

Державний гемологічний центр України
ННІ «Інститут геології» Київського національного університету ім. Тараса Шевченка
Інженерно-виробничий центр «Алкон» НАН України
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
Державний університет «Житомирська політехніка»
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова
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
XIII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«КОШТОВНЕ ТА ДЕКОРАТИВНЕ КАМІННЯ:
АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ГЕМОЛОГІЧНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ, ГЕОЛОГІЇ,
ВИДОБУТКУ, ОБРОБКИ І ВИКОРИСТАННЯ»

07–08 листопада 2024 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
Dnipro University of Technology
Zhytomyr Polytechnic State University
Odesa I.I. Mechnikov National University
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
XIII INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE
«PRECIOUS AND DECORATIVE STONES: CURRENT ISSUES OF
GEMOLOGICAL EXPERTISE, GEOLOGY, MINING, PROCESSING AND USE»

07–08 November 2024

Kyiv, Ukraine

УДК 004.9: 343.98: 477.4: 477.62: 549: 549: 549.091: 550.8: 551.73: 552.1: : 552.33: 552.5: 553.5: 553: 739.2
ББК 26.3:79.0:30.609
DOI: <https://doi.org/10.53036/2024-11>

Рекомендовано до друку Науково-технічною радою Державного гемологічного центру України
(протокол № 66 від 01 листопада 2024 р.)

Збірник матеріалів XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Коштовне та декоративне каміння: актуальні питання гемологічної експертизи, геології, видобутку, обробки і використання»
Київ, 2024. 44 с.

У збірнику представлено матеріали доповідей 13-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та особливості видобутку, обробки і використання природного каміння» (07–08.11.2024, 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.

Редакційна колегія:

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

© Автори публікацій, 2024
© Державний гемологічний центр України, 2024

UDC 004.9: 343.98: 477.4: 477.62: 549: 549: 549.091: 550.8: 551.73: 552.1: : 552.33: 552.5: 553.5: 553: 739.
BBK 26.3:79.0:30.609
DOI: <https://doi.org/10.53036/2024-11>

Recommended for publication by the Scientific and Technical Council of the State Gemological Center of Ukraine
(Protocol No. 66 of 01 November 2024)

Materials of the XIII International scientific-practical conference "Precious and decorative stones: current issues of gemological expertise, geology, mining, processing and use"
Kyiv, 2024. 44 p.

The abstract of the 13 International Scientific and Practical Conference "Modern technologies and features of extraction, processing and use of natural stones" (07–08.11.2024, Kyiv), which covers the results of scientific and practical research in hemology and mineralogy, geology, is presented in the collection natural stone fields, mining, processing, ancient and modern use of precious and ornamental stones, technologies, equipment, methodologies and training in this field.

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

Editors:

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

© Authors of publications, 2024
© State Gemological Center of Ukraine, 2024

ЗМІСТ

Ладжун Ю.І., Гасвський Ю.Д. ДОСЛІДЖЕННЯ ІМІТАЦІЇ ЧОРНОГО БЛАГОРОДНОГО ОПАЛУ В ДУПЛЕТІ	5
Колосова І.В., Котенко М.С., Нестеренко О.Г. ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛЬОРОВОГО КУБІЧНОГО ЦИРКОНІЮ (ФІАНІТІВ) У СУДОВІЙ ГЕМОЛОГІЧНІЙ ЕКСПЕРТИЗІ	7
Науменко Є.В., Гасвський Ю.Д., Вовк Н.І. ДОСЛІДЖЕННЯ ОГРАНОВАНИХ ДІОПТАЗІВ	12
Сурова В.М., Гелета О.Л., Горобчишин О.В., Ляшок В.І. ОГЛЯД ПРОЯВІВ АГАТІВ І ХАЛЦЕДОНІВ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ	15
Шевченко С.В., Курса О.В. СТВОРЕННЯ ВІДЕОТЕКИ ВІЗЕРУНКІВ ЧОРНИХ ОПАЛІВ ЯК НАВЧАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ З ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ ТОРГОВИХ НАЗВ	19
Бахмачук О.Є., Нестеровський В.А. ПРО НЕОБХІДНІСТЬ ЗМІН У ПІДХОДАХ ДО ОЦІНКИ ЗАПАСІВ БУРШТИНУ НА ДІЛЯНКАХ НАДР З ВКРАЙ НЕРІВНОМІРНИМИ ПОКЛАДАМИ ТА ДІЛЯНКАХ, ЩО ЗАЗНАЛИ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ	21
Нестеровський В.А., Деревська К.І. МАРІУПОЛІТ – СИМВОЛ УКРАЇНСЬКОЇ МІЦНОСТІ І НЕЗЛАМНОСТІ	22
Шамрай В.І., Леонєць І.В., Наумов Я.О., Мельник-Шамрай В.В., Пацева І.Г. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ДРІБНОДИСПЕРСНИХ ВІДХОДІВ КАМЕНЕДОБУВНОГО ТА КАМЕНЕОБРОБНОГО ВИРОБНИЦТВА У ГЕОПОЛІМЕРНИХ СУМІШАХ	24
Котенко В.В., Піскун І.А., Ігнатюк Р.М., Наумов Я.О. АВТОМАТИЗАЦІЯ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ НАПРУЖЕНЬ У ВИРОБАХ З КАМЕНЮ	29
Нестеровський В.А., Волконський О.О., Деяк М.А. ІСТОРІЯ І КУЛЬТУРА ВИКОРИСТАННЯ ЯМПІЛЬСЬКИХ ПІСКОВИКІВ	33
Гелета О.Л., Сергієнко І.А. ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ДЕКОРАТИВНОГО КАМІННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МІЖНАРОДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ БАЗ МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ	36
Крижановська А.Р. МІНЕРАЛИ ВАЖКОЇ ФРАКЦІЇ ПІСКОВИКІВ КОЛАЙДИНСЬКОЇ СВІТИ ПІВДЕННО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ	38
Пашенко Є.Ю. ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ (AI) ЯК ІНСТРУМЕНТУ ФОРМУВАННЯ І ТРАНСФОРМАЦІЇ ГЕОЛОГІЧНИХ МІНІ-МУЗЕЇВ ПРИ ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ	39
Триколенко С.Т., Триколенко Е.Е. ВИКОРИСТАННЯ НЕОБРОБЛЕНИХ МІНЕРАЛІВ У ДЕКОРІ ОДЯГУ ТА АКСЕСУАРІВ SFURATO	43

CONTENS

Ladzhun Yuriy, Gaievskiy Iurii STUDY OF IMITATION BLACK PRECIOUS OPAL IN DUPLET	5
Kolosova Iryna, Kotenko Maksym, Nesterenko Oleksii STUDY OF COLORED CUBIC ZIRCONIA (FIANITES) IN FORENSIC GEMOLOGICAL EXAMINATION	7
Naumenko Ievgen, Vovk Natalia, Gaievskiy Iurii STUDY OF FACETED DIOPASES.....	12
Geleta Oleg, Surova Vira, Gorobchysyn Oleg, Lyashok Vadym REVIEW OF OCCURRENCE OF AGATES AND CHALCEDONY IN THE TERRITORY OF UKRAINE	15
Shevchenko Serhii, Kursa Oleksii CREATION OF A VIDEO LIBRARY OF BLACK OPAL PATTERNS AS AN EDUCATIONAL TOOL FOR DETERMINING THEIR TRADE NAMES	19
Bakmachuk Oleksandr, Nesterovskiy Viktor ON THE NEED FOR CHANGES IN APPROACHES TO EVALUATING AMBER RESERVES IN SUBSOIL AREAS WITH EXTREMELY UNEVEN DEPOSITS AND AREAS EXPERIENCING ANTHROPOGENIC INFLUENCE	21
Nesterovskiy Viktor, Derevska Kateryna MARIUPOLITE – SACRAMENT OF UKRAINIAN STRENGTH AND INVINCIBILITY	22
Shamrai Volodymyr, Leonets Iryna, Naumov Yaroslav, Melnyk-Shamrai Viktoriia, Patseva Iryna PROSPECTS OF THE USE OF FINELY DISPERSED WASTES OF STONE QUARRYING AND STONE PROCESSING IN GEOPOLYMER MIXTURES	24
Kotyenko Volodymyr, Piskun Ihor, Ihnatyuk Roman, Naumov Yaroslav AUTOMATION OF STRESS DISTRIBUTION MODELING IN STONE PRODUCTS	29
Nesterovskiy Viktor, Volkonskyi Oleksandr, Deiak Myhailo HISTORY AND CULTURE OF THE USE OF YAMPIL SANDSTONES	33
Kryzhanovska Anastasiia HEAVY MINERAL FRACTION OF SANDSTONES OF THE KOLAIDYNSKA SUITE IN THE SOUTHWESTERN PART OF THE DNIEPER-DONETS DEPRESSION	38
Pashchenko Yevhen THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) AS A TOOL FOR THE DEVELOPMENT AND TRANSFORMATION OF GEOLOGICAL MINI-MUSEUMS IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS	39
Trykolenko Sofia, Trykolenko Ellina THE USE OF UNPROCESSED MINERALS IN THE DECORATION OF SFURATO CLOTHING AND ACCESSORIES	43

УДК 549.091.3+549.091.4+549.091.5+549.091.7

ДОСЛІДЖЕННЯ ІМІТАЦІЇ ЧОРНОГО БЛАГОРОДНОГО ОПАЛУ В ДУПЛЕТІ

STUDY OF IMITATION BLACK PRECIOUS OPAL IN DUplet

Ладжун Юрій Іванович, канд. геол. наук, керівник відділу експертизи дорогоцінного каміння, +38-066-212-8693, Ladg1978@gmail.com

Гаєвський Юрій Дмитрович, головний фахівець відділу експертизи дорогоцінного каміння, +38 044-492-9321, gud@gems.org.ua

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

Ladzhun Yuriy, Ph.D. (Geol.), Head of the Department of Examination of Precious Stones, +38-066-2128693, Ladg1978@gmail.com

Gaievskiy Iurii, chief specialist of Expertise Department of Precious stones, +38-044-492-9321, gud@gems.org.ua

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

Анотація. Проведені дослідження гемологічних характеристик, хімічних і фізичних діагностичних властивостей облагородженого дуплету.

Ключові слова: гемологічні характеристики, хімічні та фізичні властивості

Abstract. Gemmological properties, chemical and physical diagnostic features of treated douplet have been studied

Keywords: gemmological properties, chemical and physical characteristics, douplet.

У гемологічній лабораторії ДГЦУ було проведено дослідження каменя, який представлений складеним дуплетом з двох частин і використовується як імітація благородного опалу чорного на ювелірному ринку України. Необхідно зазначити, що ця імітація практично ніколи не зазначається під своєю власною назвою («дуплет» або «імітація») у складі ювелірних виробів, проте досить широко використовується як заміник опалу благородного чорного.

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), ІЧ-Фур'є спектроскопія, мікроскопічні дослідження, визначення показника заломлення, плеохроїзму та 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.

Дослідження методом ІЧ-Фур'є спектроскопії проводилося відповідно до «Методики діагностики дорогоцінного каміння методом ІЧ-Фур'є спектроскопії». Вимірювання виконували за допомогою спектрометра моделі «Nicolet 6700» виробництва «Thermo Fisher Scientific» на приставці «Collector II» за кімнатної температури в спектральному діапазоні 7000–400 см⁻¹. Кількість сканувань у циклі вимірювання 512–3456 за роздільної здатності 4 см⁻¹.

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 темно-сірого кольору, масою 0,62 ст, у вигляді кабошону.

Цей об'єкт непрозорий при огляді зверху (рис. 1), країна походження не визначена. При вивченні за допомогою мікроскопа було встановлено велику кількість різноманітних газових пухирців по всьому об'ємі каменя.

Загальні характеристики.

Назва об'єкта – складений камінь (дуплет).

Походження – не природний.

Облагородження – поверхневе покриття.

Класифікаційні характеристики.

Тип/форма огранування каменя – кабошон / овал.

Геометричні розміри (мм) – 8,0*6,06; h=2,95.

Маса (ст) – 0,62.

Колір – темно-сірий.

Гемологічні характеристики.

Показник заломлення, верхня частина (метод краплі) – 1,42.

Оптичний характер – ізотропний (обидві частини).

Густина – не визначалась.

Оптичні ефекти (кольори іризації): жовтий, жовто-зелений, оранжево-червоний, синій.

Плеохроїзм – відсутній у двох частинах.

Характер флуоресценції:

довжина хвилі 365 нм – помірна; колір: блакитний;

довжина хвилі 254 нм – відсутня.

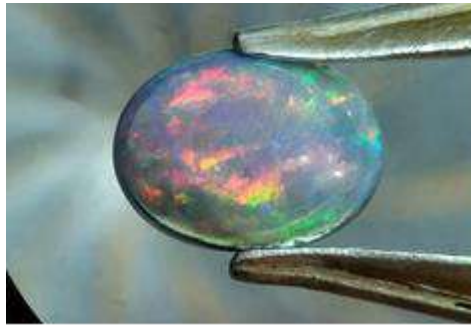


Рис. 1. Облагороджений дуплет

Мікроскопічні дослідження.

Вивчення за допомогою імерсійного мікроскопа показало, що камінь складається з двох частин.

Перша частина («верхня») опукла за формою, прозора, має червоне забарвлення. Визначення оптичного характеру за допомогою полярископа виявило, що ця частина каменя ізотропна.

Друга частина («нижня») дуплету є тонкою непрозорою пластиною білого кольору, яка має різну товщину. Ця пластина має багатокольорову іризацію.

У першій червоній частині кабошону було виявлено численні кулеподібні блискучі пухирці. Також в об'єкті дослідження спостерігаються сплюснені пухирці, які знаходяться у площині склеювання між складовими частинами дуплету. По всій поверхні дуплету спостерігається велика кількість дрібних заглиблень дуже нерівної форми. Вся поверхня дуплету має сірий колір. Цей колір можливо побачити лише під гострим кутом огляду. Вся поверхня дуплету являє собою суцільний шар фарби, якою було пофарбовано дуплет.

Дослідження об'єкта методом РФА виконувалось у двох точках об'єкта зверху (перша частина) та знизу (друга частина) кабошона. За результатами якісного РФА було несподівано виявлено практично повну ідентичність ліній рентгенофлуоресцентного спектру як з верхньої, так і з нижньої частини об'єкта експертизи, що свідчить про однаковий хімічний склад цих двох складових дуплету. Це може свідчити про те, що верхня частина дуплету є «прозорою» для рентгеновських променів і не впливає на визначення хімічного складу. За допомогою методу РФА виявлено такі хімічні елементи: Si (більше 90 %), Mg, Al, K, Ca, Fe, Ni, K, Sr, Zr.

За результатами досліджень методом ІЧ-Фур'є спектроскопії досліджуваного каменя виявлено такі закономірності. В ІЧ-спектрі зразка, що досліджувався, відсутні комплекси піків в інтервалах 3900–4700 та 5700–5900 см⁻¹, які характерні для синтетичних опалів. Отже, нижній шар дуплету можна назвати природним благородним опалом.

