важливий вихід до Чорного моря підкреслено шляхом використання чорноморської гальки. Пошук спокою, медитація, самопізнання часто асоціюються з морським узбережжям. Тому таке поєднання є надзвичайно актуальним і логічним. Мистецтво Тетяни Чорної втілює інтегровані національні ідеї та суспільні рефлексії, становлячи цікаве поле для подальших досліджень.

Список використаних джерел

1. Триколенко О, Триколенко С. Ювелірні вироби О. А. Михальянца з форелевим каменем, що експонувалися на виставці «Сучасне ювелірне мистецтво України», Музейні читання – 2008, матеріали конференції за 2007. Київ, С. 230 – 238
2. Триколенко С. Т. Кам'яні суцвіття Катерини Сливки / С. Т. Триколенко // Коштовне та декоративне каміння. – 2016. – № 3. – С. 29–31.
3. Триколенко С. Т. – Бурштинові чари Оксани Селезньової / С. Т. Триколенко // Коштовне та декоративне каміння. – 2017. – № 1. – С. 29-32.
4. Триколенко С., Триколенко Е. Рефлексії оточуючого світу, втілені у прикрасах Sfurato / С. Триколенко, Е. Триколенко. // Коштовне та декоративне каміння. – 2024. – №2. – С. 28–31.
5. Чорна Т. Електронний ресурс, Режим доступу: <https://www.instagram.com/p/DNP2kC9MCec/>

УДК 549.2+553.2

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ГЕМОЛОГІЧНИХ КОЛЕКЦІЙ У ГЕОЛОГО-МІНЕРАЛОГІЧНИХ МУЗЕЯХ УНІВЕРСИТЕТІВ

FEATURES OF FORMATION OF GEMOLOGICAL COLLECTIONS IN GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL MUSEUMS OF UNIVERSITIES

Усенко Валерій Павлович, фахівець Петрографо-мінералогічного музею, ORCID: 0000-0003-0808-4109, usenko@onu.edu.ua

Одеський національний університет ім. І.І. Мечнікова, пров. Шампанський, 2, Одеса, 65015, Україна

Usenko Valerii, specialist of the Petrographic and Mineralogical Museum, ORCID: 0000-0003-0808-4109, usenko@onu.edu.ua

Odesa I.I. Mechnikov National University, Shampanskiy al., 2, Odesa, 65015, Ukraine

Анотація. У статті розглядаються об'єктивні та суб'єктивні чинники формування гемологічних колекцій університетських геолого-мінералогічних музеїв на основі існуючої системи залучення благодійних пожертвувань. Проведено аналіз соціальних груп, що беруть участь у формуванні гемологічних колекцій університетських музеїв.

Ключові слова: університет, музей, дорогоцінне каміння, гемологія, благодійність

Abstract. This article examines the objective and subjective factors in the development of gemological collections at university geological and mineralogical museums based on the existing system for attracting charitable donations. An analysis of social groups involved in the formation of gemological collections of university museums was conducted.

Keywords: university, museum, gemstones, gemology, charity

Діяльність музеїв геологічного спрямування у вищих навчальних закладах України орієнтована насамперед на навчальний процес. Дорогоцінні (і напівдорогоцінні) камені присутні у музейних колекціях у вигляді мінеральних агрегатів та індивідуальних монокристалічних формах, кристалічних та аморфних включень у гірських породах, у вигляді кольорових різновидів зразків гірських порід, що мають декоративні якості. Вони цікаві у формі демонстрації мінерального розмаїття у різних іпостасях: як яскравих представників мінерального царства, що використовуються в ювелірній галузі, і як об'єктів геології, що представляють корисні копалини серед інших мінералів – рудних і нерудних. Ця багатофункціональна природа їхнього побутування в колекціях вузівських музеїв України є одним із проблемних питань їх позиціонування у фондах, а також поповнення фондів музеїв цими унікальними представниками мінерального царства з урахуванням невизначеного статусу самих музеїв та незбалансованого законодавства щодо дорогоцінного каміння. Деякі з актуальних та важливих аспектів функціонування музеїв вузів вже висвітлювалися у низці публікацій [2, 3]. Автор пропонує опустити більшу частину цієї проблематики, щоб акцентувати увагу на особливостях формування гемологічних колекцій у геолого-мінералогічних музеях ВНЗ України та показати, що тут є своя специфіка, яка потребує окремого розгляду.

Позиціонування гемологічних колекцій у структурі музейних фондів

Специфікою будь-яких університетських музеїв є предметна номенклатура, що складається у межах напрямів науково-педагогічної діяльності. Фонди геолого-мінералогічних музеїв формуються із систематичних та унікальних зразків мінералів, гірських порід, корисних копалин, палеонтологічних залишків, предметів та документів, пов'язаних з історією геологічних наук, що визначає їх цінний науковий та навчальний зміст. Одним із важливих методологічних аспектів формування фондів є типологізація та термінологічне позиціонування зразків дорогоцінного каміння у структурі фондів вузівських музеїв.

Історично склалося, що інтерес до кольорових мінералів відбувався насамперед з їхнього значення та ролі як коштовностей поза науковою методологією та систематизацією. Основною сферою функціонування дорогоцінного каміння був ювелірний ринок та торгівля. У цьому середовищі формувалася певний образ дорогоцінного каміння, а головними фахівцями виступали ювеліри та торговці. З бурхливим розвитком ринку дорогоцінного каміння наприкінці 19 століття, особливо на ринку перлів, поява синтетичних каменів та безлічі імітацій підштовхнула торгівлю звернутися до науки, і насамперед до мінералогії, на основі якої створювалися інститути нового наукового напрямку – гемології. Паралельно цьому процесу стали створюватися колекції дорогоцінного каміння. Однією з найвідоміших, наприклад, стала національна колекція дорогоцінного каміння та мінералів при Смітсонівському інституті (США). У процесі розвитку гемологічної науки формувалася і номенклатура дорогоцінного каміння, створювалася самостійна наукова термінологія. Основою служили історичні назви дорогоцінного каміння, що увійшли і в систематичну мінералогію. Із залученням до ринкового обороту нових мінеральних форм, що становлять інтерес для ювелірного бізнесу, формування наукової гемологічної термінології проходило шляхом конвергенції мінералогічних та ринкових назв дорогоцінного каміння, а поряд з розвитком аналітичних методів вивчення була вироблена методологія гемології. З цих причин можна виділяти формальні ознаки гемологічних зразків у фондах музеїв з урахуванням різних критеріїв понятійного характеру.

З позиції класичної мінералогії мінерали та його різновиду, назви яких співвідносяться з гемологічною номенклатурою, є мінералогічними об'єктами, а мінералогічні колекції відбивають зміст мінералогії. Говорячи про гемологічну колекцію, слід уточнити визначення її змісту з позиції гемології – науки про дорогоцінне каміння. Типологічно дорогоцінні каміння відносяться до категорії коштовностей. Основними формальними ознаками для виділення дорогоцінного каміння з категорії мінералів гемологічної номенклатури є:

- символічні властивості дорогоцінного каміння [1], що є одними з базових їх позиціонування у суспільній свідомості, що пов'язали органолептичні властивості цієї групи мінеральних об'єктів через психофізіологічні механізми з міфологізованою свідомістю людини.

- гемологічні властивості дорогоцінного каміння, які є базовими діагностичними та оціночними класифікаторами для позиціонування дорогоцінного каміння як гемологічних об'єктів та предметів гемології;

- функціональні властивості, що визначають специфічну сферу використання дорогоцінного каміння в необробленому та обробленому вигляді як предмети прикраси, колекціонування або інвестування.

Гемологічні властивості дорогоцінного каміння обумовлені фізичними, хімічними та структурними властивостями мінералів як індивідуалізованих мінеральних тіл. Відповідно, гемологічна колекція представляє, перш за все, інтерес як зібрання гемологічних об'єктів, які в музеї є невід'ємною частиною експозицій у низці систематичних колекцій мінералів, задіяних у процесі навчання геологічним спеціальностям. Огляд зарубіжних університетських музеїв показує, що в їх колекціях дорогоцінні каміння представлені у вигляді окремих зразків у мінералогічних колекціях, або у вигляді окремих зібрань дорогоцінного каміння як гемологічні колекції, в яких можуть бути представлені дорогоцінні каміння в необробленому вигляді - кристалічні індивіди і агрегати, або в обробленому вигляді - огранене каміння, кабошони, різьблені вироби та у складі ювелірних прикрас.

Потенційні форми позабюджетного поповнення музейних колекцій

Формування колекцій музеїв – процес складний, особливо для відомих музеїв ВНЗ України, обмежених у своїх можливостях використовувати давно існуючі у світі форми некомерційної допомоги для своєї діяльності. Світовий досвід взаємодії суспільства та музеїв ґрунтується на узаконених та законодавчо закріплених формах стимулювання матеріальної та нематеріальної допомоги музеям з боку приватних осіб та організацій у формі благодійності. Virізняють різні форми взаємодії донорів та музеїв, що характеризують різні види мотивації для благодійності.

Феномен дарування, як явища має багатовікову історію формування цього міжособистісного та суспільного відношення, що виникають у глибині психо-соціальної природи їхньої мотивації. У його основі лежать форми символічного прояву відносин як знаків, які є предметами дарування з різним сенсовим контекстом [1]. Феномен пожертвування має деяку відмінність від акту дарування, ґрунтуючись на певній ірраціональності у формі жертвованості, в якому на перше місце стає спрямованість ситуативного, одностороннього посилення донора. Винятковий характер цього поняття можна побачити на прикладі записів у старих інвентарних книгах, які реєстрували надходження зразків мінералів до нашого музею саме у вигляді пожертв від громадян. Існують і такі види благодійності - меценатство та філантропія, традиції якого сягають корінням у минуле як систематичний вид діяльності елітарної частини суспільства, спрямованої на "суспільне благо". Багатогранність цих та інших феноменів соціо-культурної природи різних форм прояви альтруїзму породила різні теорії, що пропонують пояснення їхньої природи на основі біологічних, психологічних, соціальних, економічних та нейропсихічних причин. Детальний аналіз природи благодійності не входить до завдань роботи, однак у всіх її видах присутні особисті, економічні та соціальні фактори, що розкривають раціональні чи ірраціональні – з позиції здорового глузду – акти-дії донорів, які законодавчо стимулюються державою для прояву подібної діяльної ініціативи громадян та організацій.

Університетський музей не є вигодонабувачем чи бенефіціаром у класичному визначенні. Інструментарій для позабюджетного поповнення колекцій музеїв обмежений видами благодійності, які можуть використовувати музеї. Розглядаючи благодійність у формі пожертвувань, мотивацію донорів можна розглядати у вигляді розроблених моделей у рамках когнітивної психології, які пояснюють, зокрема, дії дарувальника як його ціннісно орієнтоване рішення, вигода від якого неявна і заснована на оцінці дарувальником цінності одержувача [4]. Такий мотив виступає універсальним критерієм безвідносно від цілепокладання акту благодійності. Неявна вигода у цьому випадку має психологічне коріння задоволення донора від акту-дії, заснованого на довірчому ставленні до одержувача та причетності до ціннісних парадигм. В даному випадку одержувачем виступає музей як структура, організація, ціннісна характеристика якого полягає в цілеспрямованому форматі функціонування самого музею як сховища і форми експонування культурних цінностей в їх історико-культурній значущості для науки, суспільства, держави і, звичайно, для людей, що відчують потребу в нових для себе знаннях, враженнях, переживаннях. У цьому плані мінерали і дорогоцінні каміння містять у собі ціннісні властивості унікальних природних об'єктів у науковому, пізнавальному та естетичному змісті. При цьому слід враховувати, що дана мотиваційна модель більшою мірою застосовна до приватних дарувальників незалежно від соціального статусу. Інститути та організації можуть взаємодіяти з музеями на основі партнерських програм, пов'язаних із науковою та іншою діяльністю.

Можливості музеїв використовувати різні види благодійності обумовлені форматом статусу музею, що визначає ступінь свободи у здійсненні своєї діяльності та дозволяє проводити самостійну музейну політику. Реальний статус та становище музеїв у структурі університетів України багато в чому значно обмежують самостійну діяльність та можливості свого розвитку. Які потенційні та реальні можливості університетських музеїв на прикладі розгляду університетів Європи та США? Як показує вибіркового огляд в Інтернеті, університетські геолого-мінералогічні музеї є окремими структурними підрозділами університетів, підрозділом мережі університетських музеїв Природної історії або є муніципальними структурами, афілійованими з університетами. Вони мають відповідний музею науковий статус, штат та фінансування, що дозволяють проводити

всі види музейних робіт, здійснювати навчальні та культурні програми, проводити екскурсійну діяльність. Багато хто з них має офіційний статус благодійної організації, що дозволяє використовувати різні джерела фінансування, включаючи пожертвування в натуральній формі. На відміну від традиційних грошових пожертвувань, пожертвування в натуральній формі є предметами, товарами або послугами, що безпосередньо підтримують діяльність музеїв, проведення виставок та освітніх програм [5]. Важливим аспектом розкриття теми благодійності у формуванні університетських музеїв є аналіз соціального статусу донорів.

Стратифікація джерел формування музейних колекцій університетів

Розвиток освітньої системи культивувало у громадянському суспільстві зростання самосвідомості, інтерес до спільних цінностей культури, своєї причетності до культурних цінностей та історії – як загальної, так і особистої. Ці аспекти стали важливими для розвитку музеїв, оскільки поповненню їх зібрань багато в чому сприяла особиста ініціатива громадян та організацій у формі благодійності – разової чи систематичної. Залучення до процесу комунікації з музеями корелюється із загальним зростанням уваги суспільства до природничих наук, особливо з початку XIX століття завдяки бурхливому розвитку геології та біології, що супроводжувалися, зокрема, зростанням колекціонування мінералів, створенням музеїв природної історії, геолого-мінералогічних музеїв при університетах.

Пожертвування дорогоцінного каміння (мінералів) університетським музеям виступає своєрідним дзеркалом соціальної структури свого часу. Автором було проведено аналіз залучення у формування колекцій дорогоцінного каміння/мінералів різних соціальних груп – приватних осіб та організацій – у різні періоди розвитку суспільства (табл. 1). Термінологічні визначення соціальних груп було згенеровано П. Враховуючи особливості алгоритмів роботи П, що аналізують вже існуючі дефініції, ці групи є загальноприйнятими онтологічними поняттями, що належать до теми дослідження.

Таблиця 1

Соціально-історична динаміка участі різних соціальних груп у формуванні університетських колекцій мінералів/дорогоцінного каміння

Період	Домінуюча група дарувальників	Тип дару	Типи мотивів
XVIII ст.	Аристократи	Колекції та красиві мінерали	Престиж, заступництво, просвітництво
XIX ст.	Вчені, меценати	Дослідницькі зразки	Науковий прогрес, наукове збереження зразків
XX ст.	Інститути, геологічні товариства, гірничодобувні компанії Колекціонери	Зразки та синтетичні камені Зразки	Освіта та індустрія, навчальні цілі Благодійність, пам'ять
XXI ст.	Компанії різного профілю Колекціонери	Цифрові та фізичні колекції	Інновації та КСВ (корпоративна соціальна відповідальність), іміджева підтримка науки Благодійність, пам'ять

Подані дані показують зміну домінуючої ролі типів дарувальників у різні періоди, що зробили суттєвий внесок у поповнення університетських музеїв, що відбиває загальні тенденції розвитку суспільства під впливом соціально-культурного та науково-технічного прогресу у прагненні висловлювати символічно як матеріальний капітал, а й залучення до загального прогресу, бути причетним до цього. Також було проведено аналіз для оцінки частки участі різних соціальних груп дарувальників дорогоцінного каміння в період XIX-XX ст. на прикладі геолого-мінералогічних музеїв університетів таких країн, як Італія, Швейцарія, Німеччина, Англія, Швеція (табл. 2).