Сукупність отриманих результатів дослідження свідчить про те, що на експертизу була надана незвичайна ювелірна вставка, а саме дуплет, який складається з двох частин. Верхня частина кабошону червоного кольору з великою вірогідністю є пластиком. Нижня пластина є білим благородним опалом. Після склеювання цей дуплет був пофарбований з усіх сторін. Про це може свідчити додаткова домішка нікелю в хімічному складі, також спостерігається однакове блакитне світіння всього каменя під час дослідження в приладі «DiamondView».

Таким чином, було встановлено, що представлений об'єкт є рідкісним матеріалом на ювелірному ринку, а саме облагородженим дуплетом, який імітує чорний благородний опал.

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. <https://www.ja-world.com>
4. Андерсон Б. Определение драгоценных камней. Москва: Мир камня, 1996. 456 с.
5. Гаєвський Ю.Д., Беліченко О.П. Комплексні гемологічні дослідження опалів благородних // Коштовне та декоративне каміння. 2014. 3(77). С. 4–15.

УДК 549.091:343.98

ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛЬОРОВОГО КУБІЧНОГО ЦИРКОНІЮ (ФІАНІТІВ) У СУДОВІЙ ГЕМОЛОГІЧНІЙ ЕКСПЕРТИЗІ

STUDY OF COLORED CUBIC ZIRCONIA (FIANITES) IN FORENSIC GEMOLOGICAL EXAMINATION

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

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

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

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

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

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

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

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

Анотація. У публікації авторами наведено історичні факти про кубічний цирконій, результати дослідження фізико-хімічних характеристик та діагностичних ознак кольорового кубічного цирконію (фіанітів), що необхідні для визначення його маси розрахунковим методом. Також було проаналізовано різницю між масою каменів при фактичному зважуванні зразків кубічного цирконію та масою, визначеною розрахунковим методом за допомогою формул за наявної інформації про геометричні параметри каменів. Зразки кольорового кубічного цирконію (фіаніти) форми огранування «Круг» були досліджені методами гідростатичного зважування, рентгенофлуоресцентного аналізу, а також вимірювались їх геометричні параметри та досліджувався колір люмінесценції в ультрафіолетовому випромінюванні.

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

Abstract. In the publication, the authors provide historical facts about cubic zirconia, the results of the study of physical and chemical characteristics and diagnostic features of colored cubic zirconia (fianites), which are necessary to determine its mass by calculation. Samples of colored cubic zirconia (fianites) of the "Brilliant" faceting form were examined by hydrostatic weighing, X-ray fluorescence analysis, and their geometric parameters were measured and the luminescence color in ultraviolet radiation was studied.

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

Кубічний цирконій, також відомий як фіаніти чи CZ, є синтетичним каменем, який найчастіше використовується як альтернатива діамантам у ювелірних виробках. У природі кубічний цирконій у вигляді дрібних кристалів циркону та бадделейту зустрічається надзвичайно рідко. Усі камені CZ, доступні сьогодні на ринку, створені людиною, тобто синтезуються виключно в лабораторіях. Ця кристалічна форма діоксиду цирконію, який є доволі твердим, оптично бездоганим і, зазвичай, безбарвним матеріалом, може бути також забарвленим.

Історія кубічного цирконію бере свій початок у 1892 році, коли був відкритий мінерал бадделейт – природна форма оксиду цирконію [12]. У 1937 році німецькі мінералоги М.В. Штакельберг і К. Чудоба відкрили природний кубічний оксид цирконію, що міститься в цирконі. Ідея виробництва саме синтетичного кубічного цирконію виникла, коли вчені шукали універсальний матеріал з високою температурою плавлення для використання в лазерах та в іншому оптичному застосуванні. Деякі з найперших досліджень контрольованого монокристалічного росту кубічного цирконію відбулись у 1960-х роках у Франції, але тоді вдалось отримати лише маленькі кристали. Пізніше вчені під керівництвом В.В. Осико в лабораторії лазерної апаратури Фізичного інституту імені Лебедева в Москві вдосконалили техніку синтезу, яка потім була названа *тиглем черепа* (натяк або на форму охолоджувальної водою ємності, або на форму кристалів, які іноді вирощують), і отримали необхідний результат. Дорогоцінний камінь було названо ними як «*фіаніт*» на честь інститутської назви ФІАН (Фізичного інституту Академії наук), але за межами СРСР ця назва не використовувалася. Пізніше радянськими вченими було вдосконалено цю техніку, їх результати були опубліковані в 1973 році, а комерційне виробництво почалося в 1976 році. У 1977 році кубічний цирконій почав масово вироблятися для потреб ювелірного ринку корпорацією «Ceres» (стабілізований на 94 % ітрієм). Іншими великими виробниками є «Taiwan Crystal Company Ltd», «Swarovski та ICT inc» (станом на 1993 рік). До 1980 року річне світове виробництво досягло 60 мільйонів каратів (12 тонн) і продовжувало збільшуватись, досягнувши приблизно 400 тонн на рік у 1998 році.

Оскільки природна форма кубічного цирконію дуже рідкісна, весь кубічний цирконій, який використовується в ювелірних виробках, був синтезований. Один з методів синтезу був запатентований «Josef F. Wenckus & Co.» в 1997 році. Один з найбільших виробників кубічного цирконію «Swarovski» стверджує, що для виробництва своїх Swarovski Zirconia використовують технологію Thermal Color Fusion, яка полягає у покритті поверхні кристала шаром тонкої міцної кольорової кераміки [10]. Цей підхід дозволяє зберігати цілісність кристала, захищаючи його від зовнішніх руйнівних впливів.

Зараз різнокольорові різновиди кубічного цирконію використовують як імітацію кольорового дорогоцінного каміння. При цьому джерелом кольору є або додавання елементів-хромофорів, наприклад Co, чи рідкісноземельних елементів [11] під час виробництва кристалів або облагородження шляхом поверхневого забарвлення чи покриття поверхні кристала кубічного цирконію «оболонкою». Чорний кубічний цирконій отримують шляхом вакуумного відпалу в діапазоні температур 1200–2000°C [8, 9] і наступного швидкого охолодження. За таких умов атоми кисню «залишають» структуру кристала і формуються центри забарвлення, які й зумовлюють чорний колір [8].

Сьогодні в ювелірних виробках на ринку України вставки в прикрасах доволі часто представлені кубічним цирконієм (фіанітами). Об'єктами судової гемологічної експертизи, зокрема, є вставки каменів у ювелірних виробках [5]. Одним із завдань під час їх досліджень є встановлення маси каменів, що є необхідним для визначення їх вартості та визначення маси дорогоцінного металу в ювелірному виробі. Ініціатор експертизи може надати дозвіл на пошкодження або часткове знищення об'єктів досліджень, але повне або часткове руйнування ювелірних виробів може призвести до втрати їх споживчих характеристик і зниження ринкової вартості. Зважаючи на це, під час проведення експертизи судовими експертами-гемологами застосовуються неруйнівні методи дослідження. Маса вставок (враховуючи їх нероз'ємне закріплення у виробках) визначається розрахунковим методом за формулами, залежно від форми огранування з урахуванням геометричних параметрів та наявності інформації про відносну густину каменів [4, 6].

У лабораторії досліджень матеріалів, речовин і виробів Державного науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України було проведено дослідження зразків каменів різного кольору, що представлені як кубічний цирконій (фіаніти) на ринку України (як в роздрібній торгівлі, так і на інтернет-платформах типу «AliExpress»).

Мета роботи:

- дослідити органолептичні характеристики та колір УФ-люмінесценції в ультрафіолетовому випромінюванні зразків кубічного цирконію різного кольору, форми огранування «Круг»;
- виміряти відносну густину зразків кубічного цирконію різного кольору та проаналізувати її залежність від кольору каменів;
- дослідити можливості рентгенофлуоресцентного аналізу для виявлення елементів, які можуть мати вплив на забарвлення каменів.

Органолептичні дослідження, а саме визначення **кольору і прозорості** каменів визначались візуально при денному освітленні та освітленні гемологічною лампою денного світла неозброєним оком й за допомогою ахроматичної лупи-триплет 10-кратного збільшення.

Маса та відносна густина об'єктів визначались за допомогою ваг електронних «ANG 220» з гідростатичною приставкою «Нудго» за температури 20 °C. Також, для порівняння, маса вставок кубічного цирконію (фіанітів) визначалася розрахунковим методом за формулами для каменів форми огранування «Круг».

Геометричні параметри каменів, необхідні для визначення їх маси розрахунковим методом, вимірювалися за допомогою вимірювача дорогоцінного каміння «Presidium».

Дослідження кольору УФ-люмінесценції каменів проводилось в ультрафіолетовому випромінюванні (довжина хвилі 254 та 366 нм).

Дослідження елементного складу каменів проводилось методом рентгенофлуоресцентного аналізу на енергодисперсійному рентгенофлуоресцентному спектрометрі «СЕР-01», модифікація «ElvaX-PRO». Розшифровка спектрів здійснювалась за допомогою програми «ElvaX ver. 4.6.8».

У процесі дослідження зразків авторами було виявлено декілька каменів, торгова інформація щодо яких не відповідає дійсності.

Результати дослідження органолептичних та фізико-хімічних властивостей наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Результати органолептичних та фізико-хімічних досліджень серії зразків

Назва об'єкта	Колір (комерц.)	Колір (визначений)	Колір УФ-люмінесценції (інтенсивність, колір)		Елементний склад	Геометричні параметри (мм)		Відносна густина
			254 нм	366 нм		D	H	

<i>1i</i>	<i>Червоний</i>	<i>Рожево-червоний</i>	<i>Інтенсивна, Червоний</i>	<i>Інтенсивна, Червоний</i>	<i>Al, Sn, Cr</i>	9,10	5,09	4
2i	Гранат	Червоний	—	—	Zr, Y	9,00	5,50	6
3i	Рожевий	Світло-рожевий	Помірна, Жовтуватий	Інтенсивна, Зелено-жовтий	Zr, Y	9,00	5,55	6,13
4i	Шампань	Світло-оранжевий	Помірна, Оранжевий	Слабка, Оранжева	Zr, Y	9,00	5,32	6,01
5i	Жовтий	Жовтий	Інтенсивна, Червоно-оранжевий	Помірна, Червоно-оранжевий	Zr, Y	9,04	5,48	5,99
6i	Олива	Світло-зеленувато-жовтий	Слабка, Оранжево-жовтий	—	Zr, Y	9,00	5,48	5,98
7i	Перидот	Жовто-зелений	Помірна, Оранжевий	—	Zr, Y	9,02	5,44	6,18
8i	Зелений	Зелений	—	—	Y, Zr	10,06	5,86	5,65
9i	Блакитний	Блакитний	—	—	Y, Zr	9,00	5,58	5,61
<i>10i</i>	<i>Синій</i>	<i>Синій</i>	<i>Інтенсивна, Жовтувато-білий</i>	<i>Інтенсивна, Червоний</i>	<i>Al, Mg, Sn, Co</i>	8,88	4,99	3,6
11i	Лаванда?	Світло-фіолетовий	—	—	Zr, Y	9,00	5,72	5,92
12i	Аметист	Фіолетовий	—	—	Zr, Y	9,00	5,58	5,96
13i	Чорний	Чорний	—	—	Zr, Y	9,19	5,20	5,99
14i	Білий	Безбарвний	Помірна, Світло-жовтий	Слабка, Зеленувато-жовтий	Zr, Y	10,00	5,78	5,94
15i	Red	Світло-червоний	—	—	Zr, Y	6,96	3,85	5,95
<i>16i</i>	<i>Dark Red</i>	<i>Червоний</i>	—	—	<i>Zr, Ba, Ti, Zn, Cr, Cs</i>	7,9	4,73	4,05

17i	Pearl Pink	Світло-рожевий	Слабка, Оранжево- жовтий	Помірна, Зеленувато- жовтий	Zr, Ba, Ti, Zn, Sn	7,9	4,63	4,36
18i	Diamond, Gold	Жовтий	Інтенсивна, Оранжевий	Інтенсивна, Оранжевий	Zr, Y	6,9	3,85	5,96
19i	Blue	Синій	—	—	Zr, Ba, Ti, Zn, Sr	7,95	4,70	4,21
20i	Mauve	Рожевувато(?) фіолетовий	—	—	Zr, Y	7,00	3,70	5,99
21i	Clear	Безбарвний	Слабка, Зеленувато- жовтий	Слабка, Зеленувато- жовтий	Y, Zr, Ba, Ti, Zn, Si(?)	12,00	6,40	4,21
1м	White	Безбарвний	Жовта	Жовто- зелена	Zr, Y	5,00	3,00	5,85
2м	Golden yellow	Жовтий	Оранжевий	Червоний	Zr, Y	5,00	2,53	5,97
3м	Olive yellow	Жовто-зелений	—	—	Zr, Y	5,02	3,24	5,9
4м	Olive green	Темно-зелений	—	—	Zr, Y	5,04	3,20	6,11
5м	Orange	Червоно- оранжевий	—	—	Zr, Y	5,00	3,11	6
6м	Pink	Світло-рожевий	Жовтий	Зелений	Zr, Y, (Co?)	5,00	2,98	6,05
7м	Garnet	Червоний	—	—	Zr, Y	4,98	3,11	5,9
8м	Amethyst color	Рожево- фіолетовий	—	—	Zr, Y	5,00	2,87	6,03
9м	Lavender	Світло- фіолетовий	—	—	Zr, Y	5,03	3,09	5,93
10м	Violet	Фіолетовий	—	—	Zr, Y	4,98	3,01	5,83
11м	Black	Чорний	—	—	Zr, Y	5,00	2,88	5,91
12м	Sea blue	Світло- блакитний	—	—	Y, Zr	5,02	3,10	5,52
13м	Tanzanite color	Світло-синій	—	—	Zr, Y	5,05	3,16	5,76
14м	Green	Зелений	—	—	Y, Zr	4,99	3,17	5,65

15м	Tsavorite Green	Зелений	—	—	Y, Zr	8,00	4,98	5,6
-----	-----------------	---------	---	---	-------	------	------	-----

Примітки до табл. 1:

«—» – УФ-люмінесценція відсутня;

Mg – Магній; Al – Алюміній; Si – Кремній; Ca – Кальцій; Ti – Титан; Cr – Хром; Co – Кобальт; Zn – Цинк; Sr – Стронцій; Y – Ітрій; Zr – Цирконій; Sn – Олово; Cs – Цезій; Ba – Барій.

Курсивом виділено зразки каменів, що за результатами досліджень не віднесено до кубічного цирконію (фіанітів).

У довідкових джерелах значення густини кубічного цирконію (фіанітів) коливається в діапазоні від 5,5 г/см³ до 5,9 г/см³. Через це, під час обчислення маси вставок кубічного цирконію (фіаніту) постає питання – яке саме значення густини коректно вибрати в тому чи іншому випадку.