Таблиця 2

Частки участі у розвитку музейних колекцій різних соціальних груп дарувальників дорогоцінного каміння у період XIX-XX ст.

	Аристократи, меценати, %	Колекціонери, %	Ювеліри, %	Вчені, %	Інститути, асоціації, %	Громадяни, %
XIX ст.	40	15	7	25	8	5
XX ст.	33	19	7	26	10	5

В огляд були вибірково включені окремі університети, список яких було згенеровано ШІ та скориговано автором. Аналіз проводився з використанням інструментів ChatGPT за доступними джерелами, вибраними ШІ, в яких використані документи в основному стосуються культурної історії дорогоцінного каміння, архівних стратегій та колекціонування, без прямого та детального опису списків та соціальних груп дарувальників дорогоцінного каміння. Стратифікаційний тип дарувальників та типів мотивації згенеровано ШІ та скориговано автором за додатковими запитами. Релевантність інформації за джерелами невисока через переривчастість, неповноту та неформалізоване подання необхідної інформації в доступних джерелах. Це позначилося і на релевантності результатів через те, що алгоритмами ШІ у вибірку типу дарування часто включалися інші мінеральні об'єкти - дарчі зразки мінералів і гірських порід, систематичні колекції мінералів, у яких відзначалися окремі зразки дорогоцінного каміння, метеорити. Враховуючи ці обставини, отримані результати можна розглядати переважно тільки як модель соціальної активності, що ілюструє внесок різних соціальних груп у розвиток геолого-мінералогічних музеїв університетів Європи, де є гемологічні об'єкти. Огляд за окремими університетами, не наведений тут, показує різне співвідношення груп дарувальників, що відображає відмінності в історії та структурі фондів музеїв, традиціях академічного середовища та суспільства, ступеня залучення до різних інституцій та ін. У всіх випадках активність участі вчених завжди була високою, в деяких університетах досягаючи 50% усіх груп. Найбільш значущою формою поповнення гемологічних колекцій була благодійна діяльність заможної частини суспільства, мотивованої як причетністю до розвитку наукового та культурного прогресу, так, мабуть, та інших причин.

Досвід формування гемологічних колекцій на прикладі Петрографо-мінералогічного музею

Гемологічна експозиція Петрографо-мінералогічного музею ОНУ ім. І.І. Мечникова було виділено та сформовано у 2002 р. Нині вона включає колекції зразків дорогоцінного та кольорового (ювелірно-виробного) каміння, що надходили до музею у різні періоди його існування. Вони представлені монокристалічними зразками, кристалічними та аморфними агрегатами дорогоцінного каміння, ограненим камінням та кабошонами, каменерізними виробами, синтетичними аналогами та імітаціями дорогоцінного каміння. Основним джерелом надходження зразків є пожертвування приватних осіб – науковців, геологів, випускників геолого-географічного факультету, співробітників музею, фахівців з огранювання торговців, пересічних громадян. Окремі зразки були придбані на ювелірних виставках-ярмарках коштом, отриманими від проведення екскурсійної діяльності, проведення консультацій. За час автором були зібрані колекції огранених природних, синтетичних каменів і імітацій, колекція зрізів джеспіліту з тигровим і соколиним оком, каменерізні вироби, картини з каменю, переданими в музей, зібрано бібліотеку гемологічної літератури. Частину зразків подаровано відвідувачами музею, а також громадянами у період співпраці з ПП «Малахїт». У 2010 на кошти університету році було придбано велику вазу з мармурового оніксу. Нині гемологічні експозиції займають кілька вітрин. Віддаючи данину дарувальникам хочу відзначити деяких з них: це вчені університету – Зелінський І.П., Черкез Є.А., Кадурін В.М., геолог Кулик С.М., випускники ГГФ – Кириченко Ілля, брати Однокол Олександр та Сергій, Рудольф Ігор, Унтіла Юрій, Яворський Владислав, гемолог Лях Віктор, огранщик Холобцев Володимир. На подяку заслуговують і всі, хто добровільно вносив посильний внесок у поповнення колекцій. Розглядаючи соціальний статус та мотивацію благодійників, то особливе значення має причетність до Alma mater – вчені, колишні студенти університету, частина з яких зайняті бізнесом чи виробництвом, колишні та діючі працівники музею.

Висновки

У специфіці формування гемологічних колекцій присутні об'єктивні та суб'єктивні фактори. Об'єктивні чинники зумовлені специфікою самих дорогоцінних каменів, їх позиціонуванням як об'єктів ювелірно-каменесамовітного ринку, їхньої обмеженої доступності для поповнення гемологічних колекцій музеїв університетів. Суб'єктивні чинники зумовлені залежністю формування колекцій від добровільної ініціативності різних верств суспільства, їхньої благодійної активності, соціального статусу та природи мотивації благодійної діяльності. Розвиток благодійної діяльності найбільше проявляється за законодавчої підтримки держави цього виду діяльності, завдяки якій з'являється додаткове джерело розвитку університетських музеїв.

Список використаних джерел

1. Індутний В.В., (2002). Як оцінювати коштовності з дорогоцінних каменів і металів. Київ, «Алма», 265.
2. Муравська С. (2018). Музейні заклади системи вищої освіти у незалежній Україні. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія»*. Серія «Історичні науки», 27, 157-161.
3. Усенко В.П., (2025). Актуальні проблеми функціонування університетських музеїв геологічного профілю. *Матеріали II науково-практичної міжнародної конференції Геологічні музеї і колекції: їх роль в науці, освіті та туризмі.*, Львів, 10-13 квітня, 70-71.
4. Cohen J. Dale, Campbell Monica K., Quinlan Philip T. (2023). Psychological value theory: A computational cognitive model of charitable giving. *Cognitive Psychology*, 145, <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2023.101593>

5. How Museums Can Secure In-Kind Donations (Партнерская сеть Double the Donation).
<https://doublethedonation.com/in-kind-donations-for-museums/>

УДК 549.2+553.2

**ПРИКЛАДНЕ ЗНАЧЕННЯ МІНЕРАЛОГІЧНОЇ КОЛЕКЦІЇ ДЛЯ ОСВІТИ ТА НАУКИ В
УНІВЕРСИТЕТАХ В РЕАЛІЯХ СЬОГОДЕННЯ**
*APPLIED VALUE OF THE MINERALOGICAL COLLECTION FOR EDUCATION AND SCIENCE IN UNIVERSITIES IN
TODAY'S REALITIES*

Деревська Катерина Ігорівна, доктор геологічних наук, професор кафедри екології факультету природничих наук¹, старший науковий співробітник², ORCID: 0000-0003-4796-4715, +38099-5619118, derevska@ukma.edu.ua
Загнітко Василь Миколайович, доктор геолого-мінералогічних наук, професор, завідувач відділу геології та геодинаміки докембрію³, ORCID: 0000-0002-5238-0813, zagnitkow@i.ua
Руденко Ксенія Вадимівна, кандидат геологічних наук, старший дослідник, завідувач відділу геології², ORCID: 0000-0002-9353-193X, rudenkokseniav@gmail.com

Вишеська Ірина Георгіївна, кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології факультету природничих наук¹, ORCID: 0000-0002-2075-5705, vyshenska@ukma.edu.ua

Ісаєв Сергій Дмитрович, доктор хімічних наук, професор кафедри екології факультету природничих наук¹, ORCID: 0009-0003-8984-0718

¹Національний університет «Києво-Могилянська академія», вул. Г. Сковороди, 2, Київ, Україна

²Національний музей природничої історії Національної академії наук України, вул. Богдана Хмельницького, 15, Київ, Україна

³Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П.Семененка НАН України, пр. Акад. Палладіна, 34, Київ, Україна

Derevska Kateryna, Doctor of Geological Sciences, Professor of the Department of Ecology, Faculty of Natural Sciences¹, Senior Researcher², ORCID: 0000-0003-4796-4715, +38099-5619118, derevska@ukma.edu.ua

Zagnitko Vasyi, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Head of the Department of Geology and Geodynamics of the Precambrian³, ORCID: 0000-0002-5238-0813, zagnitkow@i.ua

Rudenko Kseniia, Candidate of Geological Sciences, Senior Researcher, Head of the Department of Geology², ORCID: 0000-0002-9353-193X, rudenkokseniav@gmail.com

Vyshenska Iryna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology, Faculty of Natural Sciences¹, ORCID: 0000-0002-2075-5705, vyshenska@ukma.edu.ua

Isaev Serhiy, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Department of Ecology, Faculty of Natural Sciences¹, ORCID: 0009-0003-8984-0718

¹ National University of Kyiv Mohyla Academy, 2, H. Skovorody str., Kyiv, Ukraine

² National Museum of Natural History of the National Academy of Sciences of Ukraine, 15 Bohdana Khmelnytsky St., Kyiv, Ukraine

³ M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the NAS of Ukraine, 34 Acad. Palladin Ave., Kyiv, Ukraine

Анотація. У тексті розглядається прикладне значення мінералогічної колекції для підвищення ефективності освітнього процесу в університетах в умовах сьогодення. Підкреслюється, що колекція є цінним наочним та інтерактивним інструментом, який дозволяє поєднати теоретичні знання з реальними прикладами. Використання зразків мінералів сприяє кращому розумінню природних, геологічних та фізико-хімічних процесів, історії розвитку Землі, а також допомагає розвивати практичні навички ідентифікації мінералів, необхідні для мінералогії та пошукової геології. Таким чином, підкреслюється ключова роль мінералогічної колекції як ефективного дидактичного інструменту для природничих наук. Стверджується, що колекції сприяють переходу від теорії до конкретного досвіду завдяки своїй наочності, тактильності та візуалізації

Ключові слова: мінералогія, гемологія, освіта, природничі науки

Abstract. The text discusses the practical value of the mineralogical collection in enhancing the effectiveness of the

educational process at universities in today's context. It highlights that the collection serves as a valuable visual and interactive tool, allowing for the integration of theoretical knowledge with real-life examples. Utilizing mineral samples aids in better understanding natural, geological, and physicochemical processes, as well as the history of the Earth's development. Additionally, it fosters the development of practical mineral identification skills, which are essential for fields like mineralogy and exploration geology. The key role of the mineralogical collection as an effective teaching tool in the natural sciences is emphasized. The text argues that such collections facilitate the transition from theory to concrete experience through their clarity, tactile nature, and visual appeal. Keywords: mineralogy, gemology, education, natural sciences

Keywords: mineralogy, gemology, education, natural sciences

Актуальність. Мінералогічна колекція має важливе значення для освітнього процесу, оскільки дозволяє поєднати теоретичні знання з наочними прикладами. Ми розглядаємо освіту як систематичну, послідовну та взаємопов'язану діяльність, яка забезпечує засвоєння знань, умінь і навичок у учасників навчального процесу. Колекція виступає як наочний та інтерактивний інструмент, який допомагає краще зрозуміти природні, геологічні та фізико-хімічні процеси, історію геологічного розвитку планети; розвиває навички ідентифікації мінералів, що є ключовим для мінералогії і пошукової геології. Зразки з мінералогічної колекції по суті є матеріальним свідченням минулих геологічних процесів. Навчання відбувається через відкриття нового незвичного, що робить освітній процес цікавим і захопливим.

Вивчення мінералів та гірських порід в навчальних колекціях поєднує знання з екології, гемології, географії, хімії, фізики та інших природничих наук. Наприклад: хімічний склад мінералів або їх кристалографічні особливості, фізика Землі, екологічний слід мінералів у довкіллі тощо. Колекційні фонди дають змогу обговорити екологічні аспекти видобутку корисних копалин, їх наслідки для природи та суспільства, палеокліматичні умови планети, допомагають вивчати локальну або регіональну геологічну історію. Інтеграція до освітньої сфери може також здійснюватися шляхом проведення на кафедрах університетів майстер-класів, тематичних виставок, презентацій, круглих столів, діалогових зустрічей з використанням мінералогічного дидактичного матеріалу.

Історія. Починаючи з XIX ст. музеї в світі розглядаються як освітній інструмент і головною метою стає формування платформи для освітньої та виховної роботи, а також для наукової, та просвітницької діяльності. Музеї розглядаються як спільна ланка між наукою та суспільством, що стає одним з головних питань при створенні Української академії наук у 1918 р. В Україні перші мінералогічні колекції виникали в навчальних закладах – ліцеях, колегіях та університетах як кабінети мінералогії та геології. Так, матеріальна база Волинського ліцею (існував з 1819 р. по 1833 р.) включала, крім іншого, колекцію мінералогічного кабінету, що налічувала 15,5 тисяч предметів. І це була та мінералогічна колекція, яка склала підґрунтя мінералогічного кабінету Київського національного університету в часи його створення [1-3].

Шляхи надходження основної частини мінералогічної колекції кафедри екології факультету природничих наук НаУ «Києво-Могилянська академія» достеменно не відомі, проте знаємо, що декан В.П. Замостян, (при ньому кафедра екології мала назву «біолого-геологічна»), мав прихильність до геології, особливо до мінералів. Він же ініціював створення природничого музею на кафедрі, суть якого була створити музейну платформу, що включає експозиції з тематики всього природничого факультету: хімії, фізики, екології та біології; сфокусована на напрямках актуальних досліджень на факультеті; здобутках і досягненнях викладацького складу та випускників.

Значний вклад у поповнення і розвиток навчальної мінералого-петрографічної і гемологічної колекції зробив доктор наук, професор Загнітко В.М., який тривалий час викладав на кафедрі екології. Мінералогічна колекція кафедри екології на сьогодні налічує за каталогом 356 мінералів з різних локацій світу. Крім того, в фондах зберігаються гірські породи, палеонтологічні та археологічні артефакти. Красу колекції становлять агати, яшми, аметисти, бурштин, амазоніт, берил, топаз, джеспіліти, турмаліни, гранати, арагоніти, гіпси, маріуполіт і багато іншого. Мінерали представлені у кристалах, друзах, жилах, жеодах, конкреціях, секреціях, зростках та інших формах різних розмірів, що дає можливість краще ознайомитися з світом мінералів. Слід зазначити, що частину мінералів колекції кафедри можна віднести до гемологічної, наприклад **природні кристали** їхньому необробленому вигляді (берил, турмалін, гранати, барит тощо); відполіровані, не грановані коштовні камені (яшма, агат, маріуполіт тощо); фасетовані камені (нефрит, хризоліт тощо).

Нові надходження мінералів та гірських порід до фондів кафедри відбуваються з різних джерел: польові дослідженнями викладачів; збори студентів 3 курсу бакалаврської програми під час дослідницьких практик чи власних мандрів печерами чи горами; подарунки від колег та презенти від друзів кафедри, що передають рідкісні мінерали із-за кордону та інші. Крім мінералів з української території, нові надходження представлені родонітом з Румунії, нефритом і агатом з Канади, арагонітом і піритом з Іспанії, кальцитом з Туреччини, яшмою з Норвегії тощо [3].

На кафедрі зберігаються як наукові монографії чи підручники, так і науково-популярні видання видатних геологів, геохіміків і мінералогів, таких як Вернадський В.І., Лазаренко Є. К., Ферсман О.Є., Шнюков Є.Ф., Павлишин В.І. та інших.

В умова воєнних дій важливим є той факт, що колекції є сховищем виняткових або рідкісних зразків, які можуть походити з вичерпаних родовищ, проявів важкодоступних регіонів, зони бойових дій чи окупованих територій.

Як відомо, коштовне каміння не займає значного місця в економіці нашої країни, а втім, в її надрах виявлено близько 300 проявів і 8 родовищ каменесамодітної сировини. Станом на 01.01.2021 Державним балансом України враховано: 1) Волинське родовище Житомирської області (гірський кришталь, берил, топаз), 2) родовище родоніту Прелуки в Івано-Франківській обл.; 4) родовище Калюсік у Хмельницькій обл. (онікс мармуровий). 5) родовища бурштину в Рівненській, Волинській та Житомирській областях. Всі вони зупинені у зв'язку з російсько-українською війною. Слід також враховувати, що станом на 1 січня 2025 р. на окупованих територіях залишилися унікальні родовища коштовного каміння. До них відносяться маріуполіт, опал, рубін (Приазов'я); скам'яніле дерево, гірський кришталь, яшмоїди, кольорові гіпс і ангідрит (Донецький регіон); агати, сердолік, яшма, гагат (південний Крим). В мінералогічній колекції кафедри екології НаУ КМА наявна більшість з названих представників коштовного каміння захоплених українських територій.

Одним із способів використання мінералогічних, гемологічних та інших колекцій в освітньому процесі є розробка віртуальних колекцій, що доповнені текстовими поясненнями; оцифрування інформації, експонатів тощо. Віртуальні колекції дозволяють розширити аудиторію та забезпечити доступ до матеріалів онлайн. Крім того, мінералогічні колекції можна використовувати як основу для підготовки та проведення дослідницьких польових студентських практик.

Таким чином, нами розглянуто прикладне значення мінералогічних колекцій на університетських платформах у контексті принципів накопичення, зберігання та міждисциплінарного використання гемологічної та мінералогічної інформації. Мінералогічна колекція є потужним дидактичним інструментом, що забезпечує перехід від теоретичних знань до конкретного досвіду, і сприяє глибокому розумінню природничих наук. По-перше, це наочність, тактильність і візуалізація, коли студенти або будь яка аудиторія може бачити, торкатися та вивчати гемологічні та фізичні властивості природних агрегатів. Саме такий підхід сприяє формуванню стійких знань. Наприклад, вивчення кристалів різних форм сприяє розвитку просторового уявлення, що є важливим для багатьох наукових і технічних спеціальностей. По-друге, вивчення мінералів та гірських порід природним чином поєднує знання з геології, хімії, фізики та математики, демонструє взаємозв'язок різних наук та дозволяє побачити складні природні системи в дії. По-третє, стимулює дослідницьку діяльність, заохочує до активних рухів та аналізу довкілля. По-четверте, важливою є інформація, яка супроводжує зразки в колекціях (етикетки). Завдяки ним стає можливим зрозуміти історію геологічних досліджень, їх становлення та розвиток.

У підсумку зазначимо, що незважаючи на широке впровадження та використання цифрових технологій у різних сферах життя та діяльності, пряма взаємодія з мінералогічними та гемологічними колекціями залишається незамінною для формування професійних компетенцій та проведення актуальних наукових досліджень.

І, головне, в реаліях сьогодення, гемологічні та мінералогічні колекції формують екологічну грамотність, допомагають усвідомити важливість природних ресурсів, їхнє походження та значення для людства у майбутньому, що по суті є основою формування екологічної свідомості. Розуміння цінності та обмеженості природних ресурсів спонукає до обговорення важливості сталого споживання, вторинної переробки та пошуку альтернативних матеріалів. Університетські музейні студії можуть стати інноваційними центрами для обговорення та впровадження цих ідей у повоєнний період.

Список використаних джерел

1. Геологічні музеї і колекції: їх роль в науці, освіті та туризмі. Матеріали II науково-практичної міжнародної конференції (Львів, 10-13 квітня 2025). Львів: Каменяр, 2025. 188 с.
2. Деревська К.І., Назарова І.Р. Історія становлення Геологічного музею: знаменні віхи, події, особливості. До 85-річчя з дня заснування Геології України, 2013. Вип. 1-2. С. 25-34.
3. Деревська К., Руденко К., Комар М., Беличенко О., Скульбашевська Л. Допитання сучасних джерел поповнення колекцій музеїв геологічного спрямування. Геологічні музеї і колекції: їх роль в науці, освіті та туризмі. Матеріали науково-практичної міжнародної конференції (Львів, 6-8 грудня 2023 року). Львів: Каменяр, 2023. С.16-18.

УДК 553.632.2:372.855:910.3

ЯШМА ЧОРНОГОРІЇ ЯК ОСВІТНІЙ РЕСУРС У ГЕОТУРИЗМІ ТА ПЕДАГОГІЧНІЙ ПРАКТИЦІ JASPER IN MONTENEGRO AS AN EDUCATIONAL RESOURCE IN GEOTOURISM AND PEDAGOGICAL PRACTICE

Пашченко Євген Юрійович, кандидат економічних наук, старший науковий співробітник,
ORCID: 0000-0001-8703-4796, pobeda2000@meta.ua
Національний центр «Мала академія наук України», Київ, Україна

Pashchenko Yevgen, Ph.D. in Economics, Senior researcher, ORCID: 0000-0001-8703-4796, pobeda2000@meta.ua
National Center «Small Academy of Sciences of Ukraine», Kyiv, Ukraine

Анотація. Стаття досліджує педагогічний потенціал яшми в Чорногорії як інструменту для розвитку геотуристичної освіти, формування наукової освіченості молоді та підтримки інклюзивних освітніх ініціатив. На основі досвіду міжнародної STEM-школи «Дорогами Єгора Ковалевського» детально аналізуються практичні заняття з зразками яшми, які сприяють розвитку критичного мислення, креативності та екологічної свідомості. Пропонуються моделі інтеграції яшми в освітні програми через геотуристичні маршрути, розширені майстер-класи та інклюзивні ремісничі ініціативи, а також рекомендації щодо розвитку геотуристичної освіти та залучення вразливих груп до ремісничої діяльності

Ключові слова: яшма, Чорногорія, геотуризм, педагогічний розвиток, STEM-освіта, інклюзивна освіта, практичні заняття, ремісництво, міжнародна співпраця

Abstract. The article explores the pedagogical potential of jasper in Montenegro as a tool for developing geotourism education, shaping scientific literacy among young people, and supporting inclusive educational initiatives. Based on the experience of the international STEM school "Following in the Footsteps of Yegor Kovalevsky," practical classes with jasper samples that promote the development of critical thinking, creativity, and environmental awareness are analyzed in detail. Models for integrating jasper into educational programs through geotourism routes, extended master classes, and inclusive craft initiatives are proposed, as well as recommendations for the development of geotourism education and the involvement of vulnerable groups in craft activities

Keywords: jasper, Montenegro, geotourism, pedagogical development, STEM education, inclusive education, practical classes, craftsmanship, international cooperation

Вступ

Яшма, завдяки своїм унікальним естетичним і геологічним властивостям, є цінним ресурсом для розвитку педагогічних ініціатив і геотуристичної освіти в Чорногорії. Поширена в регіонах Дурмітор, Жабляк та на узбережжі (Будва, Светі-Стефан, Бечичі), вона може слугувати основою для інтерактивних освітніх програм, що поєднують природничі науки, мистецтво та культуру. У контексті глобальних тенденцій до сталого розвитку та популяризації STEM-освіти яшма сприяє формуванню наукової освіченості молоді, розвитку творчих навичок і соціальній інклюзії. Досвід міжнародної STEM-школи «Дорогами Єгора Ковалевського», організованої Малою академією наук України за підтримки Посольства Чорногорії (березень–квітень 2025 року), демонструє успішне використання яшми в освітніх практиках [1, 6].

1. Яшма як педагогічний ресурс: від геологічного дослідження до творчого проєктування

Яшма Чорногорії, завдяки своїй геологічній різноманітності та виразній естетиці, є унікальним природним матеріалом для інтеграції в освітні програми з геології, географії, екології та мистецтва. У гірських регіонах — зокрема в Дурміторі та Жабляку — переважають червоні та смугасті різновиди яшми, які добре підходять для створення навчальних зразків, тоді як на узбережжі (Будва, Светі-Стефан) поширена яшмова галька, зручна для польових досліджень і початкової візуальної класифікації.

Під час міжнародної STEM-школи «Дорогами Єгора Ковалевського» учні з прифронтових регіонів України проводили дослідження яшми: вони збирали зразки на узбережжі м. Будва та в національному парку «Біоградська гора», а потім аналізували їх у лабораторних умовах за допомогою мікроскопів, вимірювальних інструментів та цифрових ресурсів, зокрема онлайн-визначників мінералів [1]. Завдяки таким заняттям учасники мали можливість інтегрувати теоретичні уявлення про геологічні процеси з практичними навичками наукового спостереження, що стало основою для розвитку аналітичного мислення, наукової допитливості та компетентності у цифровій сфері. (рис.1-6).



Рис.1. Уламок яшми в національному парку «Біоградська гора»



Рис.2. Скадарське озеро



Рис.3. Галька на узбережжі біля м. Будва



Рис.4. Яшма м.Будва і околиці м. Жабляк (праворуч)



Рис.5. Командна робота слухачів МАН



Рис.6. Дослідження за допомогою цифрового мікроскопа

Окрім наукового аналізу, у рамках школи було запроваджено творчі вправи, спрямовані на розвиток креативності. Наприклад, учасники аналізували естетичні властивості різних типів яшми та пропонували концепції майбутніх виробів — зокрема, мозаїк із смугастої яшми Жабляка або прикрас із червоної яшми Дурмітора і Будванської рів'єри. Хоча учасники зосередилися тільки на концептуальному етапі, не переходячи до фізичної обробки каменю, такі творчі завдання стимулювали уяву, естетичне сприйняття та здатність до інтердисциплінарного мислення.

Цей підхід легко інтегрувати в шкільні та позашкільні програми. Наприклад, тематичний проєкт «Яшма в культурі Чорногорії» може поєднувати геологічне дослідження, історичний аналіз та основи ювелірної справи. Групові завдання з розробки дизайну сувенірів або експозицій сприяють розвитку комунікативних навичок, командної роботи та культурної рефлексії. Такі методики можуть бути успішно адаптовані для літніх таборів, гуртків чи геотуристичних освітніх маршрутів, забезпечуючи цілісний і безперервний педагогічний досвід.

2. Геотуризм як форма педагогічної практики

Геотуризм, що інтегрує природну спадщину з освітніми цілями, є перспективним напрямом для реалізації педагогічного потенціалу яшми в Чорногорії. Зокрема, доцільно розробити тематичні геотуристичні маршрути, такі як «Яшмовий шлях Чорногорії», які могли б охоплювати ключові локації: родовища яшми в національному парку Дурмітор, майстер-класи з обробки мінералів у Жабляку та демонстраційні майстерні на узбережжі Будви. Такий підхід дозволить поєднати польові дослідження, практичне ремесло та культурну інтерпретацію, створюючи комплексний освітній досвід. Під час міжнародної STEM-школи «Дорогами Єгора Ковалевського» учасники вже отримали перший досвід подібної практики: вони брали участь у наукових експедиціях до Скадарського озера та національного парку «Біоградська гора», де збирали зразки яшми та проводили польові спостереження [1]. Наприклад, учні використовували цифрове обладнання — зокрема, смартфони з додатком *Rock Identifier* — для первинної ідентифікації мінералів, що не лише розвивало їхні цифрові компетентності, а й поглиблювало розуміння екологічного значення мінеральних ресурсів.

Для посилення педагогічного ефекту такі маршрути можна доповнити сучасними цифровими інструментами. Зокрема, віртуальні тури з використанням доповненої реальності (AR) дозволять візуалізувати геологічну історію яшми, її мікроструктуру чи процес формування без необхідності фізичного вилучення зразків із природного середовища [5]. Наприклад, AR-додаток на місці родовища міг би накладати на реальний пейзаж 3D-модель шарів земної кори, у яких утворювалася яшма, роблячи навчання інтерактивним і неінвазивним.

Успішним зразком подібного підходу може слугувати досвід Ідрійського геопарку (Словенія) — об'єкта мережі UNESCO Global Geoparks, де геотуристичні маршрути поєднують наукове навчання, історичну пам'ять (зокрема, гірничу спадщину ртуті) та інтерактивні освітні активності для школярів [4]. Адаптація цієї моделі до чорногорського контексту — з акцентом на яшму як локальний геологічний символ — дозволить створити не лише освітній, а й туристичний продукт, що сприятиме сталому розвитку регіонів. Такі ініціативи виховують екологічну відповідальність, формують наукову грамотність і сприяють збереженню природної спадщини через освіту.

3. Інклюзивна освіта через ремісничу діяльність із яшмою

Реміснича діяльність із яшмою відкриває можливості для інклюзивної освіти, зокрема для залучення вразливих груп, таких як молодь із прифронтових регіонів чи діти з особливими потребами. Досвід STEM-школи показав, що робота з яшмою є доступною для учнів із різним рівнем підготовки, оскільки початкові етапи обробки, такі як шліфування гальки, не вимагають складних навичок. Наприклад, учасники з прифронтових регіонів України створювали дизайн простих виробів з яшми, що сприяло їхній соціальній інтеграції, підвищенню впевненості та розвитку творчого потенціалу [1, 6]. У Чорногорії подібні ініціативи можуть бути реалізовані через створення ремісничих центрів у гірських регіонах, де молодь могла б навчатися обробці яшми. Такі центри можуть пропонувати адаптовані майстер-класи, використовуючи портативні інструменти, які підходять для людей з особливими потребами. Наприклад, заняття з полірування яшми можуть бути організовані для дітей з порушеннями моторики, оскільки вони розвивають координацію рухів і концентрацію. Ці ініціативи сприяють соціальній інклюзії та створенню рівних можливостей для навчання.