Під час дослідження зразки кубічного цирконію були об'єднані в групи для простеження показників відносної густини каменів певного кольору. В результаті дослідження була помічена подібність показників зрізків кубічного цирконію жовтого кольору, значення відносної густини яких знаходиться в діапазоні від 5,96 до 5,99; світло-фіолетового кольору, значення відносної густини яких знаходиться від 5,92 до 5,93; чорного кольору, значення відносної густини яких знаходиться в діапазоні від 5,91 до 5,99; червоного, світло-червоного, світло-оранжевого, червоно-оранжевого кольорів, значення відносної густини яких знаходиться в діапазоні від 5,9 до 6; рожево-фіолетового кольору, значення відносної густини яких знаходиться в діапазоні від 5,99 до 6,03; світло-рожевого кольору, значення відносної густини яких знаходиться в діапазоні від 6,05 до 6,13.

Серед зразків, в елементному складі яких була помічена переважаюча кількість ітрію, відмічено CZ світло-блакитного та зеленого кольорів, значення відносної густини яких знаходиться в діапазоні від 5,52 до 5,65. Результати визначення діапазонів відносної густини певних кольорів CZ наведено в таблиці 2.

Таблиця 2. Результати дослідження відносної густини кольорового кубічного цирконію (фіанітів)

Кольори CZ	Діапазон відносної густини
Світло-блакитний, зелений (за умови переважаючої кількості Y)	5,52–5,65
Чорний	5,91–5,99
Червоний, світло-червоний, червоно-оранжевий, світло-оранжевий	5,9–6
Жовтий	5,96–5,99
Світло-фіолетовий	5,92–5,93
Рожево-фіолетовий	5,99–6,03
Світло-рожевий	6,05–6,13

Таким чином, при подальшому дослідженні густини у вибірці більшої кількості зразків CZ певного кольору можна встановити не діапазон, а значення відносної густини, яке буде задовольняти потреби експертів у процесі визначення маси вставок кубічного цирконію (фіанітів) у ювелірних виробках розрахунковим методом.

Висновки

Сукупність отриманих результатів свідчить про різницю в показниках відносної густини кубічного цирконію різних кольорів. Встановлена подібність показників відносної густини кубічного цирконію певних кольорів і визначені їх діапазони. Для визначення більш конкретного значення відносної густини пропонується подальше дослідження більшої вибірки зразків кубічного цирконію різних кольорів.

Список використаних джерел

1. Балицкий В. С., Лисицына Е. Е. Синтетические аналоги и имитации природных драгоценных камней. М., Недра, 1981, 158 с.
2. Закон України від 18.11.1997 № 637/97-ВР «Про державне регулювання видобутку, виробництва і використання дорогоцінних металів і дорогоцінного каміння та контролю за операціями за ними».
3. Элзулл Д. Искусственные драгоценные камни: Пер. с англ./Предисл. И. Я. Некрасова.—2-с изд.— М.: Мир, 1986.— 160 с., ил.
4. Індутний В. В., Татаринцев В. І., Павлишин В. І., Індутна Т. В. Як оцінювати коштовності з дорогоцінних каменів та металів / – К. : АЛІМА, 2001. – 268 с.
5. Чечіль Ю. О., Квасниця І. В., Жук Б. М. та ін. Методичні рекомендації «Загальні засади судової гемологічної експертизи»: методичні рекомендації – К. : ДНДЕКЦ МВС України, 2018. – 60 с.
6. Charles I. Carmona "Estimating Weights of Mounted Colored Stones" Gems & Gemology, Fall 1998, Volume 34, No. 3
7. Kurt Nassau "Cubic Zirconia: An Update" Gems & Gemology, Spring 1981, Vol. 17, No. 1
8. Phatak, G. M., et al. "Luminescence properties of Ti-doped gem-grade zirconia powders." Bulletin of Materials Science 17 (1994): 163-169.

9. Song, Jeongho & Noh, Yunyoung & Song, Ohsung. "Color Evolution in Single Crystal Colored Cubic Zirconias With Annealing Atmosphere and Temperature." Journal of the Korean Ceramic Society. 53 (2016): 450-455.
10. Swarovski Zirconia & Ceramics Collection 2023
11. Ziyin Sun, Nathan Renfro, and Aaron Palke. "Tri-Color-Change Holmium-Doped Synthetic CZ". Gems & Gemology, Summer 2017, Vol. 53, No. 2
12. <https://www.mindat.org/min-480.html>

УДК 549.091:343.98

ДОСЛІДЖЕННЯ ОГРАНОВАНИХ ДІОПТАЗІВ

STUDY OF FACETED DIOPTASES

Науменко Євген Вікторович¹, науковий співробітник відділу геології, ORCID: 0000-0001-5323-4706, kyivmineralogist@gmail.com

Гасвський Юрій Дмитрович², головний фахівець відділу експертизи дорогоцінного каміння, +38 044-492-9321, gaevsky@hotmail.com

Вовк Наталія Ігорівна³, гемолог, GIA Graduate Gemologist, власник бренду N.VOVK jewelry, nv0672162915@gmail.com

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

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

³N.VOVK jewelry, вул. Іоанна Павла II, 4, оф. 314, Київ.

*Naumenko Ievgen*¹, Researcher of the Department of Geology, ORCID: 0000-0001-5323-4706, kyivmineralogist@gmail.com

*Gaievskiy Iurii*², chief specialist of Expertise Department of Precious stones, +38-044-492-9321, gud@gems.org.ua

*Vovk Nataliya*³, GIA Graduate Gemologist, brand owner N.VOVK jewelry, nv0672162915@gmail.com

¹The National Museum of Natural History of National Academy of Science of Ukraine, 01601, Khmel'nitsky str. 15, 01601, Kyiv

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

³N.VOVK jewelry, off. 314., 4 John Paul II Str., Kyiv

Анотація. У цій статті автори вперше в Україні досліджують два огранованих діоптази, з'ясувавши, що можна доволі легко відрізнити діоптаз від схожих на нього дорогоцінних каменів за комбінацією певних показників заломлення, дуже високого двозаломлення, одновісності та позитивного оптичного знаку, а також характерного спектра поглинання та відсутності люмінесценції. Окрім того, електронно-мікроскопічне дослідження хімічного складу твердих включень дозволило визначити, що вони являють собою кристали цинквмісного доломіту. Що, в свою чергу, дозволяє зробити припущення про походження цих діоптазів з намібійського родовища Цумеб.

Ключові слова: діоптаз, гемологічні дослідження, показник заломлення, двозаломлення, спектр поглинання, тверді включення, доломіт, Цумеб.

Abstract. In this article, the authors study two faceted diopase for the first time in Ukraine, finding that it is quite easy to distinguish diopase from similar gems by a combination of certain refractive indices, very high birefringence, uniaxiality and positive optical sign, as well as a characteristic absorption spectrum and absence of luminescence. In addition, an electron microscopic study of the chemical composition of solid inclusions allowed us to determine that they are zinc-containing dolomite crystals. Which, in turn, allows us to make assumptions about the origin of these diopases from the Tsumeb mine in Namibia.

Keywords: diopase, gemological research, refractive index, birefringence, absorption spectrum, solid inclusions, dolomite, Tsumeb.

Вступ

Діоптаз є дуже відомим та популярним колекційним мінералом, перш за все з-за свого яскравого синьо-зеленого кольору. Але ограновані вставки з діоптазу є вкрай рідкісними, перш за все тому, що кристали діоптазу великого розміру практично ніколи не бувають прозорими, до того ж вони є дуже крихкими, і тому практично не розглядаються як сировина, придатна для огранування. Тому автори вважають, що вивчення огранованого діоптазу додасть корисної інформації як для гемологів та геологів-професіоналів, так і для ювелірів і взагалі для поціновувачів рідкісного дорогоцінного каміння.

Мета цього дослідження – вперше в Україні отримати дані, які дозволять полегшити діагностику цього доволі рідкісного мінералу саме як дорогоцінного каменя.

Походження об'єктів дослідження

Один з авторів (Н. Вовк) придбала на міжнародній виставці у Бангкоку два зразки, які продавцем було атрибутовано як огранований діоптаз. Камінці мали яскравий синювато-зелений колір, під час огляду під лупою в одному з них (багеті) були помітні невеликі темні та світлі включення.

Розмірно-вагові характеристики камінців:

1. Овал 6,39x5x3,33 мм, вага 0,85 ct (рис. 1).
2. Багет 4,99x3,79x3,19 мм, вага 0,58 ct (рис. 2).

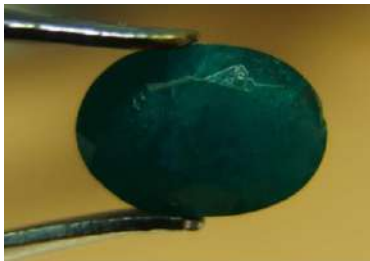


Рис. 1. Діоптаз овал

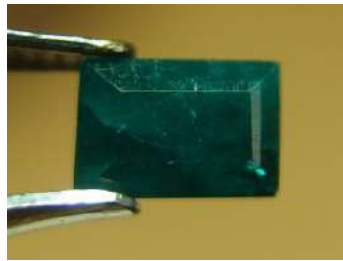


Рис. 2. Діоптаз багет

Мінералогічна характеристика діоптазу

Хімічна формула мінералу – $\text{Cu}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, він належить до кільцевих силікатів. Основою структури діоптазу є шестичленні кремнекисневі кільця, які розташовані одне над одним, аналогічно структурі берилу, але зв'язуються між собою атомами міді і чергуються з гофрованими кільцями, що складені з шести молекул води. У структурі діоптазу, окрім міцного йонно-ковалентного зв'язку в кремнекисневих кільцях, важливу роль відіграє більш слабкий водневий зв'язок. Це зумовлює дещо меншу твердість (5 за шкалою Мооса) ніж у більшості кільцевих силікатів (6,5–7,5), гарну спайність по {1011}, а також високу крихкість і слабку стійкість до нагрівання.

Виходячи зі структури, діоптаз утворює кристали, ограновані найчастіше за одним чи декількома ромбоєдрами та гексагональною призмою, відповідно він належить до ромбоєдричного класу тригональної сингонії. Діоптаз є одновісним та оптично позитивним мінералом. Колір діоптазу, який робить його дуже привабливим мінералом як для колекцій, так і для обробки, зумовлений значним вмістом двовалентної міді. Цей колір зберігається і для кольору rischi – від темно- до яскраво-зеленого (Мінерали, 1984).

Огляд родовищ

Діоптаз є відносно рідкісним мінералом кори звітрювання мідних родовищ. Зазвичай він утворює асоціацію з карбонатними мінералами – малахітом, кальцитом, доломітом, зрідка з церуситом, смітсонітом, гідроцинкітом або розазитом, а також з кварцом та різноманітними мідьвмісними силікатами – хризоголою, шатукітом, планшеїтом, кіноїтом, а на певних родовищах – ще з вульфенітом, мотрамітом або дуфтитом (<https://www.mindat.org/min-1295.html>).

Нижче буде наведено короткий список найважливіших родовищ світу, де діоптаз у вигляді більш-менш помітних кристалів (від 5 мм та більше) знаходять досить регулярно, і звідкіля відомо доволі багато зразків. У дужках наведена кількість описаних зразків (за відомостями сайту mindat.org).

- Алтин-Тюбе – Казахстан, Карагандинська область (type locality) (207)
- Цумеб – Намібія, регіон Ошкото (686)
- Кандесеї – Намібія, регіон Кунене (67)
- Крістоф – Намібія, регіон Кунене (97)
- Омауе – Намібія, регіон Кунене (41)
- Тантара – ДР Конго, пров. Верхня Катанга (148)
- Реневілл – НР Конго, район Кінданба, департамент Пул (44)
- Кімбеді – НР Конго, район Міндоулі, департамент Пул (109)
- Мбумба – НР Конго, район Міндоулі, департамент Пул (30)

Гемологічна характеристика діоптазу

Для гемологічної характеристики обох зразків огранованого діоптазу Наталією Вовк були використані:

1. Еталони кольорів GIA.
2. Гідростатичні ваги.
3. Полярископ з коноскопічною 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) та 254 (SW) нм.
7. Спектроскоп призмений.

Відповідно до задіяної апаратури були отримані такі показники:

№	Колір	Пито- ма вага, г/см ³	Показ- ники залом- лення	Двозало- млення	Оптичний знак та осність	УФ- люміне- сценція	Плео- хроїзм	Спектр
№1 Овал 0,85 ct	Злегка синювато- зелений – Slightly Bluish Green	3,33	min – 1,652 max – 1,702	0,050	Uniaxial (+)	LW - відсутня SW – відсутня	Слабкий	Широкі темні полоси в діапазонах 350-450 та 600-700 нм
№2 Багет 0,58 ct	Злегка синювато- зелений – Slightly Bluish Green	3,31	min – 1,652 max – 1,703	0,051	Uniaxial (+)	LW - відсутня SW – відсутня	Слабкий	Широкі темні полоси в діапазонах 350-450 та 600-700 нм

Дослідження хімічного складу діоптазу та включень у ньому

Дослідження хімічного складу діоптазу проводилося Ю.Д. Гаєвським на обладнанні ТОВ «Елватех». Результати дослідження наведено в табл. 1.

Табл. 1. Хімічний склад діоптазів (мас. %)

№	Маса та форма	Елемент (оксид)	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	CuO	ZnO	PbO	H ₂ O	Сума
1	0,86 кт овал	Концентрація, мас. %	0,54	39,26	0,02	0,14	48,46	0,04	0,005	11,5	99,965
2	0,56 кт багет	Концентрація, мас. %	0,22	39,47	0,02	0,01	48,73	0,04	—	11,5	99,990

Результати дослідження хімічного складу поданих діоптазів дозволяють стверджувати, що їхній хімічний склад є доволі близьким до еталонного, зазначеного в міжнародній базі даних (RRUFF.URL:https://rruff.info (date of access: 25.09.2024)).

Для дослідження хімічного складу включень у діоптазі з метою виводу включень на поверхню зразка один з об'єктів дослідження, а саме багет масою 0,58 ст одним з авторів (Є. Науменком) було зашліфовано (на абразивному колі з мідною зв'язкою) з однієї сторони на глибину 0,5 мм, після чого відполіровано на олов'яній полірувальній планшайбі.

Хімічний склад твердофазних включень у діоптазі в попередньо відполірованому та покритого платиновою плівкою зразку визначено О.А. Вишневським на сканівному електронному мікроскопі JSM-6700F», оснащеному енергодисперсійною системою для мікроаналізу JED-2300 (JEOL, Японія).

Табл. 2. Хімічний склад твердих включень у діоптазі

Хімічний компонент, мас. %	CaO	MgO	ZnO	CO ₂	FeO	PbO	Сума
Мінерал							
Доломіт у включенні, проба 1	22,39	22,28	3,07	52,25	0,01	0,01	100,0
Доломіт у включенні, проба 2	23,69	23,89	2,04	50,36	0,01	0,01	100,0
Доломіт цинквмісний, еталон (род. Цумеб)	27,77	14,34	8,74	43,56	0,12	4,96	99,64

Хімічний склад включень відповідає цинквмісному доломіту (У.А. Дир, Р.А. Хауи, Дж. Зусман, 1966, стор. 307–309). Доломіт є частим супутником діоптазу, і взагалі властивий корі згіртювання рудних, зокрема мідних, родовищ.