4. Міжнародна співпраця з Україною в освітніх ініціативах

Партнерство з українськими інституціями, зокрема з Державним гемологічним центром України (ДГЦУ), має значний потенціал для розкриття педагогічних можливостей яшми. ДГЦУ, що володіє досвідом стандартизації декоративних гірських порід, може надавати методичну підтримку щодо аналізу яшми, яку доцільно інтегрувати в освітні програми. Під час міжнародної STEM-школи «Дорогами Єгора Ковалевського» фахівці з України навчали учасників користуватися цифровим обладнанням для ідентифікації та каталогізації кам'яного матеріалу, — це значно підвищило наукову глибину навчального процесу. Подальший розвиток співпраці з Малою академією наук України може передбачати створення спільних геотуристичних маршрутів та обмін освітніми практиками. Зокрема, чорногорські школярі могли б брати участь у подібних STEM-ініціативах, досліджуючи яшму не лише як геологічний об'єкт, а й як елемент культурної спадщини. Такі проєкти сприяють міжкультурному діалогу та формуванню глобальної наукової грамотності.

Висновки

Дослідження педагогічного потенціалу яшми Чорногорії підтверджує її роль як багатофункціонального природного ресурсу, що ефективно поєднує геотуристичну освіту, STEM-підхід та інклюзивні педагогічні практики. На основі аналізу досвіду міжнародної STEM-школи «Дорогами Єгора Ковалевського» встановлено, що практичні заняття з яшмою — від польового збору зразків до їх наукового аналізу та творчого проєктування —

сприяють формуванню критичного мислення, креативності, екологічної свідомості та цифрової грамотності. Зокрема, за результатами внутрішнього опитування учасників школи більшість респондентів відзначили значне покращення розуміння геологічних процесів. Використання цифрових інструментів, зокрема додатку *Rock Identifier* під час експедицій до Скадарського озера та національного парку «Біоградська гора», підвищило самооцінку цифрової компетентності.

Геотуристичні ініціативи, такі як пропонуванний маршрут «Яшмовий шлях Чорногорії», продемонстрували потенціал для інтеграції польових досліджень, культурної інтерпретації та сучасних технологій. Інклюзивні ремісничі практики з яшмою виявилися особливо ефективними для соціальної інтеграції вразливих груп: всі учасники зазначили зростання впевненості у власних силах завдяки розробці творчих проєктів (наприклад, дизайн прикрас із яшми).

Обмеження дослідження: аналіз ґрунтується на єдиному кейсі — STEM-школі 2025 року, без довгострокового спостереження за учасниками та кількісної верифікації результатів.

Рекомендації для подальшого розвитку

1. Розробити модульні освітні програми з використанням яшми, інтегровані в національні навчальні стандарти Чорногорії (зокрема з географії, природознавства та мистецтва);

2. Провести рандомізоване контрольоване дослідження (RCT) для оцінки ефективності ремісничих центрів у гірських регіонах Чорногорії щодо соціальної інклюзії молоді;

3. Розширити партнерство з мережею UNESCO Global Geoparks для створення транскордонних геотуристичних маршрутів, що об'єднують природну спадщину, освіту та сталі громадські ініціативи.

Реалізація цих пропозицій сприятиме перетворенню Чорногорії на регіональний осередок інноваційної геотуристичної освіти, а також поглибленню науково-освітнього партнерства з Україною в умовах глобальних викликів.

Список використаних джерел

1. Мала академія наук України. (2025). Міжнародна STEM-школа «Дорогами Єгора Ковалевського». Retrieved September 29, 2025, from <https://platform.man.gov.ua/media/b34adc9a-7cfc-455c-9fc1-a9dd38f67b0f>
2. Radusinović, S., et al. (2022). The primary and secondary mineral resources of Montenegro and their mapping into the European data model. *Geologia Croatica*, 75(3), 335–348. <https://doi.org/10.4154/gc.2022.20>
3. State Gemological Centre of Ukraine. (n.d.). Official website. Retrieved September 29, 2025, from <https://www.gems.org.ua/>
4. Idrija UNESCO Global Geopark. (n.d.). Home. Retrieved September 29, 2025, from <https://www.geopark-idrija.si/en/home/>
5. Gulan, B., & Stanković, V. (2023). Sustainable development in Western Balkan countries: An analysis of decent work and economic growth. *Spatium*, (50), 15–25. <https://doi.org/10.2298/SPAT230612015G>
6. Chamber of Economy of Montenegro. (2025). Ukrajinski učenici i nastavnici u posjeti Privrednoj komori. Retrieved September 29, 2025, from <https://komora.me/saopštenja/ukrajinski-ucenici-i-nastavnici-u-posjeti-privrednoj-komori>

УДК 553.551(460)

ГЕОЛОГІЯ ТА ДЕКОРАТИВНЕ КАМІННЯ ПРОВІНЦІЇ АЛІКАНТЕ (ПІВДЕННО-СХІДНА ІСПАНІЯ) GEOLOGY AND DECORATIVE STONES OF THE ALICANTE PROVINCE (SE SPAIN)

Огар Віктор Володимирович, доктор геологічних наук, професор, завідувач кафедри геології нафти і газу, ORCID: 0000-0002-7566-3648, +38044 4310424, e-mail: victor_ogar@knu.ua; ogar_victor@ukr.net

ННІ «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, вул. Васильківська, 90, Київ, 03022, Україна

Ohar Viktor, Doctor of Geological Sciences, Professor, Head of the Department of Petroleum Geology, ORCID: 0000-0002-7566-3648, +38044 4310424; e-mail: victor_ogar@knu.ua; ogar_victor@ukr.net

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

Анотація. За результатами особистих спостережень та із використанням опублікованих даних коротко охарактеризовано геологічну будову північно-східної частини провінції Аліканте (Бетська Кордильєра, Прибетична зона). Акцентовано увагу на виходах карбонатних порід крейди і палеогену (еоцену), які здавна використовуються як будівельні та декоративні матеріали. Показано сучасний розвиток індустрії каменевидобутку в провінції Аліканте.

Ключові слова: карбонатні породи, вапнякові кар'єри, каменеобробка, Валенсія

Abstract. Based on personal observations and using published data, the geology of the northeastern part of the Alicante province (Betic Cordillera, Prebetic zone) is briefly described. Attention is focused on outcrops of carbonate rocks of the Cretaceous and Paleogene (Eocene), which have long been used as building and decorative materials. The modern development of the rock industry in the province of Alicante is shown.

Keywords: carbonate rocks, limestone quarries, rock industry, Valencia

Вступ. Південна Іспанія є світовим виробником декоративного каміння, яке використовується як будівельними компаніями Іспанії, так і експортується в інші країни Європи, а також Єгипет, Саудівську Аравію, Китай, США, Мексику та інші країни. Хоча найбільшим центром цієї діяльності (як історичним, так і сучасним) є провінції Андалусія і Мурсія, сусідня з ними Валенсія так само має добре розвинену каменевидобувну та каменеобробну галузі. Прибережний район Валенсії є відомим туристичним центром з чудовими умовами для відпочинку. Теплий середньоморський клімат, гірський рельєф та розвинена інфраструктура сприяють розвитку міжнародного туризму. Тут забезпечені всі умови для активного пізнавального відпочинку (пішохідні та велосипедні маршрути, скелелазіння). З давніх часів в цих районах видобували будівельне каміння. Рештки давніх каменоломень збереглися до нашого часу (рис. 1Г).

Давня забудова центральних частин сучасних містечок відрізняється вузькими вулицями і провулками, невисокими житловими будівлями, над якими височіють культові споруди – костели та монастирі. Вони побудовані з місцевих матеріалів, переважно невеликих за розмірами блоків і плиток вапняків з неполірованими поверхнями. На тротуарних плитках, сходах та стінах споруд часто можна побачити скам'янілості (рис. 2В).

У сучасному будівництві застосовуються значні за розмірами облицювальні поліровані плити білого, світло-сірого та рожевого кольорів.

Матеріали. Автор оглянув деякі геологічні об'єкти північної частини провінції Аліканте (Валенсія) в межах Коста-Бланки (рис. 1). Ця назва прибережної зони відображає неповторний ландшафт, що характеризується гірськими пасмами, які складені переважно білими карбонатними породами, що круто обриваються в море. Крім спостережень на узбережжі, нами було пройдено декілька пішохідних маршрутів, включаючи сходження на широковідому серед скелелазів гору Пенйон-де-Іфач (Peñón de Ifach) (рис. 3). Для поглибленого вивчення особливостей геологічної будови району та ознайомлення з об'єктами каменевидобутку та каменеобробки, використано опубліковані літературні джерела та сайти асоціацій, що об'єднують видобувні та каменеобробні підприємства Іспанії.

Геологічна будова. Оглянута територія розміщена в східній частині альпійських складчасто-насувних структур споруд сходу Бетської Кордильєри (Пребетична зона). В її геологічній будові беруть участь мезокайнозойські утворення [2, 3]. Тріас складений переважно червоноколірними піщано-глинистими породами і евапоритами. Товщина соленосних відкладів верхнього тріасу – 600-700 м. У складі юри, крейди і кайнозою переважають вапняки і мергелі, що виникли на пасивній окраїні Тетісу в умовах карбонатної платформи. Породи інтенсивно дислоковані з формуванням складчасто-насувних структур північно-східного простягання. Ядра лінійних антикліналей складені вапняками, доломітизованими вапняками (долостоунами) і мергелями крейди, а ядра синкліналей – схожими за складом породами палеогену та теригено-глинистими породами міоцену. Карбонатні породи крейдового віку складають карбонатний масив Монто (Montgó Massif). Палеогенові вапняки оглянуті на карбонатних масивах Сьєрра-де-Бернія (Serra de Bèrnia) та Пенйон-де-Іфач. Піщано-глинисті породи міоцену утворюють переривисті прибережні скельні виходи (рис. 1, 2).

Карбонатні породи крейди і палеогену містять рештки різноманітної морської фауни і водоростей, при цьому для палеогену (еоцену) найхарактернішими є рештки нумулів, що подекуди утворюють значні скупчення (рис. 2Б). Склад скам'янілостей свідчить про їх утворення в умовах шельфу. Породи перебувають під впливом сучасних процесів хімічного вивітрювання, що проявляється в вигляді характерних ніздрюватих поверхонь (рис. 2А), а також численних карстових пустот і печер. Товщина крейди за різними даними становить 200-450, палеогену досягає 100-300 м, міоцену – до 100 м [2].

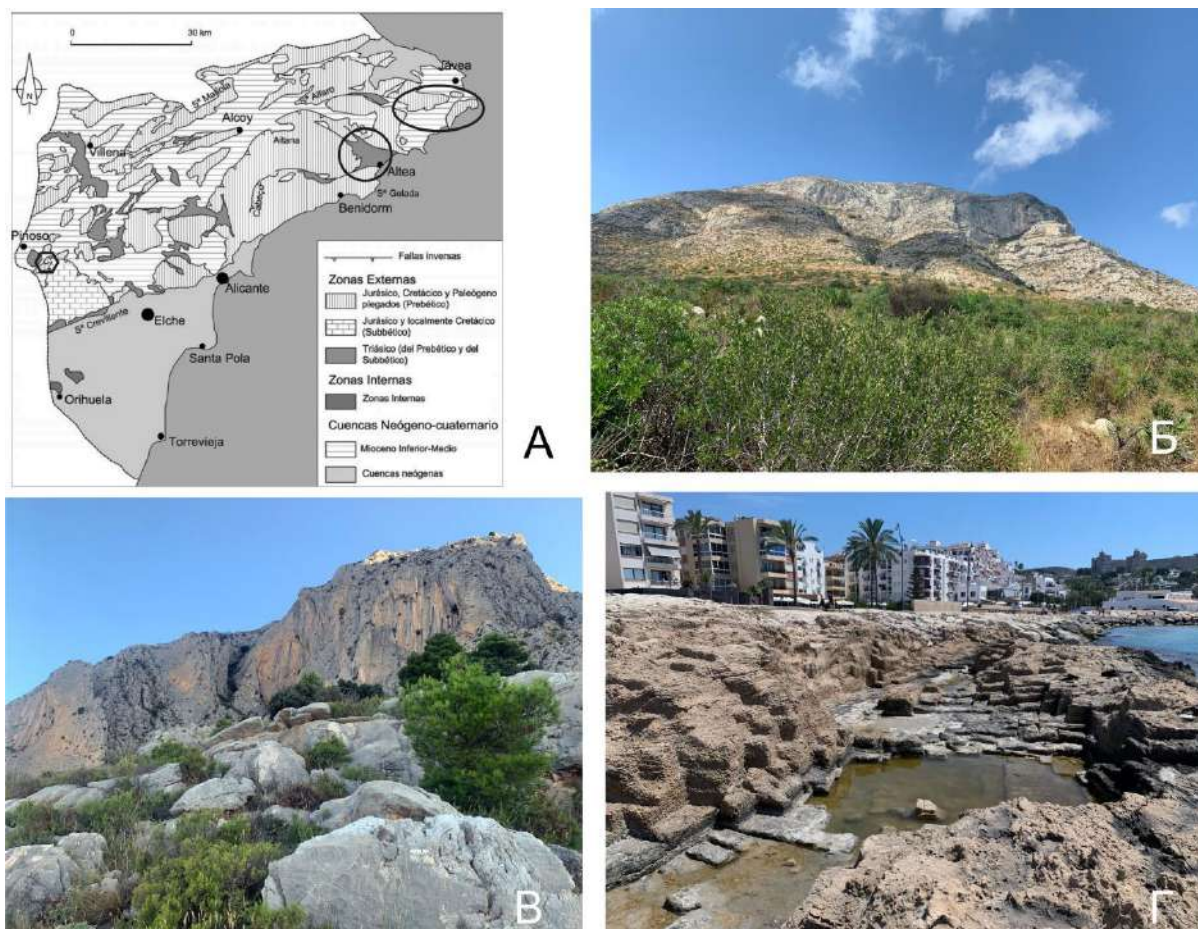


Рис. 1. А – Схематична геологічна карта провінції Аліканте, за Estévez et al., 2004 [3]: еліпс – район спостережень автора; круг – контур евапоритового діяпіру Альтеа, шестикутник – родовище Monte Coto. Б – масив карбонатних порід крейдового віку Монтго (Montgó Massif). В – крейдово-еоценові вапняки масиву Сьєрра-де-Бернія. Г – давні каменоломні міоценових уламкових порід на узбережжі (місто Морайра).



Рис. 2. Поверхня карбонатних порід: А – типовий прояв хімічного вивітрювання (карсту) та Б – нумулітові вапняки (масив Сьєрра-де-Бернія); В – тротуарна плитка зі скам'янілостями (центральна частина міста Бенісі).

Важливий вплив на характер тектонічних рухів території мали процеси галокінезу. В районі міста Альтеа розміщена солянокупольна структура з тріасовими евапоритами в ядрі (діяпір Альтеа), див. рис. 1А.

З галокінезом пов'язують утворення гігантських вапнякових блоків, що складені нумулітовими вапняками еоцену та розміщуються на значно молодших теригенно-глинистих породах міоцену, серед яких найбільш відомий вже згаданий Пенйон-де-Іфач (рис. 3). Це олістоліт, переміщений завдяки гравітаційним процесам на десятки кілометрів від масиву Сьєрра-де-Бернія. Тектонічний характер контакту еоценових нумулітових вапняків підтверджується значним поширенням брекчій біля підніжжя гори.