Обговорення результатів

Існує тільки декілька мінералів синювато-зеленого кольору, які можна сплутати з діоптазом. Недосвідченим оком з діоптазом можна сплутати хіба що смарагд та дуже рідкісний мінерал - весцеліт. Кольори інших мінералів з близькими до діоптазу показниками заломлення - хоч і зелені, але іншого відтінку, причому в більшості випадків ця різниця доволі помітна.

За оптичними даними (Ю.П. Солодова и др., 1985) діоптаз доволі легко визначити:

- по-перше, практично всі мінерали зовнішньо, тобто за кольором, схожі на діоптаз, мають діапазон показників заломлення, в якому є показники або менші, або більші у порівнянні з діоптазом. Ще один важливий показник – осністість – дозволяє відокремити діоптаз від більшості інших мінералів, оскільки одновісними, як і сам діоптаз, є тільки везувіан і апатит;

- по-друге, оптичний знак не виявився критерієм, який можна використати для діагностики діоптазу – практично всі мінерали зеленого кольору, окрім апатиту, з близьким до діоптазу показником заломлення, є оптично позитивними, як і сам діоптаз;

- по-третє, високе двозаломлення діоптазу, яке помітне навіть візуально, є важливим критерієм, що дозволяє відрізнити діоптаз від більшості мінералів, які мають схожий показник заломлення (окрім того ж самого рідкісного весцеліту);

- четверте, також у більшості схожих мінералів присутній доволі помітний плеохроїзм, причому залежно від конкретного мінералу він може бути доволі різним, тоді як плеохроїзм діоптазу дуже слабкий.

Хімічний склад включень, що були діагностовані в одному з вивчених діоптазів, відповідають цинквмісному доломіту. Загалом доломіт є доволі частим супутником діоптазу і зустрічається разом з ним в багатьох родовищах. Але от що цікаво – домішка цинку як типоморфна ознака доломіту властива тільки доломітам з намібійського родовища Цумеб (Georg Gebhardt, 1999), яке до того ж можна вважати рекордсменом за числом описаних зразків діоптазу, принаймні за даними сайту mindat.org. Дослідники цього родовища прямо вказують на домішку цинку (або кобальту чи свинцю) як на типоморфну ознаку. (Georg Gebhardt, 1999). Окрім того, є певна кількість важливих родовищ діоптазу, де доломіту взагалі не знайдено як такого – наприклад, Омає у Намібії, Алтин-Тюбе у Казахстані, Реневіль у НР Конго (W.E. Wilson, 2023, 2024). Це дозволяє авторам зробити припущення, що досліджувані діоптази теж з високою ймовірністю можуть походити з родовища Цумеб.

Висновки

Дослідження оптичних властивостей діоптазу та порівняння його з іншими мінералами зеленого кольору, які можна гранити, дозволяють стверджувати, що діоптаз можна легко відрізнити від інших мінералів зеленого кольору за комбінацією показників заломлення, дуже сильного двозаломлення, дуже слабкого плеохроїзму та характерного синювато-зеленого кольору. Існує тільки один мінерал, який можна сплутати з діоптазом майже за всіма цими властивостями – весцеліт. Але він на відміну від діоптазу є дуже рідкісним, і авторам не вдалося знайти жодної згадки про можливість його огранування.

Дослідження хімічного складу включень в огранованому діоптазі підтвердило той факт, що діагностований доломіт є звичною асоціацією для діоптазу. Наявність домішки цинку в цьому доломіті і детальне вивчення мінеральних асоціацій діоптазу в різних родовищах світу дозволяє зробити припущення щодо походження досліджуваних зразків діоптазу з намібійського родовища Цумеб.

Список використаних джерел:

1. Georg Gebhardt. Tsumeb. A Unique Mineral Locality. GG Publishing, Grossenseifen, Germany, 1999.
2. W.E. Wilson. Altyn-Tyube, Karaganda Region, Kazakhstan: The Type Locality for Dioptase. Mineralogical Record, vol. 54, №2, 2023, pp. 209-253.
3. W.E. Wilson. Reneville, Kindanda District, Pool Department, Republic of the Congo. Mineralogical Record, vol. 55, №4, 2024, pp. 411-438.
4. Минералы. Справочник. Том III, вып. 2. Москва: Наука, 1981, С. 77-83.
5. Солодова Ю.П., Андреев Э.Д., Гранадникова Б.Г. Определитель ювелирных и поделочных камней. М.: Недра, 1985, С. 168-178.
6. RRUFF. URL: <https://rruff.info> (date of access: 25.09.2024).
7. Сторінка про діоптаз. URL: <https://www.mindat.org/min-1295.html>.

УДК 549.514.51:553.87 (477.54,62)

ОГЛЯД ПРОЯВІВ АГАТІВ І ХАЛЦЕДОНІВ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

VIEW OF OCCURRENCE OF AGATES AND CHALCEDONY IN THE TERRITORY OF UKRAINE

Сурова Віра Миколаївна, головний фахівець відділу експертизи напівдорогоцінного та декоративного каміння,
surver@ukr.net

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

Горобчишин Олег Вікторович, кандидат технічних наук, головний фахівець відділу експертизи напівдорогоцінного та декоративного каміння, gorol@gems.org.ua

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, surver@ukr.net

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, +38063-2976459, olgel@gems.org.ua

Gorobchysyn Oleg, Candidate of Technical Sciences, chief specialist of the department of examination of semi-precious and decorative stones, gorol@gems.org.ua

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. Халцедони та агати є одними з найпопулярніших виробних каменів, які використовуються людством з давніх часів. Метою цієї роботи є узагальнення інформації про прояви агатів та халцедонів на території України. Дослідження демонструє, що завдяки значному геологічному різноманіттю прояви халцедонів та агатів зустрічаються в родовищах різних генетичних типів по всій території країни. Крім того, новітні дослідження свідчать про високу ймовірність виявлення нових проявів цих мінералів у майбутньому.

Ключові слова: агат, халцедон, прояви України, родовища базальту, кора вивітрювання, агат в розсипах

Abstract. Chalcedonies and agates are among the most popular ornamental stones used by humanity since ancient times. The purpose of this work is to summarize information on the occurrences of agates and chalcedonies within the territory of Ukraine. The research shows that, due to significant geological diversity, occurrences of chalcedonies and agates are found in deposits of various genetic types across the entire country. Furthermore, recent studies indicate a high likelihood of discovering new occurrences of these minerals in the future.

Keywords: agate, chalcedony, manifestations of Ukraine, basalt deposits, weathering bark, agate in placers

Халцедони та агати – одні з найвідоміших і найпопулярніших виробних каменів у світі, які людство використовувало з давніх-давен. Їхні родовища відомі на всіх континентах. Завдяки кольорам та текстурним рисункам їхня популярність лише зростає, а деякі родовища й прояви стають культовими серед шанувальників та колекціонерів виробного каміння.

Мета роботи – узагальнити відомості про прояви агатів і халцедонів в Україні для подальшого вивчення їхніх декоративно-споживчих властивостей.

Халцедони й агати мають різноманітний генезис, і завдяки геологічному різноманіттю України вони зустрічаються в різних регіонах країни в ендегенних (вулканогенні комплекси давніх платформ та складчастих областей), екзогенних (діагенетичні родовища) та розсипних (елювіальні, делювіальні, алювіальні розсипи) родовищах.

Так, класичні агати і халцедони ендегенного генезису зустрічаються в межах Волино-Подільської плити та приурочені до мигдалекам'яних базальтів заболотівської і ратненської світ волинської серії. Максимальна кількість мигдалин спостерігається у приповерхневих, крайових і фронтальних зонах потоків завтовшки 10–60 м [11]. Для родовищ базальту Поліське-2 і Рафалівське характерні ізометричні мигдалини розміром від 2–3 до 15 см, проте були знайдені агатові мигдалини розміром 35 та 120 см. Крім того, зустрічалися агатові жили завтовшки від 0,5–2 до 3,5–4 см та довжиною понад 300 см. Агати мають переважно сірий, світло-сірий, сіро-жовтий, рожевий колір, часто з вкрапленнями цеолітів (переважно марденіту) та різноманітні текстурні рисунки: концентрично-зональний, прямолінійно-смугастий, фантазійний.

У кар'єрах поблизу сіл Берестовець і Базальтове переважно зустрічаються жильні агати з потужністю жил від 1 до 3,5 см і протяжністю понад 300 см. Знахідки мигдалин агатів у цих місцях рідкісні. Колір агатів варіює від сірого і жовтувато-сірого до рожево-сірого і зеленувато-сірого, текстурні рисунки бувають смугастими, плейчасто-смугастими, пейзажними. У 2021 році в одному із закинутих кар'єрів с. Берестовець Олешук П.П. у кальцитовій жилі знайшов дуже цікаві полігональні агати жовто-білого кольору.

Агати також зустрічаються в межах Гірського Криму (вулканічний масив Кара-Даг, масив Татар-Хабурга, долини річок Альма та Бодрак), у пляжних відкладах поблизу вулканічного масиву Кара-Даг та гирла річок Альма й Бодрак у Калмицькій затоці.

Халцедони й агати вулканічного масиву Кара-Даг та масиву Татар-Хабурга зустрічаються у вулканогенних породах верхньої юри (байос) серед андезитів, базальтів, спілітів, кератоспілітів у вигляді жил, жеод та стяжін різної форми.

Жили мають переважно халцедоновий або халцедон-кварцовий склад і зональну будову. Потужність жил становить від 2 до 12 см, діаметр жеод і стяжінь – від 3 до 7 см. Колір агатів варіює від світло-сірого, сірого та блакитно-сірого до рожевого й червоного. Текsturні рисунки можуть бути концентрично-зональними, прямолінійно-смугастими, моховими або пейзажними [1, 13].



Агат з морденітом, родовище Полицьке-2



Полігональний агат, с. Берестовець

Агати, що зустрічаються у долинах річок Альма та Бодрак у Гірському Криму, пов'язані з вулканогенними утвореннями середньої юри. Вони зустрічаються у вигляді жовен і мигдалин ізометричної, округлої та видовженої форми [12]. Колір – сірий, світло-сірий, темно-сірий, біло-сірий та сіро-блакитний з переважно концентрично-зональним або стильниковим текстурним рисунком. Часто в агатах спостерігається ефект переливу («ірис-ефект»). Розмір агатових жеод зазвичай становить 1–4 см, зрідка – до 7 см. А.І. Шалимов (1960) описував одиничні знахідки агатів розміром 10–12 см.

У Закарпатті халцедони й агати ендегенного генезису зустрічаються на Мужіївському золоторудному родовищі серед міоценової осадово-вулканогенної товщі, де утворюють прожилки і жили, що часто по периферії складені сульфідами, переважно галенітом і сфалеритом, а центр заповнений аметистом, аметистовидним халцедоном, часто з агатовим малюнком. Колір – рожево-сірий, фіолетово-сірий, світло-сірий; текстурний рисунок – смугастий, пloidчастий. Ці агати характеризуються високою декоративністю, але, на жаль, більшість з них потрапила у відвали під час проходження шtolьні та видобування золота.

Також у Закарпатті на Каменецькому родовищі у відвалах кар'єру було знайдено напівпрозоре, високодекоративне жовно халцедону розміром 15×12×6 см сірувато-білого кольору [9].



Агат, хребет Кара-Даг, Крим



Агат, Мужіївське золоторудне родовище

Одними з найкрасивіших агатів і халцедонів, що зустрічаються на території України, є ті, що пов'язані з кораами вивітрювання. Їхні прояви відомі в межах Українського щита. Наприклад, знахідки високодекоративних агатів і халцедонів зафіксовано серед кір вивітрювання ультрабазитів на Капітанівському, Деренюхінському, Лашевадському, Побузькому та Буртинському родовищах. У цих регіонах зустрічаються жили та стяжіння халцедону, агату, яшмо-агату, опалу. Розмір варіюється від 3–5 до 35 см. Колір здебільшого білий, сіро-білий, коричнево-білий; текстурний рисунок – пloidчасто-смугастий, мереживно-смугастий, фантазійний [8].

Існують також усні повідомлення про знахідки агатів в алювіальних розсипах річки Південний Буг та її приток поблизу м. Вознесенськ, які за кольором і текстурним рисунком дуже схожі на агати з побузьких ультрабазитових родовищ.

Жили й прожилки агату і халцедону, які вирізняються своїм рисунком та кольоровою гамою, зустрічаються серед кір вивітрювання Заваллівського графітового родовища. Перші знахідки були виявлені у розкривних породах, тепер вони спорадично зустрічаються у вигляді жил і прожилків у кальцефірах. Переважають біло-сірі, зелено-червоно-білі, фіолетово-сірі, зелено-фіолетово-блакитно-білі, блакитно-білі кольори; текстурний рисунок – смугастий, мереживно-смугастий, пloidчастий, фантазійний. У деяких агатах усередині присутня піртова облямівка, що надає їм високої декоративності.

Також відомі знахідки Процуна О. (2024) халцедонових і халцедон-агатових кірок у розкривних породах Глуховецького каолінового родовища. Колір халцедону – білий, жовтувато-білий, жовтий; текстурний рисунок – смугастий або відсутній. Декоративно-споживчі характеристики цих халцедонів ще вивчаються.

Біля с. Петрово відомий прояв «Білі Горби», що пов'язаний з корама вивітрювання кристалічних порід. Агати тут зустрічаються у вигляді жил і прожилків розміром 0,5–15 см білого, сірого, блакитно-сірого кольору з прямолінійно-смугастим рисунком. Схожі прожилки виявлені і серед вивітрілих порід Інгuleцького родовища [4].

Халцедон і його різновид – агат – мають обмежене поширення в Приазов'ї. Вони зустрічаються в Петрово-Гнутовському флюоритовому прояві, а також у флюорит-халцедонових жилах на правому березі р. Кальміус за 0,5 км вище с. Черталика. Халцедон також виявлений у кварцових та доломітових жилах у Волноваській зоні розломів. Відомі прожилки до 10 см завширшки та агатові мигдалини у корі вивітрювання лужних сієнітів Південно-Кальчикського масиву (с. Кременівка). Колір – жовтий, бурий, коричневий, темно-синій [7].

Халцедон у Донецькому басейні зустрічається серед крейдових відкладів у вигляді конкрецій, заповнених одночасно опалом, кварцом і халцедоном [6].

Прояв Григор'ївський знаходиться біля с. Григор'ївка Бахмутського району Донецької області. Тут серед вапняків тріасу виявлені прожилки халцедону завширшки до 15 см білого, жовтувато-білого, блакитно-фіолетового кольору.

Прояв Родниківський поблизу с. Родникове Старобешівського району характеризується знахідками жовен і уламків халцедону до 40 см у поперечнику серед вивітрілих мергелів везейського ярусу. Колір – сірий, жовтий, блакитно-червоний [3].

Кременівський прояв у с. Кременівка містить халцедонові прожилки від 0,5 до 10 см у корі вивітрювання озалізненних сієнітів, простежені на глибину до 1 м. Агати характеризуються моховим і концентрично-зональним рисунком [3].