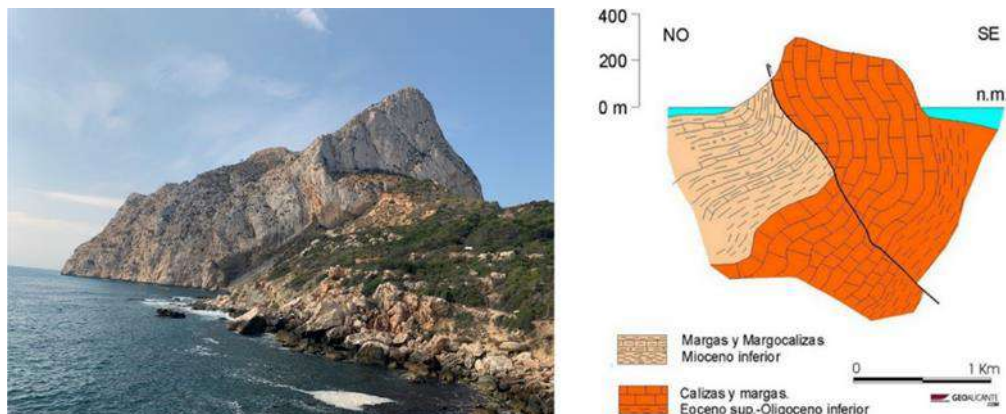


Рис. 3. Олістоліт Пенйон-де-Іфач (фото автора) та схема його геологічної будови в розрізі (<https://parquesnaturales.gva.es/es/web/pn-penyal-d-ifac/geologia>)

Видобування та обробка декоративного каміння. Під впливом альпійських тектонічних рухів, що супроводжувались високими тисками і температурами в надрах, вапняки, доломіти і мергелі здебільшого перетворені у мармуризовані різновиди. Однак у будівництві їх частіше називають мармурами. Іспанським мармурам властива термостійкість, здатність до полірування та естетична привабливість, що робить їх конкурентоспроможними на світовому ринку декоративного каміння (<https://www.stonecontact.com/spain-white-limestone-quarries>).

У південній частині Іспанії (Альмерія, Андалусія, Мурсія, Валенсія) видобуток декоративного каміння та каменеобробка зараз характеризуються бурхливим розвитком. Уряд надає підприємствам п'ятирічні дозволи (ліцензії) на його видобуток. Часто такі дозволи надаються декільком компаніям, що працюють на одному і тому ж родовищі. При цьому кар'єри та інфраструктура (дороги, електромережі) перебувають у власності держави і здаються в зацікавленим компаніям в оренду. Контролюючі органи та громадськість пильно стежать за дотриманням підприємствами суворих екологічних вимог.

Історичним центром, який зберігає передові позиції у цій сфері залишається Андалусія. За даними асоціації виробників каменю Asociación Provincial de Empresarios del Marmol (APEM) сьогодні тут налічується близько 300 підприємств і їхня кількість щороку зростає на 20%. Кожного року тут видобувається 1,83 мільйона тон каменю, а річний обіг становить 237 мільйонів доларів. Більше того, за даними асоціації, щоб забезпечити подальший успіх галузі, фірми інвестували майже 230 мільйонів доларів у нові технології. Найпоширенішими і найпопулярнішими в регіоні є мармуризовані вапняки Maseal White.

Так само велика кількість видобувних компаній і кар'єрів зосереджена у провінції Мурсія. Найвідомішою торговою маркою декоративного каміння тут є Caliza Alba Limestone, що включає декілька сортів мармуризованих вапняків крейдового віку.

Провінція Аліканте також має значний розвиток видобутку декоративного каміння. Його виробники тут об'єднані тут в асоціацію Мармур Аліканте (Mármol de Alicante, Asociación de la Comunidad Valenciana). На південному заході провінції Аліканте (див. рис. 1) розташований один з найбільших у Європі кар'єрів з видобутку декоративного каміння [5]. Тут розробляється еоценові мармуризовані вапняки товщиною 130 м, що складають крило антикліналі з кутом падіння 60°. Виділяють вісім різновидів мармурів, які характеризуються привабливими рожевими (кремовими) відтінками (<https://marmoldealicante.com/en/>).

Тривалий час видобуток декоративних карбонатних порід ведеться також на півдні провінції Аліканте в горах Сьєрра-де-Калоза (Sierra de Callosa), де вже зараз виникають гострі проблеми з рекультивацією відпрацьованих гірничих виробок. В оглянутому районі діючі кар'єри розміщуються між містами Беніса і Морайра.

Стандартне обладнання для розробки кар'єрів включає фронтальні навантажувачі та алмазні канатні пилки. Для збільшення ефективності розробки компаніями активно впроваджуються сучасні передові методи видобутку,

3D-геологічне моделювання та нова техніка (<https://marmoldealicante.com/wp-content/uploads/2022/09/VISITA-MONTE-COTO-080922.pdf>).

Досвід Іспанії в організації видобутку і обробки декоративного каміння може бути корисним для України, яка володіє величезними ресурсами цієї сировини. Зазначимо, що значні родовища схожих з іспанськими мармуризованих вапняків пізньоязурського віку, зосереджені в Гірському Криму [1]. Водночас, поширені в Криму та на Керченському півострові, а також на півдні і заході України т.з. «пиляльні» вапняки крейди і кайнозою сформувались у платформних умовах, не зазнавши впливу високих тисків і температур. Це обмежує їх застосування як декоративного каміння.

Список використаних джерел

1. Сурова В.М., Ляшок В.І. (2014). Гемологічні характеристики мармуризованих вапняків Криму. Коштовне та декоративне каміння, 2, 22-25.
2. Escosa, F. O., Ferrer, O., & Roca, E. (2018). Geology of the Eastern Prebetic Zone at the Jumilla region (SE Iberia). *Journal of Maps*, 14(2), 77–86. <https://doi.org/10.1080/17445647.2018.1433562>
3. Estévez A., Vera J.A., Alfaro P, Andreu J.M., Tent-Manclús, J.E. & Yébenes A. (2014). Geología de la provincia de Alicante, Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, (12.1), 2-15.
4. Moseley, F. (1973). Diapiric and gravity tectonics in the PreBetic, (Sierra Bernia) of south-east Spain. *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España*, 84, 114–126.
5. Trigueros, Ordóñez, Benavente, Pastor, Tomás, Cánovas, & Pérez. (2024). Monte Coto limestone quarry in Pinoso (Alicante, SE Spain): Geological, geotechnical and exploitation aspects. *New Challenges in Rock Mechanics and Rock Engineering - Proceedings of the ISRM Rock Mechanics Symposium, EUROCK 2024*, 63-77. <https://doi.org/10.1201/9781003429234-5>.

УДК 544.2(549.5) + 378

ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ШПІНЕЛЬ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС ПРИ ПІДГОТОВЦІ ВЧИТЕЛЯ ХІМІЇ В УКРАЇНСЬКОМУ ДЕРЖАВНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ ІМЕНІ МИХАЙЛА ДРАГОМАНОВА

EXPERIENCE OF INTRODUCING INFORMATION ABOUT SPINEL INTO THE EDUCATIONAL PROCESS DURING THE TRAINING OF CHEMISTRY TEACHERS AT THE DRAGOMANOV UKRAINIAN STATE UNIVERSITY

Богатиренко Вікторія Альфредівна, к.х.н., доцент, доцент кафедри хімії¹, ORCID: 0000-0002-9967-0906, +38(068)3738965, vitaog@gmail.com

Каменських Дмитро Сергійович, к.х.н., старший науковий співробітник², ORCID: 0000-0002-7341-2386, +38(063)7521985, kam04@ukr.net

Андрєєва Олександра Володимирівна, завідувачка лабораторією фізичної та колоїдної хімії¹, +38(068)9445448; Andreeva2503@ukr.net

¹ Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, вул. Пирогова, 9, м. Київ-61, 01601, Україна

² Інституту біоорганічної хімії та нафтохімії імені Кухаря НАН України, вул. Мурманська, 1, Київ-94, 02094, Україна

Bohatyrenko Viktoriia, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Chemistry¹, ORCID: 0000-0002-9967-0906, +38(068)3738965, vitaog@gmail.com

Kamenskykh Dmytro, Ph.D., Senior Researcher², ORCID: 0000-0002-7341-2386, +38(063)7521985, kam04@ukr.net

Andreeva Oleksandra, Head of the Laboratory of Physical and Colloidal Chemistry¹, +38(068)9445448; Andreeva2503@ukr.net

¹ Mykhailo Dragomanov Ukrainian State University, 9 Pyrohova St., Kyiv-61, 01601, Ukraine

² Kukhar Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine, 1 Murmanska St., Kyiv-94, 02094, Ukraine

Анотація. Показано, що підготовка сучасного вчителя хімії має базуватись на глибокій інтеграції хімії з науками про Землю, наприклад, через проведення СТЕМ-досліджень мінеральних природних об'єктів. В межах курсу «Хімія Землі» методом гідрогенкарбонатного співосадження з розчинів солей – шенітів з подальшим твердофазним високотемпературним синтезом отримано неорганічні пігменти – алюмінати кобальту-цинку. Методом рентгенофазового аналізу доведено, що вони мають структуру шпінелі.

Ключові слова: хімічна освіта, курс «Хімія Землі», шпінелі, синтез, рентгенофазовий аналіз

Abstract. It is shown, that the training of modern chemistry teachers should be based on the deep integration of chemistry with Earth sciences, for example, through STEM research of natural mineral objects. Within the framework of the course "Chemistry of the Earth," inorganic pigments — cobalt-zinc aluminates — were obtained by the method of hydrogen carbonate co-precipitation of precursors — shenites, followed by solid-phase high-temperature synthesis. X-ray phase analysis proved that they have a spinel structure.

Keywords: chemical education, Earth Chemistry course, spinels, synthesis, X-ray phase analysis

Вивчення будови та умов утворення дорогоцінних каменів охоплює різноманітні хімічні поняття та висвітлює взаємодію багатьох хімічних і фізичних процесів, знання хімічних заміщень і змін кольору в кристалах. Опанування цими знаннями розширює хімічний світогляд майбутнього вчителя хімії, дозволяє вийти за рамки суто хімічної науки і наблизитись до розуміння природного середовища планети Земля.

Проте у сучасних підручниках з хімії для закладів загальної середньої освіти виявлена практично повна відсутність взаємозв'язку між мінералогією, гемологією та хімією. Така ситуація існує, наприклад, щодо вивчення складу, структури, властивостей та умов утворення таких дорогоцінних каменів як шпінелі, які можна віднести до оксидів за класифікацією хімічних сполук. У шкільній хімії подаються відомості про властивості і добування лише деяких оксидів: негашеного вапна (CaO), SiO_2 – тільки як піску, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ – як іржі та цинк оксиду ZnO . Інформація про будову цих сполук та їх різні природні кристалічні модифікації та форми кристалізації відсутня. Така обмеженість не виправдана з огляду на широке застосування цих речовин і в промисловості, і в технологіях, і в медицині, і в ювелірній справі. Зазначені прогалини в шкільній хімічній освіті йдуть в супереч основним тенденціям розвитку природничої освітньої галузі, визначеним стандартами базової та профільної середньої освіти, зокрема розвитку знань та вмінь застосовувати комплекс хімічних знань для пояснення та дослідження світу природи і забезпечення сталого розвитку. В цьому контексті необхідним стає більш глибока взаємна інтеграція хімії, геохімії та мінералогії.

Потрібно зауважити, що основна концепція природничої освіти, окреслена у відповідних стандартах, співзвучна із базовою концепцією сталого розвитку хімії на 21 століття, а саме розробкою і переходом на «зелені» хімічні технології синтезу нових матеріалів та продуктів, створення високотехнологічного обладнання та екологічно безпечних промислових циклів. На цьому шляху мінеральні ресурси стають абсолютно незамінними речовинами: природні мінерали можуть використовуватись з метою модифікації хімічних промислових реакцій і наближення їх до процесів, що відбуваються в природному середовищі. Принципи зеленої хімії враховують реакції між геологічними матеріалами та хімічними речовинами, щоб гарантувати відсутність екологічних ризиків, змін ландшафтів і навіть їхнє відновлення [6].

Для реалізації вимог щодо розвитку нових та переформатування старих технологій є потрібною підготовка здобувачів освіти базової та профільної школи з будь-якою майбутньою їх спеціалізацією – вони мають володіти знаннями про хімічний склад, будову та фізико-хімічні властивості природних сполук та умов їх утворення в геологічній історії Землі. Тому у вищій школі так важливою є відповідна підготовка вчителя хімії, який має власні напрацювання і сам здатний експериментально і теоретично досліджувати мінерали і породи земної кори («Teacher, start with yourself»). Саме для формування такого усвідомленого контакту людини з навколишнім матеріальним світом в Українському державному університеті імені Михайла Драгоманова до навчального плану підготовки бакалавра хімії за освітньою програмою «Середня освіта (Хімія)» введено курс «Хімія Землі».

Відповідно основною концепцією даної роботи стало дослідження, яке представляє основу для інтеграції двох освітніх напрямків – наук про Землю та хімії – шляхом впровадження технологій STEM у викладання хімії за допомогою проектного навчання. Дослідження мало на меті сформувати у студента – хіміка спеціальності Середня освіта (Хімія) необхідні знання та вміння, які сприятимуть підвищенню інтересу учнів/учениць ЗЗСО до хімії і мінералогії у подальшій їх професійній діяльності.

Розроблений проект включає теоретичну і науково-дослідницьку частини. Теоретична частина охоплює інформацію щодо досить запутаної історії знайомства людства зі шпінелями – мінералами з загальною формулою AB_2O_4 . Виявилось, що шпінелі, порівняно з іншими, були менш відомі як коштовні камені, їх плутали з рубіном та не надавали значення як окремому мінеральному виду. До розвитку мінералогії та хімії кольор, зовнішній вигляд і походження були традиційним і загальноприйнятим способом опису та ідентифікації цих каменів [5]. Основними критеріями відбору були розмір та колір у термінах «великий» та «червоний». Тому камені, що відомі в сучасній гемології як рубін, шпінель і гранат, упродовж більшої частини людської історії продавали як «червоне каміння».

Походження слова «шпінель» неясне. Слово «шпінель» було прийнято Французькою академією наук 1762 року, можливо, від італійського *spinello*, що означає «суглоб» або *spina*, що означає «шип». У 1783 році мінералог Жан батист де Ліль остаточно довів різницю між шпінеллю та корундом.

Отже тільки близько 200 років тому європейські мінералоги навчилися відокремлювати рубін від шпінелі. Порівняно з рубіном насиченість кольору шпінелі зазвичай слабша. Шпінелі мають більш «холодну» красу на відміну від рубінів. З цієї причини шпінелі «балас-рубіни» в минулому вважали «жіночими» рубінами.



Рис. 1. Зовнішній вигляд шпінелей - «рубіну Тимура» (а) та «рубіну "Чорний принц"» (б)

Хоча відома з давня в Європі шпінель $MgAl_2O_4$, яку знали як «рубін», здебільшого не розглядалась як коштовне каміння, вона присутня в багатьох королівських ювелірних виробках» і ще з XI століття прикрашала корони великих королів та імператорів. Саме тому її жартома довго називали «витонченим самозванцем» в історії. Цей парадокс означає, що червона шпінель все ж цінувалася впродовж століть як один з найцінніших каменів. Згодом насичено червоні рубіни, що є корундами Al_2O_3 з ізоморфними заміщеннями атомами Cr, стали вважати дорожчими і ціннішими. З'ясувалось, що рубін є дуже рідкісним мінералом і єдиним історичним джерелом рубінів до 20-го століття була Бірма – може тому вони і надзвичайно коштовні [3].