Знахідки натічного сердоліку, сердолікового агату й халцедону серед розкривних порід Волинського родовища є особливо цікавими [10]. Вони зустрічаються у вигляді ізометричних уламків, кірок, натеків. У халцедонових уламках спостерігаються каверни з псевдосталактитами та щітками кварцу. Колір сердоліку – оранжевий, оранжево-сірий; халцедону – блакитно-сірий, блакитно-біло-сірий, біло-сірий. Більшість халцедонів з району четвертої шахти мають зовнішнє оранжеве або оранжево-сіре забарвлення, тоді як внутрішнє забарвлення сіре або сіро-блакитне [2].



Агат, Заваллівське графітове родовище



Сердолік, Волинське родовище

У Харківській області зафіксовано ниркоподібні утворення халцедону в сеноманських силіцитах та кварц-халцедонові структури в бучацькій деревині біля с. Савінці [5].

Знахідки агатів в Іллінецькому кратері є досить відомими. Окрім великого агату, що експонується в Берлінському національному музеї, зафіксовано агатову жилу (усні повідомлення, Деревська К., 2018) та агатові мигдалини сердолікового кольору. Такі знахідки спонукають до подальшого дослідження імпаکتитів та зв'язків між халцедонами й імпактними структурами.

Цікаві знахідки халцедонової, сердолікової і сардонікової гальки зафіксовані у привізних алювіальних відкладах на одеських пляжах. Хоча походження цього гравію ще не з'ясовано, припускають, що він може походити з алювіальних відкладів Дністра чи Південного Бугу. Колір – жовтий, коричнево-жовтий, коричнево-жовто-чорний; текстурний рисунок – смугастий, концентрично-зональний, іноді відсутній. Жовна іноді мають білу каолінізовану оболонку, їхній розмір варіює від 0,5 до 3 см.

Висновки. Авторам вдалося зібрати інформацію про понад 20 проявів агатів та халцедонів. Однак, на нашу думку, завдяки різноманітній геологічній будові України на її території ще існує багато невідкритих або невідомих проявів халцедонів та агатів. Їхнє відкриття може бути полегшене завдяки залученню любителів каміння. Отже, ми очікуємо нових знахідок халцедонів та агатів, зокрема серед вапняків Львівської області. Крім того, більшість відомих халцедонів та агатів потребують подальшого, більш детального вивчення їхніх колористичних та текстурних особливостей, декоративності, споживчих характеристик.

Список використаних джерел:

1. Гелета О.Л., Сурова В.М. та ін. Створення бази даних ідентифікаційних ознак, якісних і вартісних характеристик основних та супутніх видів сировини дорогоцінного (напівдорогоцінного) каміння з родовищ України Київ, проміжний звіт ДГЦУ, 2012.

2. Гелета О.Л., Сурова В.М. та ін. Створення бази даних ідентифікаційних ознак, якісних і вартісних характеристик основних та супутніх видів сировини дорогоцінного (напівдорогоцінного) каміння з родовищ України Київ, заключний звіт ДГЦУ, 2013.
3. Дехтулінський Е.С. Геолого-прогнозна оцінка перспективних на кольорове каміння районів України з урахуванням сучасної кон'юнктури ринку. – Київ, 2000.
4. Ільїн Є.П., Філатов Є.І. Звіт про пошуки родовищ кольорового каміння на території діяльності ПГО «Південьгеологія» ГРП 1978–1980 рр. – Харків, 1980.
5. Космачова М.В. Декоративні друзи дрібних кристалів кварцу східної України. Збірник матеріалів XI міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та особливості видобутку, обробки і використання природного каміння». – Київ, 2021.
6. Лазаренко Є.К., Панов Б.С., Груба В.І. Мінералогія Донецького басейна. Частина 1. – К.: Наукова думка, 1975. – 254 с.
7. Лазаренко Є.К., Лавриненко Л.Ф., Бучінська Н.І. та ін. Мінералогія Приазов'я. – К.: Наукова думка, 1981. – 432 с.
8. Олексійчук Ю.І., Іванов М.В. Звіт по темі «Узагальнення результатів робіт на каменебарвну сировину УРСР 1979-1981 р.», Київ, 1981.
9. Семенченко Ю.В., Агафонова Т.Н. и др. Цветные камни Украины – К.: Будівельник, 1974. – 188 с.
10. Сурова В.М. Кремені Житомирщини // Коштовне та декоративне каміння, № 1(59), березень 2010. – 28-32.
11. Самоцвіти України, Том 3 // за ред. Баранова П.М. – К.: Ювелір-ПРЕСС, 2008. – 84 с.
12. Шалімов А.І. Родовища агатів в долині річки Альми (південно-західний Крим) // Л.: Бюлетень «Самоцвіти», випуск № 1, 1960. – 52-54 с.
13. Шкабара М.Н. Мінералогія кримських і деяких кавказьких родовищ цеолітів // Дисертація на здобуття вченого ступеня доктора геолого-мінералогічних наук. Харків, 1956. – 447 с.

УДК 549.091.5

СТВОРЕННЯ ВІДЕОТЕКИ ВІЗЕРУНКІВ ЧОРНИХ ОПАЛІВ ЯК НАВЧАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ З ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ ТОРГОВИХ НАЗВ

CREATION OF A VIDEO LIBRARY OF BLACK OPAL PATTERNS AS AN EDUCATIONAL TOOL FOR DETERMINING THEIR TRADE NAMES

Шевченко Сергій Вікторович, кандидат геологічних наук, завідувач кафедри загальної та структурної геології,
ORCID: 0000-0003-3994-1927, shvchenko.s.v@nmu.one

Курса Олексій Валентинович, аспірант кафедри загальної та структурної геології

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,
shvchenko.s.v@nmu.one

Kursa Oleksii, post graduate student, Department of General and Structural Geology

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

Анотація. Розглянуто можливість використання розміщених у мережі Інтернет та деяких соціальних мережах відеофайлів з візерунками чорних австралійських опалів для створення відеотеки з метою використання у навчальних цілях. Наведено класифікацію візерунків чорних опалів за геометричними параметрами, а також основні критерії для розпізнавання візерунків і визначення їх торгових назв.

Ключові слова: чорні опали, візерунки, торгова назва, відеотека.

Abstract. The possibility of using video files with patterns of black Australian opals posted on the Internet and some social networks to create a video library for educational purposes was considered. The classification of black opals patterns according to geometric parameters, as well as the main criteria for recognizing patterns and determining their trade names are given.

Key words: black opals, patterns, trade name, video library.

Актуальність

У назвах візерунків чорних опалів, які склалися історично, часто міститься пряма інформація про художній образ, асоціація з яким виникає при спостереженні гри візерунку. Визначити тип візерунку опалу часто є непростю задачею, яка потребує певних навичок. Цього точно не можна досягти за допомогою фото – лише завдяки перегляду відео або зразка наочно. Ідея роботи полягає в обґрунтуванні доцільності створення відеотеки візерунків чорних опалів для набуття практичних навичок з визначення їх типу і торгової назви.

Основні результати

Класифікація візерунків за геометричними параметрами

Візерунки чорних опалів чітко описуються термінами з геометрії. Так, одна з класифікацій візерунків чорних опалів містить чотири основні групи (таблиця):

- опали з невиразним візерунком: мох (саяво), астерія, галактика тощо;
- опали з лінійними елементами візерунків: подряпини, солом'яний, перо/папороть;
- опали з нерегулярними візерунками: плитковий, палітра, пазл тощо;
- опали з геометричними візерунками: арлекін, гексагональний, сотовий.

Табл. 1. Типи візерунків чорних опалів за геометричними параметрами

<i>Невиразні</i>	мох (саяво), астерія, галактика, зірковий пил
<i>З лінійними елементами</i>	китайське письмо або скрипт, стрічковий, солома, подряпини, перо (папороть), широкий спалах, рухливий спалах, вітряк, хвилясті хмари, рухливі хвилясті хмари, смужкуватий, зірка, псевдокотяче око, риб'яча луска
<i>Нерегулярні</i>	риб'яча луска, блоковий, флаг, бруківка, квітковий, пазл, палітра, віяло, цяткові вогники, лист конюшини
<i>Правильні геометричні</i>	арлекін (класичний, павич, шахівниця); стільниковий

Інша класифікація, що застосовується до візерунків чорних опалів, містить визначення розміру основних елементів візерунку. Точкові елементи формують так звані дрібні візерунки, а лінійні і полігональні елементи – великі візерунки. Розмір і чіткість вираження цих елементів має безпосередній вплив на якість опалів. Так, дрібні візерунки (цяткові вогники, мох або саяво) є менш бажаними, ніж широкі розлогі візерунки або великі спалахи. Більші за розміром елементів та більш затребувані візерунки включають солом'яний візерунок, китайське письмо (ієрогліфи), візерунок стрічки, рухливі спалахи тощо, оскільки вони є більш чіткими і будуть коштувати дорожче (Ruth, B., 2020). Оптимальним з цієї класифікації теж є візерунок арлекін – не просто полігональні фігури, а чіткі квадрати і ромби, що переходять один в одного. Такі візерунки оцінюються найвищими вартісними показниками.

Для формування відеотеки нами було залучено відеофайли кількох типів візерунків, які представляють всі чотири основні групи. Ці та інші файли, що надають представлення про широкий перелік різновидів візерунків чорних опалів, наведено на сайтах компаній, які торгують готовою продукцією, а також на сторінках соцмереж, які підтримуються цими компаніями. Перелік посилань наведено у літературних джерелах.

Якщо виконати всі вимоги щодо авторських прав компаній, які розмістили це відео (тобто головним чином не використовувати з комерційними цілями), то таку відеотеку можна розмістити на відповідному сервері наукової чи освітньої установи, і звертатися до цих відеозображень при проведенні навчальних занять з означеної тематики.

Висновки

1. Торгові назви чорних опалів несуть пряму інформацію про художній образ, асоціація з яким виникає при спостереженні гри візерунку (цього не можна досягти за допомогою фото – лише завдяки перегляду відео або зразка наочно).

2. Візерунки чорних опалів складені точковими, лінійними, нерегулярними двомірними елементами і складними геометричними фігурами (полігон, квадрат, ромб тощо). Загальна кількість візерунків перевищує 30 різновидів.

3. Створення відеотеки дозволить усім зацікавленим знайомитися з різновидами візерунків чорних опалів, а також отримувати практичні навички з визначення їх типу і торгової назви.

Список використаних джерел:

1. Joel Price Inc. (n.d.). <https://joelpriceinc.com/>
2. Opal Colours and Patterns. (n. d.). Cody Opal. <https://www.codyopal.com/about-opals/colours-patterns-and-values.html>
3. Opal Nomenclature or is that classification? (2019). The International Opal Academy. <https://www.opal.academy/home/2019/7/24/opal-nomenclature>
4. Opal Patterns – the Ultimate Guide. (2017, September 5). Opal auctions. <https://www.opalauctions.com/learn/technical-opal-information/opal-patterns>
5. Ruth, B. (2020, June 15). What patterns are in opal? Black Opal Direct Blog. <https://blackopaldirect.com/blog/what-patterns-are-in-opal/>
6. Ruth, B. (2021, May 24). Australian opal patterns explained. Black Opal Direct Blog. <https://blackopaldirect.com/blog/australian-opal-patterns-explained/>
7. The Gemmological Association of Great Britain. Understanding Play of Colour and Patterns in Opal Gemstones (2020, June 18). Gem-A. <https://gem-a.com/gem-hub/gem-knowledge/colour-patterns-opal-gemstones-rare>
8. Thomas, J. (n.d.). Describing Opal Patterns. <https://blackopaldirect.com/opal-patterns/>

УДК502 (075.8)

**ПРО НЕОБХІДНІСТЬ ЗМІН У ПІДХОДАХ ДО ОЦІНКИ ЗАПАСІВ БУРШТИНУ НА ДІЛЯНКАХ НАДР З
ВКРАЙ НЕРІВНОМІРНИМИ ПОКЛАДАМИ ТА ДІЛЯНКАХ, ЩО ЗАЗНАЛИ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ**

**ON THE NEED FOR CHANGES IN APPROACHES TO EVALUATING AMBER RESERVES IN SUBSOIL AREAS WITH
EXTREMELY UNEVEN DEPOSITS AND AREAS EXPERIENCING ANTHROPOGENIC INFLUENCE**

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

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, Vasylykivska str., 90, Kyiv, Ukraine, 03022

Анотація. Розглянуто проблематику геолого-економічної оцінки бурштину, складання звіту і захист запасів

Ключові слова: геолого-економічна оцінка, бурштин, оцінка запасів

Abstract. The problems of the geological and economic assessment of the mineral – amber, during the preparation of the report on the protection of reserves were considered

Keywords: geological and economic assessment, amber, stock assessment

Видобуток бурштину є важливою складовою економіки північно-західного регіону України, розташованого в межах Рівненської, Житомирської і Волинської областей. На електронних аукціонах за останні п'ять років (2019–2024) продано 117 спеціальних дозволів на суму 354,3 млн грн.

Сучасна ситуація, яка пов'язана з численними проявами незаконного видобування бурштину, зміною екологічних вимог та суттєвим коливанням цін на європейському і світовому ринках, викликають необхідність перегляду існуючих підходів і методів економічної оцінки проєктів видобутку бурштину.

Традиційні методи, що базуються на оцінці прямих витрат та дисконтуванні вкладів і враховують лише чисту теперішню вартість (NPV) та внутрішню норму рентабельності (IRR), нині вже не відображують сучасну ринкову динаміку. Вони також не враховують ризики, що виникають через регуляторні зміни та особливості реального розподілу бурштину в надрах, особливо на ділянках з порушеними умовами первинного залягання [1, 2].

Отже, існуючі підходи залишаються актуальними лише для базової оцінки проєктів і не достатні для конкретних об'єктів і прийняття оптимального рішення користувачем надр.

Як відомо, Положення про порядок розробки та обґрунтування кондицій на мінеральну сировину для підрахунку запасів твердих корисних копалин у надрах передбачає проведення геолого-економічної оцінки і може бути здійснено в стандартному і комерційному варіантах [4].

На сьогодні стандартний варіант оцінки фактично є єдиним, який застосовується при підготовці звіту про детальну геолого-економічну оцінку запасів бурштину.

Він враховує норму дисконту, інвестиції у виконання проєкту з розробки родовища, видобуток корисної копалини і переробку її у товарну продукцію традиційними технологіями. Але він не враховує цілий ряд важливих факторів, зокрема:

- наявність власних основних фондів для розробки родовищ. А така ситуація зустрічається доволі часто, оскільки спеціальні дозволи продаються здебільшого на родовища, невеликі за площею, і для них не доцільно інвестувати кошти в придбання основних фондів, техніки для видобутку, спеціального обладнання та ін. Часто групи компаній, які мають спільних бенефіціарів, придбавають техніку для розробки кількох родовищ або ж наймають сторонні організації, що мають відповідні дозвільні документи на проведення подібних робіт;

- можливості застосування інших альтернативних способів видобутку, відмінних від традиційного, який передбачає будівництво кар'єру. Наприклад, спосіб гідророзмиву. Або відкритим способом за допомогою засобів гідромеханізації (земснаряду);

- також серед показників розрахунку кондицій, для підрахунку запасів положенням передбачається розрахунок мінімального промислового вмісту корисного компоненту, бортового вмісту, мінімального вмісту корисного компоненту в крайовому перетині. При цьому не передбачено здійснення розрахунків альтернативних способів видобутку відповідно до показників кондицій.

Комерційний варіант налаштований на можливість отримання прибутку і реальну економічну оцінку проекту.

Паралельна оцінка ефективності видобутку бурштину альтернативними способами актуальна особливо на ділянках з порушеним первинним заляганням.

Слід також пам'ятати, що потенційні надрокористувачі отримують спеціальні дозволи на ділянку родовищ, запаси на яких, як правило, не досліджені, чим несуть свій підприємницький ризик. У зв'язку з цим якісна геолого-економічна оцінка для них вкрай важлива.

Нормативними документами [3–5] передбачено, що для визначення вартості товарної продукції гірничого виробництва необхідно застосовувати діючі звичайні оптові ціни на відповідний вид та сорт продукції, що склалися на товарних біржах. Ціни на товарну продукцію, що визначені на підставі договорів з користувачами, можуть застосовуватись для визначення її вартості в разі, якщо вони не нижчі від біржових (звичайних).

Але ж біржової ціни на ринку України не існує і відповідно звичайною ціною варто вважати ціни, що відображаються на європейських, азійських або внутрішньому ринку України. Для цього необхідно постійно здійснювати моніторинг та своєчасно визначати тренд і перспективи їх змін.

Коливання на ринку бурштину, динаміка попиту та пропозиції, а також відсутність біржових цін на продукцію суттєво ускладнюють правильну оцінку вартості видобутку. Як вихід – проведення маркетингових досліджень під час підготовки техніко-економічного обґрунтування видобувних проєктів.

Важливим чинником під час економічної оцінки запасів є вимоги законодавства у сфері екології. Екологічні фактори мають ключовий вплив на оцінку економічної ефективності, але в чинних нормативних документах їх оцінку не передбачено. Хоча ми розуміємо що витрати на рекультивацію порушених територій можуть бути великими.

Очікується, що в результаті перегляду та вдосконалення методів оцінки економічної ефективності видобутку бурштину з урахуванням сучасних викликів і тенденцій ринку можна буде більш ефективно оцінювати способи видобування корисної копалини та розрахунку рентної плати. Це також надасть можливість врахувати збитки і наслідки хаотичного і незаконного видобування бурштину та провести рекультивацію пошкоджених земель.

Список використаних джерел:

1. Інструкції із застосування класифікації запасів і ресурсів корисних копалин Державного фонду надр до родовищ бурштину (ДКЗ України, 2003 р.).
2. Закон України «Про державне регулювання видобутку, виробництва і використання дорогоцінних металів і дорогоцінного каміння та контроль за операціями з ними», Київ, 18 листопада 1997р. №637/97-ВР, «Урядовий кур'єр» 12 грудня 1997 р. № 230-231.
3. Методичні рекомендації з проведення гідрогеологічних, інженерно-геологічних та еколого-геологічних досліджень у процесі розвідки родовищ твердих корисних копалин, ДГС України, ПДРГП «Північ геологія», Київ, 2007 р.
4. «Положення про порядок розробки та обґрунтування кондицій на мінеральну сировину для підрахунку запасів твердих корисних копалин у надрах». Наказ від 07.12.2005 № 300.
5. «Положення про стадії геологорозвідувальних робіт на тверді корисні копалини». Наказ Геолкому України 15.02.2000 р. № 19.

УДК 552.33+549(477.62)

МАРІУПОЛІТ – СИМВОЛ УКРАЇНСЬКОЇ МІЦНОСТІ І НЕЗЛАМНОСТІ *MARIUPOLITE – SACRAMENT OF UKRAINIAN STRENGTH AND INVINCIBILITY*

Нестеровський Віктор Антонович¹, доктор геологічних наук, професор кафедри геології нафти і газу, директор Геологічного музею, ORCID: 0000-0002-7065-8962, +38 (044) 259-05-42, v.nesterovski@ukr.net

Деревська Катерина Ігорівна², д-р геол. наук, професор кафедри екології, ORCID: 0000-0003-4796-4715, zimkakatya@gmail.com

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

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

Nesterovskiy Viktor¹, Doctor of Geology, Professor of the Department of Petroleum Geology, ORCID: 0000-0002-7065-8962, +38 (044) 259-05-42, v.nesterovski@ukr.net

Derevska Kateryna², Doctor of Geology, Professor of the Department of Ecology, ORCID: 0000-0003-4796-4715, zimkakatya@gmail.com

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

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

Анотація. Наведено відомості про рідкісні магматичні породи лужного ряду з включеннями блакитного содаліту з родовищ біля м. Маріуполь.

Ключові слова: Україна, маріуполіт, содаліт, нефелінові сієніти.

Abstract. Data on rare igneous rocks of the alkaline series with inclusions of blue sodalite from deposits near the city of Mariupol are given.

Keywords: Ukraine, mariupolite, sodalite, nepheline-syenite.

Україна багата на родовища і прояви виробної та декоративної сировини, які приурочені до різних тектонічних структур і відповідно нерівномірно поширені. Натуральні кольорові камені широко використовують у будівництві, архітектурі, внутрішньому і зовнішньому оздобленні, ювелірній промисловості, ландшафтному дизайні.

Починаючи з 2014 р. мінерально-сировинна база України зазнає значних втрат у зв'язку з захопленням наших територій на сході і півдні країни. Дотепер на окупованих територіях нашої країни залишаються десятки родовищ декоративного, виробного й облицювального каменю. Серед них важливе місце займає маріуполіт, який сьогодні, завдяки своїй назві, став символом незламності і мужності українців.

На півдні Українського щита (УЩ) в межах Приазовського тектонічного блоку сієніти (нордмаркіти, нефелінові сієніти, фойяїти, граносієніти та деякі інші лужні породи) займають значну площу і утворюють великі за розміром масиви [1]. У межах Східноприазовської площі можна виділити: 1) Південно-Кальчицький масив (Чердаклінське родовище); 2) Кальміуський масив; 3) масив Грузького Єланчика; 4) Жовтневий масив (Мазурівське родовище). Жовтневий лужний масив – це давній платформний прояв нефелінового магматизму в межах УЩ, що датується абсолютним віком близько 1,8 млрд р. [1].

Влітку 1901 р. польський геолог Юзеф Морозевич, досліджуючи балки р. Кальміус, першим охарактеризував нефелінові сієніти Приазов'я, серед яких виділив такі різновиди, як маріуполіт і фойяїт. Він дійшов висновку, що багатий лугами маріуполіт можна розглядати як безкалієвий різновид польвошпатового фойяїту і дав йому назву на честь міста, поблизу якого і було знайдено цю гірську породу – м. Маріуполь [2, 4]. До початку повномасштабного вторгнення маріуполіт був родзинкою кам'яного літопису в Маріупольському краєзнавчому музеї. Окупанти знищили краєзнавчий музей Маріуполя, де зберігалися унікальні артефакти історії краю, метеорити, гірські породи, мінерали. Типовий зразок маріуполіту з Приазов'я наведено на рис. 1.



Рис. 1. Маріуполіт з численними включеннями содаліту з колекції Геологічного музею КНУ

Як відомо, маріуполіт – це нефеліновий сієніт, що складається з 74% альбіту, 13% нефеліну, 7% егірину, 4% лепідомелану, 2% циркону, апатиту, а також з другорядних (содаліт, амфібол, кальцит, канкриніт, цеоліти) і акцесорних мінералів (пірохлор, циркон, брітолліт, магнетит, сульфід заліза тощо). Характеризується майже повною відсутністю ортоклазу (алюмосилікат калію) та присутністю Na_2O [1, 4, 5]. Саме присутність содаліту надає породі блакитного кольору, схожого на лазурит, і це разом з іншими властивостями робить його високодекоративним природним матеріалом.

Содаліт – мінерал, алюмосилікат натрію каркасної будови з додатковим аніоном Cl^- . Вперше його виявлено у 1811 р. європейцями в Гренландії. Назву содаліту, що пов'язано з словом «сода» за високий вміст натрію у мінералі, дав шотландський хімік Томас Томсон у тому ж році. Содаліт зустрічається у вигляді агрегатів або розсіяних зерен серед бідних на кремнезем магматичних порід або пегматитів [5].

За класифікацією корисних копалин затвердженою Кабінетом Міністрів України (від 16 серпня 2005 р. № 747), маріуполіт належить до виробної сировини [3].

За зовнішнім виглядом маріуполіт є поліхроматичною породою. Зустрічаються світлі, сірі, рожево-сірі, блакитно-сірі або зеленувато-сірі різновиди. За структурою поширені маріуполіти нерівномірнозернистої, дрібно-, середньо- та крупнозернистої структури, що мають масивну або смугасту текстуру.

Завдяки своїм мінералогічним, фізико-хімічним та фізико-технічним властивостям маріуполіт легко піддається обробці і після полірування набуває глянцевої поверхні. Його часто використовують у художніх, сувенірних, галантерейних та ювелірних виробках. Некондиційні різновиди є цінною сировиною для виробництва спеціальних видів скла, керамічних виробів, таких як плитка, сантехніка та електроізоляційні матеріали. Зразки маріуполіту з високою блочністю популярні як декоративний матеріал для зовнішнього та внутрішнього оздоблення.

Список використаних джерел

1. Кольорові камені України. Семенченко Ю.В., Агафонова Т.М., Солонинко І.С. та ін. Київ:Будівельник, 1974. 188 с.
- 2.Морозевич Ю.А. Про одного крайнього члена нефелінових сієнітів – маріуполіта і пов'язаних з ним порід Маріупольського краю // Зах. Імп. мін. Тов.,1902. Сер. 2, Ч. XXXIX. С. 44-51.
- 3.Перелік корисних копалин Кабінету Міністрів України (від 16 серпня 2005 р. № 747) Інтернет ресурс: <https://www.kmu.gov.ua/npras/20058044>.
- 4.Білецький В. С., Шпильовий Л. В. Польський дослідник Приазовських надр // Геолого-мінералогічний вісник Криворізького ДТУ, 2007. № 2 (18). С. 82–90.
5. Содаліт. Мінералого-петрографічний словник / Укл.: Білецький В.С., Суярко В.Г., Іщенко Л.В. Харків: НТУ «ХПІ», Київ: ФОП Халіков Р.Х, 2018. 444 с.

УДК 691

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ДРІБНОДИСПЕРСНИХ ВІДХОДІВ КАМЕНЕДОБУВНОГО ТА КАМЕНЕОБРОБНОГО ВИРОБНИЦТВА У ГЕОПОЛІМЕРНИХ СУМІШАХ

PROSPECTS OF THE USE OF FINELY DISPERSED WASTES OF STONE QUARRYING AND STONE PROCESSING IN GEOPOLYMER MIXTURES

Шамрай Володимир Ігорович, кандидат технічних наук, доцент кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т., ORCID: 0000-0001-9441-9379, kgt_shvi@ztu.edu.ua

Леонет Ірина Володимирівна, доктор філософії, асистент кафедри філософсько-історичних студій та масових комунікацій, ORCID: 0000-0002-6572-681X, phd184201_liv@student.ztu.edu.ua

Наумов Ярослав Олегович, асистент кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т., ORCID: 0009-0004-3777-7814, tzns39m_nyao@student.ztu.edu.ua

Мельник-Шамрай Вікторія Вікторівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій, ORCID: 0000-0002-3551-5085, org_vvm@ztu.edu.ua

Пацева Ірина Григорівна, доктор технічних наук, завідувач кафедри екології та природоохоронних технологій, ORCID: 0000-0001-6271-7355, rig@ztu.edu.ua

Держаний університет «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, Україна

Shamrai Volodymyr, PhD, Associate Professor of the Department of Mining Technologies and Construction named after Prof. Bakka M.T., ORCID: 0000-0001-9441-9379, kgt_shvi@ztu.edu.ua

Leonets Iryna, PhD, Assistant of the Department of Philosophical and Historical Studies and Mass Communications, ORCID: 0000-0002-6572-681X, phd184201_liv@student.ztu.edu.ua

Naumov Yaroslav, Assistant of the Department of Mining Technologies and Construction named after Prof. Bakka M.T., ORCID: 0009-0004-3777-7814, tzns39m_nyao@student.ztu.edu.ua

Melnyk-Shamrai Viktoriia, PhD, Associate Professor of the Department of Ecology and Environmental Technologies, ORCID: 0000-0002-3551-5085, org_vvm@ztu.edu.ua

Patseva Iryna, Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Ecology and Environmental Protection Technologies, ORCID: 0000-0001-6271-7355, rig@ztu.edu.ua

Zhytomyr Polytechnic State University, 103, Chudnivska str., Zhytomyr, Ukraine

Анотація. Внаслідок діяльності каменедобувних та каменеобробних підприємств утворюються значні обсяги кам'яних відходів. Серед всіх видів відходів каменевиробництва найменше перероблюють дрібнодисперсні фракції. Саме тому в цій роботі розглядаються способи використання дрібнодисперсних кам'яних відходів у геополімерних сумішах, такого, що характеризується високими технологічними та екологічними показниками.

Ключові слова: кам'яні відходи, утилізація, геополімерні суміші, дрібнодисперсні відходи

Abstract. As a result of the activity of stone mining and stone processing enterprises, significant volumes of stone waste are generated. Among all types of stone production waste, fine fractions are processed to the smallest extent. That is why, in this paper, methods of using finely dispersed stone waste in geopolymer mixtures, which are characterized by high technological and

ecological indicators, are considered.

Keywords: stone wastes, recycling, geopolymer mixtures, finely dispersed wastes

На сучасному етапі розвитку економіки України та світу спостерігається масштабний вплив глобалізаційних процесів на соціально-економічний розвиток потенціалу країни. Внаслідок цього перед суспільством відкриваються як нові можливості, так і нові загрози. Причому невирішені питання до впливу глобалізаційних процесів загострюються і потребують негайного вирішення [1]. Серед невирішених проблем сучасного суспільства існує проблема утилізації відходів промисловості. Проблема переробки та утилізації відходів промисловості в деяких випадках розглядається навіть як один з компонентів національної безпеки. На території України обсяги відходів гірничого виробництва перевищують 25 млрд тонн, займаючи площу понад 150 тис. га [2]. В умовах розвитку глобалізаційних процесів економіка України зазнає кардинальних трансформацій, зумовлених новою хвилею технологічних інновацій. Таким чином, утворені відходами техногенні родовища корисних копалин можуть бути придатними для промислового освоєння за рахунок трансферу технологій та передового досвіду у сфері управління та поводження з промисловими відходами. Крім того, для вирішення проблеми необхідно розробити нові технології виробництва, переробки і збагачення відходів та некондицій, які дозволять створити новий продукт або повторно використати відходи гірничої галузі як сировину. Повторне використання відходів гірничого виробництва сприятиме покращенню еколого-економічного стану України. Вторинна переробка цих відходів дозволить звільнити сільськогосподарські угіддя; зменшити площі безповоротно порушених земель кар'єрними виробками через залучення відходів як сировинного продукту; здешевити вартість будівельних матеріалів [3].