З рештою королівські дома Європи швидко з'ясували, що їх колекційні коштовні прикраси інкрустовано рубіновою шпінеллю, а не рубінами. Серед відомих велетнів – «рубін Чорний принц» – вагою 170 карат, який належав колекції королеви Англії Єлизаветі. Шпінель «Рубін Тимура» вагою 361 карат має довгу історію, але з 1849 року був подарований королеві Вікторії і з того часу знаходиться в Букінгемському палаці. Центр іранської корони – самаритянська шпінель вагою більше ніж 500 каратів. Знаменитий рубін Балас – «червоне каміння з Бадахшану» за сучасною класифікацією є також шпінеллю [2, 4, 7].

Першу шпінель було знайдено ще в IX ст. до н.е. Найвідоміше родовище шпінелі яке сьогодні ще функціонує і знаходиться в зоні Памірських гір, було виявлене Марко Поло. Його називають Кух-і-Лал.

На родовищі шпінелі Кух-і-Лал рубіни не зустрічаються, хоча зазвичай шпінелі і рубіни знаходять в одних і тих самих районах видобутку. Шахти Кух-і-Лал (відомі в гемологічній літературі як «Бадахшанські рубінові рудники») розташовані на території сучасного Таджикистану на знаменитому Шовковому шляху, що зв'язував Європу з Азією. Вважають, що вони були виявлені після землетрусу у 7-му столітті і стали основними світовими джерелами великих кристалів шпінелі. У цих шахтах, ймовірно, добували «рубін Чорного принца», «рубін Тимура» та інші великі шпінелі. З моменту відкриття Марко Поло цього каменю ним почали інкрустувати корони та діадеми королів і принцес Великобританії, Німеччини та Франції. Більшість шпінелі з Кух-і-Лал мають тенденцію до рожевого кольору. Але, як і всі, вони світліших тонів, насиченість кольору наростає з розміром. Пояснює цей ефект проста оптика: у міру того, як шлях світла всередині каменю стає довшим, колір стає більш насиченим.

Мінерал також поширений на Шрі-Ланці, у М'янмі, в Таїланді, В'єтнамі, Кампучії, Індії та Австралії. Основним районом видобутку шпінелі у 20-у столітті була Могока (Бірма), «рубінова земля» колишніх бірманських королів. Видобуток саме червоної шпінелі протягом багатьох років тут вважали побічним продуктом від видобутку рубіна і дешевшою альтернативою рубіну. Червону бірманську шпінель Могока можна знайти в багатьох відтінках, тонах і насиченості: від найсвітлішого рожевого до помаранчево-червоного (який називають полум'яною шпінеллю), пурпурно-червоного і до чисто червоного (в минулому називали рубіновою шпінеллю). Оскільки інтерес до шпінелі був слабким протягом багатьох років, основним фактором якості для шпінелі Могока було те, щоб вона виглядала як рубіни, тобто мала високу червону насиченість. Такі каміння, як і раніше, цінуються на традиційних ринках Женеви у Швейцарії. Ще одним важливим джерелом рубінів і шпінелі є і залишається М'янма (Нам'я) – невелике селище недалеко від нефритової шахти Хпакант (штат Качин, Бірма).

У В'єтнамі, недалеко від Люк Єна, видобуток рубінів і шпінелі почався після 1990 року. Шпінелі знаходять тут під рисовими полями і в мармурі карстових скель [1]. Велика частина в'єтнамської продукції складається з яскравих дорогоцінних каменів від пастельно-рожевого до пастельно-фіолетового кольору, рис. 2. У Танзанії шпінелі були знайдені в 1980-х роках у мармурах біля Матомбо і Махенге в провінції Морогоро. З 2000 року у регіоні Махенге було більше шахтарів, які видобувають шпінелі, ніж рубіни. У серпні 2007 року відкриття чотирьох величезних кристалів шпінелі вагою від шести до п'ятдесяти чотирьох кілограмів принесло шпінельну лихоманку в Танзанію. Ці гігантські кристали шпінелі були непрозорими у своїй центральній частині, але прозорий матеріал ювелірної якості був знайдений біля зовнішнього боку. Шпінель знову набула ювелірної сили. Сьогодні шпінелі отримали належну увагу та визнання через свої унікальні хімічні, фізичні властивості та широку палітру кольорів, табл. 1.



Рис. 2. Представники шпінелей від пастельно-рожевого до пастельно-фіолетового кольорів

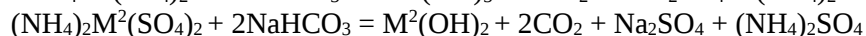
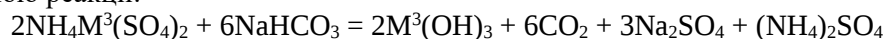
Приклад шпінелі	Характеристика шпінелі
Чорна природна шпінель (високозалізіста)	Намагнічується через великий вміст заліза (Fe). Цей різновид називають плеонаст.
Червона шпінель	Природна й синтетична шпінелі флуоресціює у довгохвильовому та короткохвильовому світлі. Спектральний аналіз показує тонкі R-лінії в діапазоні 680-700 нм, що вказує на наявність хрому (Cr) як барвника. Рентгенівські спектри підтверджують високий вміст Cr, як барвника при незначній кількості інших елементів.
Фіолетова шпінель	Має властивість до зміни кольору: за штучного освітлення з'являється рожевий відтінок.
Темно-фіолетова шпінель з ефектом астеризму (4-х променева зірка).	Може піддаватися дифузійній обробці. Ознаки такої обробки – сіре забарвлення поверхні та високий вміст титану (Ti), за даними рентгенівського аналізу. Шпінель такого кольору часто потребує облагороджування.
Синя та блакитна синтетичні шпінелі	Синтезована методом Вернейля При дослідженні з фільтром Челсі виявляє червоне світіння, що пов'язано з наявністю кобальту (Co).

Науково-дослідницька частина проекту основана на синтезі синього Co-пігменту зі структурою шпінелі CoAl_2O_4 , колір якого регулюється домішками Zn^{2+} . У кристалічній структурі кобальт(II) алюмінату чотири аніони Оксигену (4O^{2-}) розташовані в кубічній щільно упакованій решітці, а катіони металічних елементів займають октаедричні (Co^{2+}) і тетраедричні (2Al^{3+}) позиції в решітці [8]. Синій пігмент кобальту – це вибір для використання в керамічних продуктах під глазур'ю, оскільки він має високу стабільність забарвлення та стійкий при високих температурах, навіть вище 1360°C .

Кобальтові пігменти демонструють синій та блакитний кольори після введення Zn^{2+} та Ni^{2+} у структуру шпінелі. Навіть CoAl_2O_4 може показати зміну кольору від рожевого на блідо-фіолетового кольору, коли певна кількість Co^{2+} замінює Al^{3+} в октаедричних позиціях, а розмір кристаліту досить невеликий. Окрім основної причини – розподілу катіонів, колір також може змінюватися з масштабом кристаліту від 0,1 до 10 нм.

Основним недоліком сучасних пігментів на основі CoAl_2O_4 є те, що колір, включно з відтінком і насиченістю, важко контролювати. Розрізняють дві причини таких відмінностей у кольорі. По-перше, на мікрорівні вільні Co^{2+} та Al^{3+} не можуть повністю і чітко залишатися в тетраедричних або октаедричних позиціях. По-друге, Co^{2+} може окиснюватись до Co^{3+} , що дозволяє частковий перехід з тетраедричної координації в октаедричну. В свою чергу, це спричиняє зміни кристалічної структури, зокрема параметра решітки, довжини зв'язку, радіусу іонів тощо.

Оскільки у структурі шпінелі $(\text{Co}_x\text{Zn}_{1-x})[\text{Al}_2\text{O}_4]$ Алюміній має валентність III, її отримували методом гідроген карбонатного співосадження або механічної гомогенізації (метод оксалатного співосадження не застосовують) з розчинів сульфатів Al, Co, Zn за температури 90°C згідно з загальною схемою реакції:



де M^3 – Al або Cr; M^2 – Zn, Ni або Co. Вихід продукту становив 62 %. Одержану суміш піддавали термічному випалюванню.

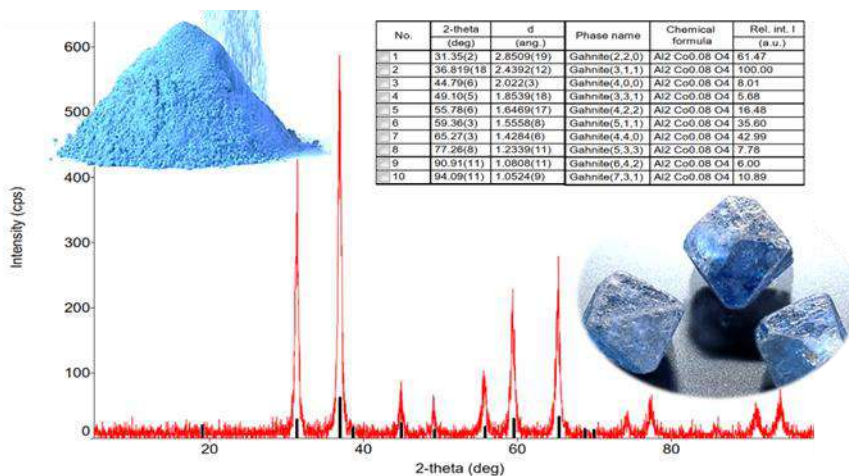


Рис. 3. Рентгенофазова діаграма сполуки $(\text{Co}_x\text{Zn}_{1-x})[\text{Al}_2\text{O}_4]$ (відповідає шпінелі - ганіт)

Спектри рентгенівської дифракції синтезованого пігменту кобальту після термічної обробки представлений на рис. 3. Відповідно до JCPDS-OCDD піки (220), (311), (400), (331), (422), (511) та (440) в основному відповідають кубічній структурі шпінелі. Таким чином, порошок CoAl_2O_4 складається з чистої структури шпінелі (просторова група $Fd-3m$). Про формування структури шпінелі високої чистоти під час високотемпературного випалювання порошоків свідчать високі та гострі вершини спектра. Співвідношення другого за величиною до найсильнішого піку $I(220)/I(311)$ вводиться для розрізнення двох можливих фаз – Co_3O_4 та CoAl_2O_4 , оскільки вони мають подібні спектри та той самий індекс Міллера, але різну інтенсивність. Утворення різних фаз після термічної обробки є причиною того, що пігментні порошки мають різні кольори. Насправді відтінок залежить від розподілу катіонів $\text{Co}^{2+}/\text{Co}^{3+}$ у решітці шпінелі з просторовою групою $Fd-3m$. Наявність Co_3O_4 (один йон Co^{2+} у тетраедричному положенні та два йони Co^{3+} у положенні октаедра) або Co_2AlO_4 (один йон Co^{2+} у положенні тетраедра та один йон Co^{3+} у положенні октаедра) впливають на чистоту та колір кобальтового синього: Co_3O_4 робить колір пігментів більш темним, а Co_2AlO_4 – більш блакитним. Яскравий блакитний колір синтезованого пігменту та відповідність структурі шпінелі – інтенсивність піка (311) становить 100 % – вказують на переважну присутність фази CoAl_2O_4 .

Висновки. Дослідження, представлені роботі, є наглядним прикладом інтеграції хімії з мінералогією, який легко відтворюється, у тому числі і на базі сучасних шкільних лабораторій. Відповідно підготовка вчителя хімії до проведення таких занять є необхідною, що відповідає основним тенденціям розвитку освітньої концепції НУШ та зеленої хімії.

Список використаних джерел

1. Belley Ph., Palke A. Purple Gem Spinel from Vietnam and Afghanistan: Comparison of Trace Element Chemistry, Cause of Color, and Inclusions. *Gems and Gemology*. 2021. 57(3):228-238. DOI: [10.5741/GEMS.57.3.228](https://doi.org/10.5741/GEMS.57.3.228)
2. Giuliani G., Groat L.A., Fallick A.E., Pignatelli I., Pardieu V. Ruby Deposits: A Review and Geological Classification. *Minerals*. 2020. 10. 597. <https://doi.org/10.3390/min10070597>
3. Malsy A., Klemmb L. Distinction of Gem Spinel from the Himalayan Mountain Belt. *Chimia*. 2010. 64. 741–746. URL: https://www.chimia.ch/chimia/article/view/2010_741/4201
4. Pardieu V., Farkhodova T. Spinel from Tajikistan. The gem that made famous the word "Ruby". *International Colored Gemstone Association*, 2019. V.43. 29-33. URL: <https://www.researchgate.net/publication/339439345>.
5. Pardieu V., Hughes R. W. Spinel: resurrection of a classic. *InColor. Gemology*. 2008. 07(01). 11-18. URL: <https://www.researchgate.net/profile/Vincent-Pardieu/publication/264973257>
6. Sonia GUIza-González . Green chemistry and mineral resources. *Geochemical. Handheld spectroscopy. Green chemistry*. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/green-chemistry-mineral-resources->

[sonia-guiza-gonz%C3%A1lez](#) (Published Feb. 5, 2022)

7. The history of the Tajik lala. What stone adorns the crowns of two empires? *YourTJ. Life*. URL: <https://your.tj/istorija-tadzhikskogo-lala-kakoj-kamen-ukrashaet-korony-britanskoj-imperii-i-imperatorskoj-rossii/>

8. Zhang W., Li Z., Wu G., Wu W., Zeng H., Jiang H., Zhang W., Wu R., Xue Q. Effects of Coloration of Spinel CoAl₂O₄ Cobalt Blue Pigments: Composition, Structure, and Cation Distribution. *Inorganics*. 2023. **11**. 368. URL: <https://doi.org/10.3390/inorganics11090368>

УДК 549.091.3+549.091.4+549.091.5+549.091.7

ДОСЛІДЖЕННЯ ОГАНОВАНОГО СФАЛЕРИТУ STUDY OF CUT SPHALERITE

Ладжун Юрій Іванович, канд. геол. наук, керівник відділу експертизи дорогоцінного каміння¹, +38066 212 8693, Ladg1978@gmail.com

Гаєвський Юрій Дмитович, головний фахівець відділу експертизи дорогоцінного каміння¹, ORCID: 0009-0005-4781-0806, +38044 492 9321, gud@gems.org.ua

¹ Державний гемологічний центр України, вул. Дегтярівська 38–44, Київ, 04119, Україна

Ladzhun Yuriy, Ph. D, head of the department¹, +38066 212 8693, Ladg1978@gmail.com

Gaievskiy Iurii, chief specialist¹, ORCID: 0009-0005-4781-0806, +38044 492 9321, gud@gems.org.ua

¹ State Gemmological Center of Ukraine, 38–44 Deghtyarivska Str., Kyiv, 04119, Ukraine

Резюме. Проведені дослідження гемологічних характеристик, хімічних і фізичних властивостей оганованого сфалериту.