Каменедобувна та каменеобробна галузі України характеризується величезним мінерально-сировинним потенціалом природного каменю (стінового, облицювального, бутового). На території України поширені родовища магматичного (граніту, габро, лабрадориту, анортозиту, діориту, сієніту, базальту, андезиту та ін.), метаморфічного (кварциту, мармуру) і осадового походження (вапняку, доломіту, травертину, пісковика, ангідриту). Всього в Україні налічується 262 родовища природного каменю, серед яких 60 % знаходяться у Житомирській області [4].

Особливе місце в мінерально-сировинному потенціалі Житомирської області займають поклади магматичних інтрузивних порід (граніти, габро, лабрадорити), які забезпечують мінерально-сировинну базу для гірничих підприємств з видобутку та виробництва декоративно-облицювальної сировини з каменю. На території області користувачам надано 92 родовища природного каменю з загальними запасами 140 млн м³ [5]. Це створює високу концентрацію переробних підприємств у регіоні. Як і будь-які переробні підприємства, каменеобробні також створюють відходи. За окремими оцінками щорічний обсяг відходів, утворений внаслідок обробки природного каменю підприємствами у Житомирському регіоні може сягати до 50 тис. м³.

Дрібнодисперсні відходи природного каменю можна розділити за місцем їх утворення:

- дрібнодисперсні відходи каменеобробного виробництва, що утворюються на підприємствах з обробки природного (блочного) каменю. Характеризуються мінливістю якісного складу, що спричинене переробкою різноманітних гірських порід за мінералогічним та хімічним складом;
- дрібнодисперсні відходи каменедобувного виробництва, що утворюються на підприємствах з видобування природного каменю (як блочної, так і було-щебеневі сировини). Характеризується переважною сталістю якісного складу, що спричинене незначним коливанням мінералогічного та хімічного складу гірської породи в межах родовища.

Нині існують сучасні тенденції розвитку галузі будівельних матеріалів, що включають у себе акцент на стійкість, зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та пошук екологічно-ефективних рішень. Розвиток галузі в напрямку розробки екологічно чистих матеріалів зумовлений зростанням екологічної свідомості населення, обмеженістю природними ресурсами і посиленнями екологічними стандартами в різних країнах [6].

Одним із перспективних напрямків використання дрібнодисперсних відходів нерудної будівельної промисловості є геополімерні матеріали, область застосування яких є досить різноманітною. Для того щоб визначити галузь застосування геополімеру, досліджують хімічний склад його компонентів. Відповідні властивості геополімерів, структура та область їх застосування будуть залежати від співвідношення Si/Al [7]:

- Si/Al = 1 – матеріали для виготовлення цегли, кераміки та вогнестійких виробів;
- Si/Al = 2 – матеріали для виробництва в'язучих, бетонів з низьким виділенням вуглекислого газу при виробництві, матеріали для капсулювання отруйних і токсичних відходів;
- Si/Al = 3 – матеріали для виготовлення скловолна, для виробництва обладнання, що використовується у ливарному виробництві;
- Si/Al > 3 – матеріали для виготовлення герметизуючих покриттів;
- 20 < Si/Al < 35 – матеріали для виготовлення вогнестійких та стійких до впливу високих температур фібрматеріалів.

Так як дрібнодисперсні відходи каменеобробного виробництва мають мінливий хімічний склад, було досліджено кам'яні відходи з різних підприємств, що обробляють різні гірські породи, в основному граніти, габро і лабрадорити (табл. 1).

Табл. 1. Хімічний склад дрібнодисперсних відходів каменеобробного виробництва

Компонент	Каменобробка ТОВ «Кванта-ЛЧ», wt. %	Каменобробка ТОВ «Нікагран», wt. %	Каменобробка ТОВ «Грантех», wt. %	Каменобробка ТОВ «Кераніт», wt. %
SiO ₂	56,71	65,80	68,33	61,01
Al ₂ O ₃	17,84	15,17	14,03	15,43
Fe ₂ O ₃	7,38	4,35	4,23	6,91
CaO	7,29	3,55	2,46	5,10
Na ₂ O	3,69	3,44	3,39	3,57
MgO	2,42	1,56	0,98	2,19
K ₂ O	2,09	4,25	4,82	3,59
TiO ₂	1,42	0,58	0,60	0,88
P ₂ O ₅	0,21	0,18	0,19	0,45
SO ₃	0,20	0,07	0,08	0,05
Mn ₂ O ₃	0,09	0,06	0,07	0,10
SrO	0,06	0,05	0,03	0,05
ZnO	0,02	0,02	0,03	0,03
Cr ₂ O ₃	-	-	-	-
As ₂ O ₃	-	0,09	-	0,06
Cl	0,06	0,06	0,05	0,07
Всього:	99,48	99,23	99,29	99,49
Si/Al	3,17	4,34	4,87	3,95

Як видно з табл. 1. дрібнодисперсні відходи каменобробного виробництва характеризуються відношенням Si/Al > 3. Тому подані відходи можуть використовуватися при виготовленні геополімерів для герметизуючих покриттів.

Також було досліджено хімічний склад дрібнодисперсних відходів каменедобувного виробництва для найпоширеніших видів гірських порід Житомирської області (граніти, габро, лабрадорити) (табл. 2).

Табл. 2. Хімічний склад дрібнодисперсних відходів каменедобувного виробництва

Компонент	Бистрівське родовище габро, wt. %	Невіриське родовище лабрадориту, wt. %	Лезниківське родовище граніту, wt %
SiO ₂	51,530	50,790	69,290
Al ₂ O ₃	15,764	19,300	14,030
Fe ₂ O ₃	12,329	9,310	4,950
CaO	8,950	9,710	1,830
Na ₂ O	2,785	3,700	2,780
MgO	4,185	3,470	0,526
K ₂ O	1,214	0,861	5,300
TiO ₂	2,011	1,890	0,407
P ₂ O ₅	0,604	0,277	0,283
SO ₃	0,273	0,191	0,013
Mn ₂ O ₃	0,211	0,121	0,064
SrO	0,065	0,065	0,018
ZnO	-	0,012	0,021
Cr ₂ O ₃	-	0,021	0,035
As ₂ O ₃	-	0,088	0,060
Cl	-	0,052	0,051
Всього:	99,921	99,858	99,657
Si/Al	3,27	2,63	4,94

Як видно з табл. 2, дрібнодисперсні відходи каменедобувного виробництва (габро, граніт) характеризуються відношенням Si/Al > 3 та 2 < Si/Al < 3 – для відходів з лабрадориту. Тому відходи з габро і граніту можуть використовуватися при виготовленні геополімерів для герметизуючих покриттів. При дослідженні відходів з Невіриського лабрадориту було виявлено, що відношення Si/Al не відповідає жодному складу компонентів геополімерної суміші, що використовується при виготовленні відповідного матеріалу. Отже, для використання відходів лабрадориту в геополімерних сумішах необхідно детально дослідити їх експлуатаційні характеристики.

У роботі [7] наведено результати дослідження гранулометричного складу кам'яного шламу, що значно впливає на фізико-механічні властивості геополімерних сумішей і бетонів. Дуже дрібний шлам [8] може підвищити потребу у воді для зволоження в'язучого та підтримки консистенції відповідних матеріалів, оскільки має велику питому поверхню. З

метою забезпечення необхідної працездатності таких сумішей пропонувалося до використання високих доз суперпластифікаторів [9]. При цьому залишилися питання економічної доцільності використання таких сумішей. Варіантом подолання відповідних труднощів може бути часткова або повна заміна метаксаоліну на ДВК у геополімерних сумішах. Відповідно до цього було досліджено гранулометричний склад дрібнодисперсних відходів каменедобувного і каменобробного виробництва (рис. 1).

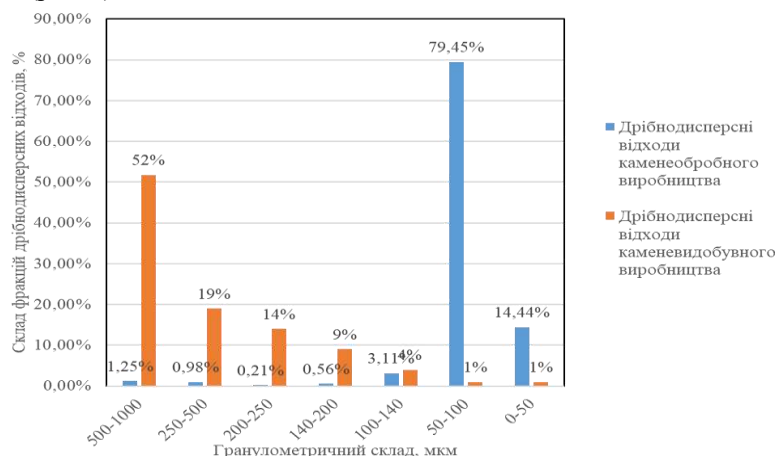


Рис. 1. Гранулометричний склад дрібнодисперсних відходів каменедобувного і каменобробного виробництва

Як видно з рис. 1, гранулометричний склад дрібнодисперсних відходів каменедобувного виробництва характеризується дещо більшими розмірами частинок. Переважаюча фракція в таких відходах має розміри частинок від 0,5 до 1,0 мм, утворення яких зумовлене технологічними процесами видобування та переробки гірських порід: буріння, різання інструментом, що має відносно велику зернистість, дроблення гірських порід у дробарках та ін. У випадку утворення дрібнодисперсних відходів на каменобробних підприємствах розміри їх частинок є у 10 разів меншими, переважно від 0,05 до 0,1 мм, це зумовлено процесами різання, шліфування і полірування інструментом з невеликою зернистістю, що забезпечують відповідну якість поверхні каменю.

Враховуючи вищенаведене, для виготовлення геополімерів використовували дрібнодисперсні відходи Лезниківського родовища граніту та дрібнодисперсні відходи каменобробного підприємства ТОВ «Грантех».

Методика приготування геополімерів полягала у наступному:

1. Використовувалося 2,2 кг дрібнодисперсних відходів каменедобувного виробництва та 2,5 кг каменобробного виробництва, що були висушені до постійної маси за температури 105°C.
2. Було підготовлено 2-молярний розчин гідроксиду натрію (NaOH) загальним об'ємом 220 мл (250 мл) (10% до маси висушених дрібнодисперсних відходів). Для цього в 100 мл дистильованої води було розчинено 8 г NaOH. При взаємодії гідроксиду натрію з дистильованою водою відбувалося виділення тепла. Розчин залишали у скляній колбі на 24 години.
3. До розчину гідроксиду натрію додавалося рідке скло (Na_2SiO_3) з розрахунку 10% до маси висушених дрібнодисперсних відходів. Після додавання рідке скло ретельно змішувалося з розчином лугу.
4. У висушені відходи додавали розчин гідроксиду натрію та рідкого скла ($\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{SiO}_3$) і ретельно перемішували до однорідності.

Слід зазначити, що дрібнодисперсні відходи каменедобувного та каменобробного виробництва мають різну питому поверхню, що спричинило неможливість змішування останніх за запропонованою методикою. Було досліджено технологію зневоднення шлаків каменобробних підприємств та досліджено вміст води у них після використання фільтрпреса, що становить 25%. Тому було вирішено додати ще 250 мл розчину гідроксиду натрію, який готувався за запропонованою методикою. У такому випадку забезпечувалося перемішування геополімерної суміші до однорідності.

5. Далі формувалися кубічні зразки розмірами 70×70×70 мм. Для цього суміш укладалася у форми і проводилося пресування з тиском 10 МПа. Слід зауважити, що при виготовленні зразків використовували пергаментний папір для уникнення приставання до форми після затвердіння зразків та їх подальшого руйнування при вийманні з форми у зв'язку з високою адгезією до металічної форми.

6. Отримані зразки тверділи при тепловій обробці за температури 200 °C.
7. Отримані кубічні зразки (рис. 2) випробовували на міцність на стиск.



Рис. 2. Геополімерні зразки, що випробовували на міцність

Використання розчину гідроксиду натрію та рідкого скла дає змогу отримати геополімерні суміші з використанням дрібнодисперсних відходів каменедобувного і каменеобробного виробництва з міцністю на стиск від 10 до 20 МПа. При цьому геополімерні суміші з дрібнодисперсних відходів каменеобробного виробництва мають меншу міцність на стиск. Характеристики досліджуваних зразків показано в табл. 3.

Табл. 3. Характеристика досліджуваних геополімерних сумішей

№ п/п	Тип відходів, маса сухої суміші, кг	Витрата розчину луку (NaOH + H ₂ O), мл	Витрата рідкого скла (Na ₂ SiO ₃), кг	Міцність при стиску, МПа
1	дрібнодисперсні відходи каменедобування, 2,2 кг	220	0,220	17,18
2		220	0,220	14,95
3		220	0,220	14,72
4	дрібнодисперсні відходи каменеобробного виробництва, 2,5 кг	500	0,250	11,37
5		500	0,250	8,01
6		500	0,250	10,01

Як показали дослідження, гранулометричний склад відходів впливає на міцність матеріалів. На зниження міцності зразків впливає надлишок води, який потребує суміш при використанні відходів з переважним вмістом дрібних фракцій (50-100 мкм).

Таким чином, використання дрібнодисперсних відходів каменедобувного та каменеобробного виробництва дає змогу отримати нові матеріали і відкриває нові можливості утилізації відходів каменедобування та каменеобробки у будівельній галузі.

Список використаних джерел

1. Aralovna, O. G., Nurillaevich, O. B., Ayonovna, A. S., & Manzarov, Y. K. (2023). Ecological globalization and its social place in the globalization system of processes. *Journal of Survey in Fisheries Sciences*, 10(1S), 5000-5006. <https://sifisheressciences.com/journal/index.php/journal/article/view/1815>
2. Шамрай В.І., Мельник-Шамрай В.В., Темченко А.Г., Махно А.М., Ігнатюк Р.М. Дослідження якісних властивостей відходів каменевидобування та каменеобробки з метою їх використання як сировини для виготовлення геополімерного бетону. *Технічна інженерія*. 2023. Вип. 1(91). С. 385–397. [https://doi.org/10.26642/ten-2023-1\(91\)-385-397](https://doi.org/10.26642/ten-2023-1(91)-385-397)
3. Terrones-Saeta JM, Suárez-Macías J, Corpas-Iglesias FA, Korobiichuk V, Shamrai V. Development of Ceramic Materials for the Manufacture of Bricks with Stone Cutting Sludge from Granite. *Minerals*. 2020; 10(7):621. <https://doi.org/10.3390/min10070621>
4. Нестеровський, В., Деревська, К., & Руденко, К. (2021). Проблеми та шляхи оптимізації використання відходів облицювального каміння в Україні. *Збірник матеріалів XI Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та особливості видобутку, обробки і використання природного каміння»*, 04–05 листопада 2021 року. С. 39-41.
5. Studinski, V., & Dynyak, S. (2021). Economic and ecological aspects of granite mining in Zhytomyr region: problems and prospects. *University Economic Bulletin*, (51), 90-95. <https://doi.org/10.31470/2306-546X-2021-51-90-95>
6. Oyejobi, D. O., Firoozi, A. A., Fernandez, D. B., & Avudaiappan, S. (2024). Integrating Circular Economy Principles into Concrete Technology: Enhancing Sustainability Through Industrial Waste Utilization. *Results in Engineering*, 102846. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102846>
7. J. Davidovits, Geopolymers: Ceramic-Like Inorganic Polymers, *Journal of Ceramic Science and Technology*, 8, 3, 2017, 335-350.