Ключові слова: гемологічні характеристики, хімічні та фізичні властивості

Summary. *Gemmological properties, chemical and physical diagnostic features of cut sphalerite have been studied.*

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

У гемологічній лабораторії ДГЦУ було проведено дослідження каменя, представленого жовтим оганованим сфалеритом. Необхідно зазначити, що цей камінь дуже зрідка використовують як огановану вставку.

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

Визначення діагностичних гемологічних характеристик проводилося за допомогою стандартного гемологічного обладнання.

Методи досліджень: рентгенофлуоресцентний аналіз (далі – РФА), мікроскопічні дослідження, визначення показника заломлення, плеохроїзму, флуоресценції.

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

Для мікроскопічних досліджень використовувалися гемологічний мікроскоп «Gemmater L 230V» та іммерсійний мікроскоп Eickhorst.

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

Показник заломлення визначався за допомогою рефрактометра «Eickhorst»

Дослідження плеохроїзму виконувалось за допомогою дихроскопа «Schneider».

На дослідження було надано один зразок, який представлений вставкою оранжево-жовтого кольору, масою 4,03 ст, у вигляді огранованого каменя.

Цей об'єкт прозорий при огляді зверху (рис. 1), країна походження не визначена. При вивченні за допомогою мікроскопа було встановлено велику кількість різноманітних включень по всьому об'ємі каменя.

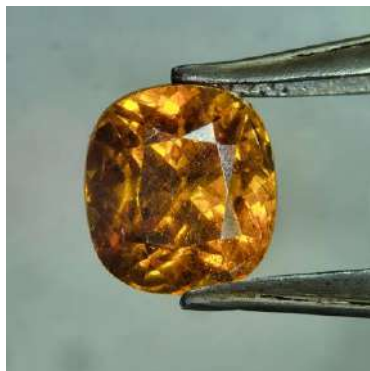


Рис. 1. Огранований сфалерит

Загальні характеристики:

- назва об'єкта – огранований камінь.
- походження – природний.
- облагородження – відсутнє.
- класифікаційні характеристики.
- тип/форма огранування каменя – змішаний / кушон.
- геометричні розміри (мм) – 7,73*8,51; h=6,76.
- маса (ст) – 4,03.
- колір – оранжувато-жовтий.
- гемологічні характеристики.
- показник заломлення $> 1,79$.
- оптичний характер – ізотропний.
- густина (гр/см^3) – 4,08.
- плеохроїзм – відсутній.

Характер флуоресценції:

- довжина хвилі 365 нм – відсутня;
- довжина хвилі 254 нм – відсутня.

Мікроскопічні дослідження. Вивчення оптичного характеру за допомогою полярископа виявило, що камінь ізотропний. Також у ньому були діагностовані численні газово-рідинні включення при вивченні у мікроскопі. Також, за допомогою мікроскопу, були виявлені ознаки невеликої твердості у вигляді подряпин, спайності – площини спайності, дисперсії, та зонального забарвлення.

Дослідження об'єкта методом РФА виявлено такі хімічні елементи: S, Fe, Zn, Cd, Hg.

Крім того були проведені дослідження за допомогою спектроскопу, де досліджувалась наявність домішок, які впливають на забарвлення.

Сукупність отриманих результатів дослідження свідчить про те, що на експертизу була надана незвичайна ювелірна вставка, а саме огранований сфалерит.

Він є рідкісним матеріалом на українському ювелірному ринку.

Список використаних джерел

1. Mohsen Manutchehr-Danai Dictionary of Gems and Gemology (2nd edition) Springer Berlin 2005 vi + 879 pp. ISBN: 3 540 2397.

2. Gem Reference Guide (1993) Gemological Institute of America, Santa Monica, California. ISBN: 0-87311-029-3.

3. Андерсон Б. Определение драгоценных камней. Москва: Мир камня, 1996. 456 с.

УДК 56.0

МАМУТИ ПРОТИ МАМОНТІВ MAMMUTHUS (EUROPEAN) VS. MAMMOTHS (SIBERIAN)

Пилипенко Дмитро Олександрович, Пилипенко Ірина В., зареєстрована торгова марка "Paleo", Київ, Україна, paleo.ua@gmail.com
Pylypenko Dmytro, Pylypenko Iryna, The registered trademark «Paleo», Kyiv, Ukraine, paleo.ua@gmail.com

Анотація: Аналіз ринку скелетів мамута. Зміни, якими може скористатися український виробник.

Ключові слова: скам'янілості, мамути, мамонти, скелети

Summary: Analysis of the mammoth skeleton market. Changes that Ukrainian producers can benefit from.

Keywords: fossils, mammuthus, mammoths, skeletons

Чому мамуту – так, а мамонту – ні. Війна за незалежність України запустила процеси дерусифікації навіть для таких начебто вживаних слів як “мамонт”. На жаль, мамонти були інфільтровані в українську культуру та науку, починаючи з репресивних 30-х років XX століття. Наразі деякі провідні наукові установи України, як Геологічний музей Київського національного університету імені Тараса Шевченка та Державний гемологічний центр України Міністерства фінансів України, у своїй документації вже відновили вживання автентичного українського слова “мамут” [1].

Загальний огляд ринку мамутової кістки. Після підписання Конвенції про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що перебувають під загрозою зникнення (CITES) обіг слонової кістки та виробів з них різко скоротився (особливо офіційний). Проте ринок знайшов гідний аналог бивням сучасних слонів. Замінником стали бивні викопних мамутів, переважно пізньоплейстоценових волохатих мамутів *Mammuthus primigenius*. Цей вид вимер у материковій Євразії близько 12 тисяч років тому, а перед цим домінував серед древніх хоботних кілька десятків тисяч років поспіль. У вічній мерзлоті бивні волохатих мамутів зберігаються без обмеження в терміні придатності, внаслідок чого вони там накопичувалися тисячоліттями. Бивні високої якості та зуби мамутів цінуються не тільки колекціонерам, але й майстрами-різьбярами.

У цій доповіді автор зосередить увагу саме на колекційному матеріалі, до якого крім бивнів та зубів відносяться також кістковий матеріал (черепа, нижні щелепи, розрізнені кістки, великі кістки, композитні, цілі скелети тощо). З екзотичних матеріалів з вічної мерзлоти можна придбати навіть шерсть волохатого мамута.

Географія місцезнаходжень мамутів.

Північне море (переважно Нідерланди). Найбільш відомим джерелом знахідок мамутової фауни в Європі є Північне море. Зокрема чимало нідерландських фосил-дилерів співпрацюють з рибалками, викуповуючи їхній викопний улов. Для рибалок це супутній улов, який потрапляє в риболовецькі тенета. Ціна договірною, порядку 50 євро за ящик без переборки (до 1,5 євро за 1 літр). Перважно це уламки кісток різних тварин. Часом північноморські рибалки виловлюють дорожчі скам'янілі рештки - цілі бивні і навіть черепа мамутів. Цікаво, що після шторму на березі в районі Гааги також можна знайти викопні кістки.

За своєю якістю матеріал із Північного моря знаходиться між типовими знахідками материкової частини Європи та знахідками із вічної мерзлоти. Проте потребує багатомісячного відмочування в прісній воді, адже при різкому висиханні морські солі розривають внутрішню структуру кістки.

Річки Центральної та Східної Європи (Німеччина, Угорщина, Польща, Україна). На європейських мінералогічних виставках можна побачити стенди з річковими знахідками решток

мамутової фауни таких країн, як Німеччина, Угорщина, Польща тощо. Український матеріал все частіше потрапляє на подібні виставки.

Знахідки з річок мають характерний темно-коричневий колір. Зазвичай такий матеріал посереднього стану збереження із втратами, але бувають виключення.

Левову частку річкових знахідок видобувають професійні дайвери. Частина відбирається при намівних роботах або просіюванні річкового піску.

Північна Америка. На Алясці відомі плейстоценові знахідки не тільки волохатого мамута, але й кількох інших видів, які існували одночасно, наприклад, імператорського мамута *Mammuthus imperator* та колумбійського мамута *Mammuthus columbi*. Однак відчутного заповнення ринку північноамериканським матеріалом не відчувається, зокрема в Європі.

Китай. Чимало кісткового матеріалу продається на внутрішньому ринку Китаї. Причому це як місцеві знахідки, так і сибірські. Ціни тут найменші у світі – 30-40 десятків тисяч доларів за композитний скелет мамута. Проте тоталітарна влада Комуністичної партії Китаю не дозволяє експорт подібних скам'янілостей.

Сибір. Найпоширенішим до недавнього часу були зразки з вічної мерзлоти в Азії. Епіцентром знахідок є Республіка Саха (Якутія). Якути намагаються контролювати видобуток мамутової кістки та інших знахідок мамутової фауни. Діяльність можлива лише за ліцензією. Без дозволів неможливо офіційно вислати за межі республіки навіть у сусідні суб'єкти федерації.

Частка сибірського матеріалу на європейських виставках суттєво зменшилася в останні роки. Останні роки стенди зі скелетами мамута відсутні на Мюнхен мінерал шоу. В цьому 2025 році стенд із колекційним матеріалом (формально балтійська компанія) взагалі не приймав участь. Інший стенд (формально німецька компанія), яка пропонує бивні та вироби з них, цього року вдвічі зменшила виставкову площу на Мюнхені. На виставці Сант-Марі-о-Міне, яка конкурує за розмірами з Мюнхеном, цей стенд взагалі з'їхав перед відкриттям виставки через підвищену увагу французьких контролюючих органів.

За свідченням фосил-дилерів частка сибірського матеріалу відчутно зменшилася не тільки в Європі, але в Америці. Деякі вироби з бивня на світовий ринок потрапляють через Китай - Гонконг. Є всі підстави вважати, наразі відбулася "заморозка" великої частини ринку зразків із вічної мерзлоти.

Прайси на скелети. В Україні автор нарахував із відкритих джерел 15 скелетів волохатих мамутів в музеях державної форми власності (разом із тимчасово окупованими територіями), не рахуючи скелетів викопних хоботних інших видів. Більшість скелетів зібрано в ХХ столітті за часів УРСР. Тому собівартість важко порахувати.

Із відкритих джерел відновлені роботи скелета мамута у Державному природознавчому музеї НАН України (Львів) обійшлися в півмільйона гривень. По курсу середини 2010-х це приблизно 20 000 доларів. Цікаво, що мамутові рештки були знайдені в 1907 році в озокеритових шахтах біля Старуні на Івано-Франківщині [2]. Гірський віск створює безкисневе середовище, муміфікуючи м'які тканини, що дозволяє зберігатися решткам без холоду вічної мерзлоти. Експозиція львівського скелета виконана в строго науковому стилі — без реконструкції втрачених частин. Скелет установлено нестандартно: його закріплено до стелі виставкової зали, а не на металевому каркасі на підлозі.

Найдешевшим мамутом в Україні, ймовірно, можна вважати скелет в Донецькому краєзнавчому музеї (м. Краматорськ). Зібраний зусиллями волонтера та любителя палеонтології Віктором Геращенко. З його слів, гроші йому надавали місцеві бізнесмени-меценати, кістки купував по всій Україні переважно через інтернет-аукціони та онлайн-об'яви. З монтажем допомагали безпосередньо працівники місцевого краєзнавчого музею. Звісно, цей скелет має численні недоліки – в якості черепа використаний пофарбований череп мертвого слона, а бивні зроблені з пап'є-маше. Всього було витрачено 300 тисяч гривень (10 тисяч євро по курсу 2017 року) [3].

Для порівняння за скелет мамута на Мюнхені 2019 року прохали 300 тисяч євро. Естимейти на великих аукціонах бувають навіть вище. Проте автору відомий випадок, коли, скажімо, за 120 тисяч євро скелет мамута не був проданий. В цілому ціни на мамутів не є сталими та залежать від багатьох факторів: відсоток збереженості, розмір скелета, естетика скелета, якість та розмір бивнів, кістки

належать одній особині або зібраний з різних особин (компонентний скелет), супроводжувальні документи, які доводять легальне походження експоната, легенда про обставини знахідки тощо.

Монтаж скелета. Формально повний скелет мамута складається з майже 300 кісток. Проте деякі окремі позиції складаються з кількох або багатьох кісток, як от череп. Тому коли йдеться про практичну частину збірки скелета – це максимум 200 кісток. При чому, зазвичай відсутні повні набори кісток лапи (кість, стопа, фаланги пальців) та хвостові хребці. Отже, якщо присутні череп, бивні, великі та основні кістки – разом понад 100 кісток – вже можна приступати до складання скелету. Ціна на такі набори може сягати десятки тисяч доларів.

Треба враховувати, що вартість якісного монтажу скелета мамута в Західній Європі – близько 20 000 євро – оплата роботи кількох кваліфікованих працівників на кілька місяців та ціна матеріалів для кріплення кісток.

Автор знає кілька випадків комерційної збірки скелетів в Україні, проте якість жодної з них не можна назвати прийнятною. Це можна пояснити тим, що замовники на внутрішньому ринку не готові переплачувати за якість, а також відсутністю практики у фахівців.

Висновки. Зменшення пропозицій сибірського “мамонта” суттєво збільшує попит на мамутів із інших місцезнаходжень. Український матеріал потроху відвойовує свою частку у світі. На думку автора, український видобуток може сягати від кількох скелетів мамутів щорічно. Для цього потрібно надати можливість професійним дайверам рятувати матеріал в зонах активного вимивання під місцями скидів дніпровських гідроелектростанцій та вільний ринок.

Список використаних джерел

1. Дмитро Пилипенко, Юрій Шевела. Повернення мамута в обіг української мови замість мамонта; Геологічні музеї і колекції: їх роль в науці, освіті та туризмі. Матеріали науково-практичної міжнародної конференції (Львів, 6-8 грудня 2023 року). – Львів: Каменяр, 2023, сторінки 102-103.

<https://geology.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2023/12/Conference-Geological-Museums-2023.pdf>

2. Льодовикова епоха: Повернення мамута до Львова, Повідомлення НАН України, 12.08.2019

<https://www.old.nas.gov.ua/UA/Messages/Pages/View.aspx?MessageID=5396>

3. Унікальна знахідка: як у Краматорську виявили скелет мамонта, репортаж від 08.11.2017

<https://www.5.ua/regiony/unikalna-znakhidka-uk-u-kramatorsku-vyavyly-skelet-mamonta-158873.html>

УДК 327.8+339.1+549.211

КІМБЕРЛІЙСЬКИЙ ПРОЦЕС І ВИКЛИКИ ЩОДО ВИЯВЛЕННЯ ШЛЯХІВ ОБХОДУ МІЖНАРОДНИХ САНКЦІЙ ПРОТИ РОСІЙСЬКИХ ДІАМАНТІВ *THE KIMBERLEY PROCESS AND THE CHALLENGES OF IDENTIFYING WAYS TO CIRCUMVENT INTERNATIONAL SANCTIONS AGAINST RUSSIAN DIAMONDS*

Кормакова Катерина Євгенівна, головний фахівець відділу експертизи алмазів¹,
kormakova.kater@gmail.com

Татарінцев Володимир Іванович, кандидат геолого-мінералогічних наук, заступник директора - керівник відділу експертизи алмазів¹, tat@gems.org.ua

Вишневська Лариса Іванівна, головний фахівець відділу експертизи алмазів¹, vishn@gems.org.ua

¹ Державний гемологічний центр України, вул. Дегтярівська 38–44, Київ, 04119, Україна

Kormakova Kateryna, chief specialist of Diamond Grading Department¹, kormakova.kater@gmail.com

Tatarintsev Volodymyr, PhD in Geology, Deputy Director, Head of the Diamond Grading Department¹, tat@gems.org.ua

Vyshnevskaya Larysa, chief specialist of Diamond Grading Department¹, vishn@gems.org.ua

¹ State Gemmological Center of Ukraine, 38–44 Deghtyarivska Str., Kyiv, 04119, Ukraine

Анотація. Кімберлійський процес як міжнародна система сертифікації необроблених алмазів створений для запобігання потраплянню на світовий ринок необроблених діамантів, продаж яких фінансує збройні конфлікти в Африці, так званих «кривавих діамантів». В статті висвітлено головні аспекти діяльності КП, нові виклики щодо виявлення і запобігання глобальної алмазної торгівлі для обходу міжнародних санкцій проти російських діамантів. Після початку широкомасштабної війни росії проти України зміст терміну «криваві діаманти» має бути розширений, оскільки продаж сировинних алмазів, видобутих на території росії підтримує фінансування бойових дій на території України.

Ключові слова: Кімберлійський процес (КП), міжнародна система сертифікації необроблених алмазів, «криваві діаманти», міжнародні санкції

Abstract: The Kimberley Process, as an international certification system for rough diamonds, was created to prevent rough diamonds, the sale of which finances armed conflicts in Africa, the so-called "blood diamonds", from entering the world market. The article highlights the main aspects of the KP's activities, new challenges in identifying and preventing the global diamond trade to circumvent international sanctions against russian diamonds. After the start of a large-scale war between russia and Ukraine, the meaning of the term "blood diamonds" should be expanded, since the sale of rough diamonds mined in Russia supports the financing of hostilities in Ukraine.

Keywords: Kimberley Process (KP), international certification system for rough diamonds, "blood diamonds", international sanctions

Вступ. Кімберлійський процес (Kimberley Process Certification Scheme, KPCS) – це міжнародна система сертифікації необроблених діамантів, створена у 2003 році під егідою ООН. Її головна мета – запобігання потраплянню на світовий ринок так званих «кривавих діамантів», продаж яких фінансував збройні конфлікти в Африці. На сьогодні до Кімберлійського процесу входять 60 учасників (понад 80 держав, враховуючи країни ЄС), які контролюють 99% світової торгівлі необробленими алмазами.

Основним документом, який регулює діяльність КП є Сертифікаційна схема Кімберлійського процесу (ССКП), затверджена вповноваженими головами урядових делегацій 52 країн, в тому числі України, 5 листопада 2002 року в Інтерлакені, Швейцарія (Інтерлакенська декларація). Сертифікат Кімберлійського процесу (КП) являє собою офіційний міжнародний документ, який підтверджує, що партія необроблених діамантів не пов'язана з фінансуванням збройних конфліктів і походить із легального джерела. В Україні за відповідним наказом Міністерства функції національного органу КП виконує ДГЦУ. В обов'язки ДГЦУ входить:

- проведення експертних робіт під час митного оформлення діамантів;
- оформлення сертифікатів КП та інших супровідних документів на необроблені діаманти;
- створення і ведення комп'ютеризованої бази даних про необроблені діаманти, які ввозяться на митну територію України та вивозяться з митної території України;
- щоденне вирішення адміністративних питань співробітництва з країнами-учасницями та керівництвом КП;
- підготовка та подання пропозицій щодо впровадження вимог ССКП в законодавство України.

ДГЦУ також є членом Робочої групи діамантових експертів КП (WGDE), Спеціального комітету з перегляду та реформ (АНСРР) та його робочих підгруп з дефініції конфліктних діамантів (Work group Definition) і перегляду Основного документа (Work group Core Document).

За більше ніж 20-річну історію існування КП у світі сталося дві події, завдяки яким дискусія набула загострення. Це – розстріл мирних громадян – старателів урядовими військами Зімбабве на діамантовому родовищі Маранге у 2008 році і війна росії проти України, розпочата у 2014 році та широко розгорнута у 2022 році. У першому випадку кров проливалась через діаманти внаслідок репресивних дій законного уряду Зімбабве, а не внаслідок дій повстанців. У другому випадку кров проливається так само не внаслідок дій повстанців, а внаслідок дій уряду росії, який залучає діаманти для фінансування своєї збройної агресії проти України. Після початку повномасштабної агресії російської федерації проти України у 2022 році перед Кімберлійським процесом постав новий виклик –

використання глобальної алмазної торгівлі для обходу міжнародних санкцій проти російських діамантів. Це поставило під сумнів ефективність системи контролю та показало політичні слабкості організації.

Оскільки Кімберлійський процес діє на основі консенсусу, усі рішення ухвалюються лише за згодою всіх учасників і багато пропозицій блокуються деякими країнами-учасницями.

Після 2022 року країни G7 та Європейський Союз ухвалили санкції, що обмежують імпорт і торгівлю російськими діамантами. Починаючи з 2024 року, ці заходи набувають поетапної сили: спочатку заборонено прямий імпорт діамантів із РФ, а згодом – і каменів, оброблених у третіх країнах, якщо вони мають російське походження.

Однак на практиці з'ясувалося, що існують численні шляхи обходу санкцій, серед яких можна виділити наступні:

- реекспорт через треті країни (наприклад, Індію, ОАЕ, Гонконг);
- фальсифікація документів і змішування партій діамантів різного походження;
- використання мереж посередників для приховування джерела видобутку;
- недосконалість системи сертифікації, яка контролює лише необроблені, а не оброблені камені.

На сьогоднішній день, Кімберлійський процес не має механізму санкцій або примусу щодо держав-учасниць, тому він не може безпосередньо зупинити участь Росії у світовій торгівлі діамантами. Однак за підтримки країн-учасниць, які підтримують Україну в її боротьбі з російською федерацією, вдалося зробити певні кроки у напрямку протидії обходу санкцій проти російських алмазів.

З огляду на недоліки КП, країни G7 ініціювали створення глобальної системи відстеження походження діамантів. Вона передбачає цифрову реєстрацію кожної партії каменів та обов'язкову перевірку документів при імпорті до ЄС, США, Японії та Канади.

Європейська комісія також запропонувала створити базу даних для обміну інформацією між митницями, лабораторіями та біржами, щоб гарантувати прозорість ланцюга постачання.

Водночас усередині самого Кімберлійського процесу тривають гострі дебати щодо реформи системи, розширення поняття «конфліктний діамант» та запровадження більш гнучких процедур ухвалення рішень.

Російська Федерація, яка залишається повноправним учасником Кімберлійського процесу, систематично блокує будь-які спроби включити питання про війну в Україні або санкції до офіційного порядку денного. Її позицію часто підтримують країни, що економічно залежать від російської алмазної сировини або мають тісні торгові зв'язки з РФ (зокрема деякі африканські держави та члени Євразійського економічного союзу).

Унаслідок цього КП виявився практично безсилим у реагуванні на нові виклики, пов'язані із санкційними обмеженнями та незаконним реекспортом діамантів.

Шляхи обходу санкцій також включають транзит через треті країни та «реємбаргування» (реекспорт з прикриттям походження), а також фальсифікацію документів/сертифікатів, дроблення партій, змішування з легальними поставками. Окремим елементом обходу санкцій – це використання мереж компаній-прокладок і фінансових схем для замовчування кінцевого бенефіціара.

Автори здійснили статистичний аналіз руху діамантів між основними країнами-партнерками Росії – Китаєм, Вірменією і Білоруссю та їхніми країнами-партнерками показав, що ці країни є посередниками між Росією та ОАЕ. Більшість імпортованих з Росії діамантів у роки російсько-української війни йде саме до ОАЕ.

Основними складовими «діамантових» санкцій до Росії є:

- заборона Росії з боку ЄС, США, Великої Британії та Канади розраховуватись через систему SWIFT;
- обмеження імпорту російських діамантів до країн ЄС та G7 розмірністю від 0,5 карат і більших;
- обов'язкова перевірка торгових партій діамантів у спеціалізованих вузлах (в першу чергу в Антверпені) щодо відсутності в їх вмісті російських діамантів та уведення системи відстеження діамантів у торгових партіях «змішаного» походження.

За численними джерелами інформації, обхід блокування російських банківських переказів через систему SWIFT здійснюється Росією такими шляхами:

- використання третіх країн (ОАЕ, Індія, Китай, інші), які не приєдналися до санкцій, як посередників; при цьому розрахунки здійснюються не напряму «Росія – ЄС/США», а через банки цих країн;

- розрахунки через «дружні» валюти – дирхами (ОАЕ), рупії (Індія), юані (Китай);
- розрахунки через бартер або взаємозалік;
- використання вільних економічних зон та офшорних структур.

Обхід обмежень імпорту російських діамантів йде переважно через їх змішування з діамантами інших країн у торгових центрах. Цього часу обмежувальні санкції для Росії не є критичними, оскільки у світі не існує методів відстеження діамантів за країнами їх походження. Декларативні та документальні докази неросійського походження діамантів у «змішаних» торгових партіях можуть бути сфальсифіковані.

Обмеження імпорту російських діамантів за розмірністю (більших ніж пів карата) можна обійти шляхом експорту дрібних діамантів, які апіорі складають більшу частину російського видобування. Те, що це працює, можна відстежити на прикладах експорту діамантів до Китаю, Вірменії та Білорусі і далі до ОАЕ. Постачаються дешеві, отже дрібні діаманти у достатньо великій кількості.

Висновки. Не зважаючи на падіння російського експорту у «воєнні» роки у грошовому виразі на 35%, процент російського експорту від загальносвітового з 2021 до 2024 року не змінився і становить близько 9%. Отже, слід зазначити, що введені санкції повністю не перекривають експорт російських діамантів, але створюють для Росії тиск і певні перешкоди. Україна в складі КП і надалі продовжуватиме роботу щодо виявлення і запобігання глобальної алмазної торгівлі щодо обходу міжнародних санкцій проти російських діамантів.

Список використаних джерел

1. Татарінцев В.І. Кімберлійський процес: докладно для українських учасників алмазного ринку. Частина. Коштовне та декоративне каміння. 2019. № 1 (95). 23-27 с.
2. Kimberley process. Documents: Url: <https://www.kimberleyprocess.com/en/system/files/documents/KPCS%20Core%20Document.pdf>
3. United Nations. A/res/73/283. resolution adopted by the General Assembly on 1 march 2019. The role of diamonds in fuelling conflict: breaking the link between the illicit transaction of rough diamonds and armed conflict as a contribution to prevention and settlement of conflicts: Url: <https://www.kimberleyprocess.com/en/resolution-adopted-general-assembly-1-march-2019>
(дата звернення: 29.03.2019).
4. Kimberley process. Documents: Url: <https://www.kimberleyprocess.com/en/documents>
5. Kimberley process. Documents: Url: <https://www.kimberleyprocess.com/en/search/node/INTerlAKeN%20DeClArATIoN>
6. United Nations. Documents: Url: <http://www.un.org/ru/documents>
7. Державний гемологічний центр України. Керівництво з роботи за сертифікаційною схемою Кімберлійського процесу для українських учасників ринку необроблених алмазів: Url: <http://www.gems.org.ua/ua/kimberly.php>



ДЕЯКІ ПРОЄКТИ ВКЛЮЧАЮТЬ ПОСТАЧАННЯ **БАГАТЬОХ ВИДІВ КАМЕНЮ З РІЗНИХ ТОЧОК СВІТУ** І НАШ ВІДДІЛ ЗАКУПІВЛІ ПРАЦЮЄ КОЖЕН ДЕНЬ, ЩОБ ВСЕ БУЛО ДОСТАВЛЕНО ВЧАСНО.

ЗАВДЯКИ ВЛАСНОМУ ІТАЛІЙСЬКОМУ ОБЛАДНАННЮ З ОБРОБКИ КАМЕНЮ ДІАПАЗОН НАШИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИХОДИТЬ ДАЛЕКО ЗА МЕЖІ ПЛИТ, НАРІЗАНИХ ЗА РОЗМІРОМ АБО КАМЕНІВ. У НАШИХ КЛІЄНТІВ **Є СВОБОДА ІНДИВІДУАЛЬНОГО ПРОЄКТУВАННЯ** 3D-ПАНЕЛЕЙ, КОРПУСІВ КОЛОН, АРОК, ЦІЛІСНИХ АБО ЗБІРНИХ ВАНН ТА РАКОВИН, ДУШОВИХ ПІДДОНІВ, ФОНТАНІВ ТА БАЛЮСТРАД, І ВСЬОГО, ЩО ВИ МОЖЕТЕ СОБІ УЯВИТИ У ТРИВИМІРНОМУ ВИГЛЯДІ З НАТУРАЛЬНОГО КАМЕНЮ.

САМЕ ТОМУ **НАС ОБИРАЮТЬ** У ВЕЛИКІ ПРОЄКТИ, ДЕ ОДНОЧАСНО ЙДУТЬ РІЗНІ ВИДИ РОБІТ З НАТУРАЛЬНОГО КАМЕНЮ.

ТУРБОТА ПРО ЗАМОВНИКІВ ТА НАШ ВРОДЖЕНИЙ ІНТЕРЕС ДО ЕКСПЕРИМЕНТІВ ТА НАУКИ КАМЕНЮ СПОНУКАЛА НАС СТВОРИТИ **ЄДИНУ В УКРАЇНІ ЛАБОРАТОРІЮ STONE.LAB**, ДЕ ВИ МОЖЕТЕ ЗАМОВИТИ ЗРАЗОК БУДЬ-ЯКОЇ СКЛАДНОСТІ, ПІД'ЄДНАВШИ НАШИХ ТЕХНОЛОГІВ ТА КОНСТРУКТОРІВ, ТА ВИГОТОВИТИ ЙОГО НА ВЛАСНОМУ ВИРОБНИЦТВІ.

ТІЛЬКИ ЗА ОСТАННІЙ РІК МИ ПРОВЕЛИ ПОНАД **50 КОНСАЛТИНГОВИХ СЕСІЙ** ЩОДО ВИБОРУ КАМЕНЮ ДЛЯ ПРОЄКТУ, СПОСОБІВ ЙОГО ОБРОБКИ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУКТОРСЬКИХ РІШЕНЬ.

МИ ПЕРШІ, ХТО ВПРОВАДИВ В ЩОДЕННУ ПРАКТИКУ КОНСАЛТИНГУ З ВИБОРУ КАМЕНЮ **ВІДЕОКОНСУЛЬТАЦІЇ** З НАШОГО СКЛАДУ В КИЄВІ. ЦЕ ЕКОНОМИТЬ ЧАС АРХІТЕКТОРАМ І ДИЗАЙНЕРАМ ІНТЕР'ЄРА В ПРОЦЕСІ ПРИЙНЯТТЯ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ.

Київ, вул. Волинська, 65
тел. (098) 707-57-37
тел. (093) 707-57-37
тел. (099) 707-57-37