8. Gupta, L. K., & Vyas, A. K. (2018). Impact on mechanical properties of cement sand mortar containing waste granite powder. *Construction and Building Materials*, 191, 155-164. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.09.203>
9. Munir, Q., Abdulkareem, M., Horttanainen, M., & Kärki, T. (2023). A comparative cradle-to-gate life cycle assessment of geopolymer concrete produced from industrial side streams in comparison with traditional concrete. *Science of The Total Environment*, 865, 161230. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.161230>

УДК 693.12, 620.4

АВТОМАТИЗАЦІЯ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ НАПРУЖЕНЬ У ВИРОБАХ З КАМЕНЮ

AUTOMATION OF STRESS DISTRIBUTION MODELING IN STONE PRODUCTS

Котенко Володимир Володимирович, к.т.н., доц., ORCID: 0000-0001-8764-1692, [gef kvv@ztu.edu.ua](mailto:kvv@ztu.edu.ua)

Піскун Ігор Анатолійович, асистент, ORCID: 0000-0002-1658-5344, ihor@ztu.edu.ua

Ігнатюк Роман Мирославович, аспірант, ORCID: 0000-0002-1658-5344, krrkp_irm@ztu.edu.ua

Наумов Ярослав Олегович, асистент, ORCID: 0009-0004-3777-7814, kgttb_nyao@ztu.edu.ua

Держаний університет «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, Україна

Kotyenko Volodymyr, PhD, Associate Professor, ORCID: 0000-0001-8764-1692, [gef kvv@ztu.edu.ua](mailto:kvv@ztu.edu.ua)

Piskun Ihor, lecture, ORCID: 0000-0002-1658-5344, ihor@ztu.edu.ua

Ihnatyuk Roman, PhD candidate, ORCID: 0000-0002-1658-5344, krrkp_irm@ztu.edu.ua

Naumov Yaroslav, research ssistant, ORCID: 0009-0004-3777-7814, kgttb_nyao@ztu.edu.ua

Zhytomyr Polytechnic State University, 103, Chudnivska str., Zhytomyr, Ukraine

Анотація. У статті розглянуто результати моделювання міцнісних властивостей кам'яних виробів з використанням програмного забезпечення «Autodesk Inventor». Особливу увагу приділено порівнянню неармованих та армованих зразків, що зазнають статичних навантажень. Дослідження показало, що армовані вироби мають кращі механічні властивості та стійкість до руйнування. Зроблено висновок про доцільність застосування моделювання для підвищення точності інженерних розрахунків й оптимізації процесу проектування кам'яних конструкцій.

Ключові слова: армування, природний камінь, міцність, моделювання навантажень, «Autodesk Inventor», статичні навантаження, механічні властивості

Abstract. The article presents the results of modeling the strength properties of stone products using Autodesk Inventor software. Special attention is given to the comparison between non-reinforced and reinforced samples under static loads. The study demonstrated that reinforced products exhibit better mechanical properties and resistance to failure. The conclusion emphasizes the usefulness of simulation for improving the accuracy of engineering calculations and optimizing the design process of stone structures.

Keywords: reinforcement, natural stone, strength, load simulation, Autodesk Inventor, static loads, mechanical properties

Природний камінь відомий своєю міцністю та стійкістю до зовнішніх впливів, що робить його популярним матеріалом для виготовлення архітектурних і декоративних виробів. Проте його низька міцність на вигин і удар може стати проблемою, особливо за умови його використання для виготовлення великих площинних виробів, що зазнають динамічних або статичних навантажень.

Для нівелювання цих недоліків часто застосовують різні методи армування, які дозволяють підвищити міцність і довговічність кам'яних виробів. Ці методи включають зовнішнє і внутрішнє армування, армування скловолокном, полімерними матеріалами або металевими конструкціями.

Якщо розглядати метод армування скловолокном – це є досить ефективний спосіб підвищення міцності тонких елементів, таких як облицювальні плити або декоративні панелі. Скловолокно завдяки своїм високим механічним властивостям і низькій питомій вазі значно підвищує опір виробів до тріщин і деформацій. Як наслідок, вироби з армуванням скловолокном зберігають свою легкість, що важливо для монтажу облицювальних плит на висоті, та не піддаються корозійним впливам, що забезпечує довговічність виробів. При використанні скловолокна має бути враховано те, що воно добре працює на вигин, але його міцнісні властивості на стиск залишаються обмеженими.

У практиці обробки каменю зустрічаються і випадки використання металевих сіток для армування великих кам'яних виробів, таких як фасадні панелі або сходові марші. Цей метод дозволяє підвищити стійкість виробів до навантажень та мінімізувати ризик їхнього руйнування під час експлуатації. Одним з найбільш суттєвих недоліків є те, що при використанні цього методу метал може піддаватися корозії в процесі його експлуатації, що призводить до зниження міцності армованого виробу. Також додавання металевих елементів підвищує вагу виробу, що ускладнює його транспортування і монтаж.

Одним з найсучасніших методів армування є використання полімерів. Перевага застосування полімерів порівняно з

іншими матеріалами полягає у його легкості, стійкості до корозії і довговічності. Окрім того, полімерні матеріали, що використовуються для армування, забезпечують вищі, порівнюючи з іншими, гнучкість і стійкість до впливу агресивних середовищ. У свою чергу, легкість формування та застосування полімерів забезпечують можливість їх застосування у промислових масштабах.

Однак при проєктуванні кам'яних виробів та розрахунку їх міцності має бути враховано, що полімери мають нижчу, порівнюючи з іншими матеріалами, міцність на стиск і вигин.

І власне, одним з провідних та найбільш часто застосовуваних методів є внутрішнє армування осердями, які можуть бути виготовленими з різних матеріалів і різних типорозмірів. Суть такого методу полягає у введенні осердь у виріб під час його обробки. Такий метод доцільно використовувати у виготовленні плит, сходинок, підвіконь й інших тонкостінних виробів з природного каменю. Армовані осердя можуть бути виготовлені з нержавіючої сталі, алюмінію або різних композитних матеріалів, що дозволяє забезпечити їх високу міцність і стійкість до корозії.

Однією з головних переваг осердь є рівномірне розподілення напруження, що виникає у виробі під дією зовнішніх навантажень, запобігаючи його руйнуванню. Як наслідок, це дозволяє знизити можливість появи тріщин у виробах через локальні навантаження або зміни температури. Проте необхідно враховувати, що внутрішнє армування вимагає точних технологічних операцій, таких як свердління отворів або прорізання закладного паза під осердя. До того ж, використання нержавіючих металів або композитних матеріалів підвищує собівартість виробництва, що може бути економічно не вигідним для масового застосування.

З огляду на вищенаведені аргументи, беззаперечним є твердження, що армування природного каменю є важливим етапом у виробництві кам'яних виробів, що дозволяє підвищити їхню міцність і довговічність. Однак кожен із зазначених методів має свої переваги і недоліки, які повинні враховуватися залежно від конкретних умов експлуатації виробу. Саме армування осердями є одним з найбільш часто застосовуваних методів, завдяки забезпеченню здатності виробу рівномірно розподіляти навантаження і забезпечувати стійкість до тріщиноутворення. Проте складність технології і висока вартість матеріалів можуть обмежувати його застосування у масовому виробництві.

З метою першопочаткового аналізу методики армування виробів осердями, важливим є розуміння міри ефективності та ступеня впливу на розподіл внутрішніх зусиль, які виникатимуть у виробі. Для прогнозування розподілу зусиль, які виникатимуть у виробі внаслідок його армування, пропонується використати моделювання навантажень на типовий кам'яний виріб у вигляді плити звичайної та армованої у програмному середовищі «Autodesk Inventor».

Моделювання навантажень на будівельні вироби у середовищі «Autodesk Inventor» є важливим етапом інженерного аналізу для визначення стійкості та надійності конструкцій. Важливим завданням є забезпечення правильного розподілу навантажень між двома матеріалами та врахування їх фізико-механічних властивостей під час моделювання.

Першим етапом є створення геометричної моделі виробу. У середовищі «Autodesk Inventor» передбачається використання модуля «Part» для побудови тривимірної моделі гранітної плити з вбудованим сталевим осердям.

Наступним кроком є призначення матеріалів. Для цього було використано «Material Browser», де обрано відповідні типи матеріалів для різних елементів. Оскільки максимально точне моделювання потребує якомога більш точного задання властивостей матеріалів, то окремі їх властивості, такі як модуль Юнга, коефіцієнт Пуассона та границя міцності на розтягнення.

У модулі «Stress Analysis» було створено нове симуляційне середовище. На першому етапі задано граничні умови для досліджуваних зразків. У цьому разі було виконано фіксацію країв зразка (команда «Fixed Constraint») для імітації ситуації, коли виріб встановлено на опорну конструкцію.

Після цього було задано навантаження на плиту, при цьому було прикладено рівномірно розподілене навантаження. Перед виконанням моделювання додатково було створено скінченно-елементну сітку (FEM) для моделі, від якої залежатиме точність результатів аналізу. Для твердих тіл, таких як граніт, сталь і епоксидна смола, застосовуються тетраедричні елементи. В «Autodesk Inventor» автоматично генерується сітка, розмір елементів якої було змінено вручну задля підвищення точності. У зонах концентрації напружень (наприклад, на межі граніт-сталь) було використати дрібніші елементи сітки, для детальнішого дослідження розподілу напружень.

Після цього було виконано симуляцію за допомогою функції «Run Simulation». Результатом розрахунку є поля напружень, де особливу увагу слід приділити максимальним напруженням на межі між гранітом і сталевим осердям. У разі, якщо напруження перевищують границю міцності матеріалів, конструкція потребуватиме коригування.

Паралельно можна виконати аналіз деформацій, що покаже, як плита згинається або зміщується під дією заданих навантажень. Важливо перевірити, чи деформації знаходяться в допустимих межах.

Власне ключовим завданням при моделюванні є правильне налаштування параметрів матеріалів, для яких мають бути задані температурні, механічні та міцнісні властивості, оскільки це має безпосередній вплив на кінцеву точність моделі.

При виконанні моделювання було закладено параметри гранодіориту Покостівського родовища (до аналізу прийнято виріб розмірами 600×100×30 мм), типової сталеві арматури А600 (діаметром 12 мм), виготовленої зі сталі марки Ст.3 та діанової епоксидної смоли як однієї з найпоширеніших, табл. 1.

Табл. 1. Властивості матеріалів використовуваних в ході моделювання внутрішніх напружень

Найменування параметру	Значення для		
	Гранодіориту Покостівського родовища	Сталевої арматури	Епоксидної смоли
Температурні властивості			
Теплопровідність, Вт/(м·К)	2,5	5,6	1,3
Питома теплоємність, Дж/(г·°C)	0,79	0,48	1,28
Коефіцієнт теплового розширення, мкм/(м·°C)	10	12	56
Механічні властивості			
Модуль Юнга, ГПа	60	210	3,3
Коефіцієнт Пуассона	0,25	0,3	0,36
Модуль зсуву, МПа	10000	80000	1400
Щільність, г/см ³	2,75	7,85	1,28
Міцнісні властивості			
Межа міцності на стиск, МПа	160	-	-
Межа текучості, МПа	220	207	57,2
Межа міцності на розтяг, МПа	5,5	345	114

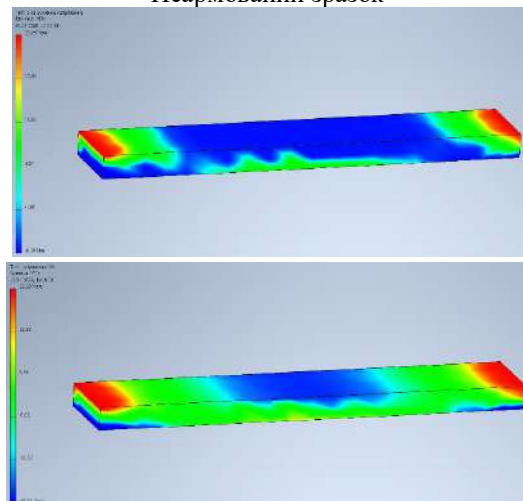
Подальші процеси моделювання зводились до визначення і оцінки граничних навантажень, деформації та напружень, що виникатимуть у плитах під постійним навантаженням за допомогою методу статичного аналізу (рис. 1). При цьому були встановлені такі граничні умови: додано граничні умови для визначення фіксації плити (закріплені краї); додано діюче на плиту навантаження, вираховане виходячи з типових умов експлуатації та встановлене на рівні 750 Н; змінено налаштування сітки моделі для забезпечення вищого ступеня точності розрахунків шляхом використання дрібних елементів сітки в зонах з високими градієнтами напружень.

Результати отримані при моделюванні дії навантажень на неармований зразок показали, що він зазнає значних деформацій. Максимальні напруження концентруються у центрі зразка, що призводить до виникнення тріщин та можливого руйнування при перевищенні граничних напружень. Зокрема, максимальні значення деформацій досягали критичних величин, що вказує на низьку стійкість неармованого зразка до зовнішніх навантажень.

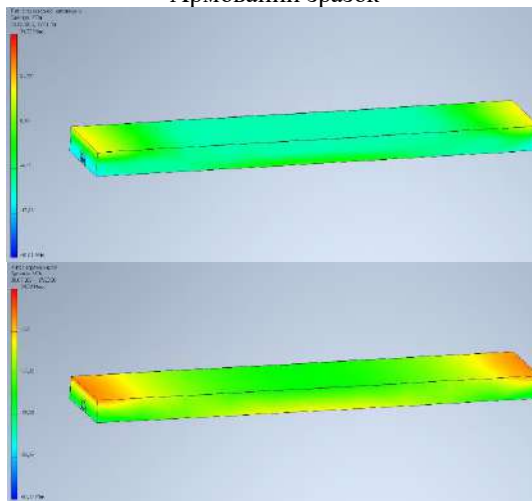
Моделювання навантаження на армований зразок демонструє суттєво відмінний результат. Армування забезпечує більш рівномірний розподіл напруження по всій площині зразка, зменшення максимальних значень напружень та деформацій. Зразок демонструє вищий ступінь стійкості до навантажень, що знижує ризик виникнення тріщин та руйнування. Максимальні значення деформації при цьому менші порівняно з неармованим зразком, що свідчить про покращені механічні властивості армованої конструкції.

Проведене дослідження, засноване на моделюванні навантажень за допомогою «Autodesk Inventor», підтверджує доцільність використання цієї програми для оцінки міцнісних характеристик армованих виробів з природного каменю. Аналіз графічних матеріалів показав, що неармовані зразки значно поступаються армованим у стійкості до навантажень. Моделювання показало високу концентрацію напружень у центрі неармованих зразків, що призводить до утворення тріщин та руйнування виробу при досягненні критичних деформацій.

Неармований зразок



Армований зразок



a)

b)

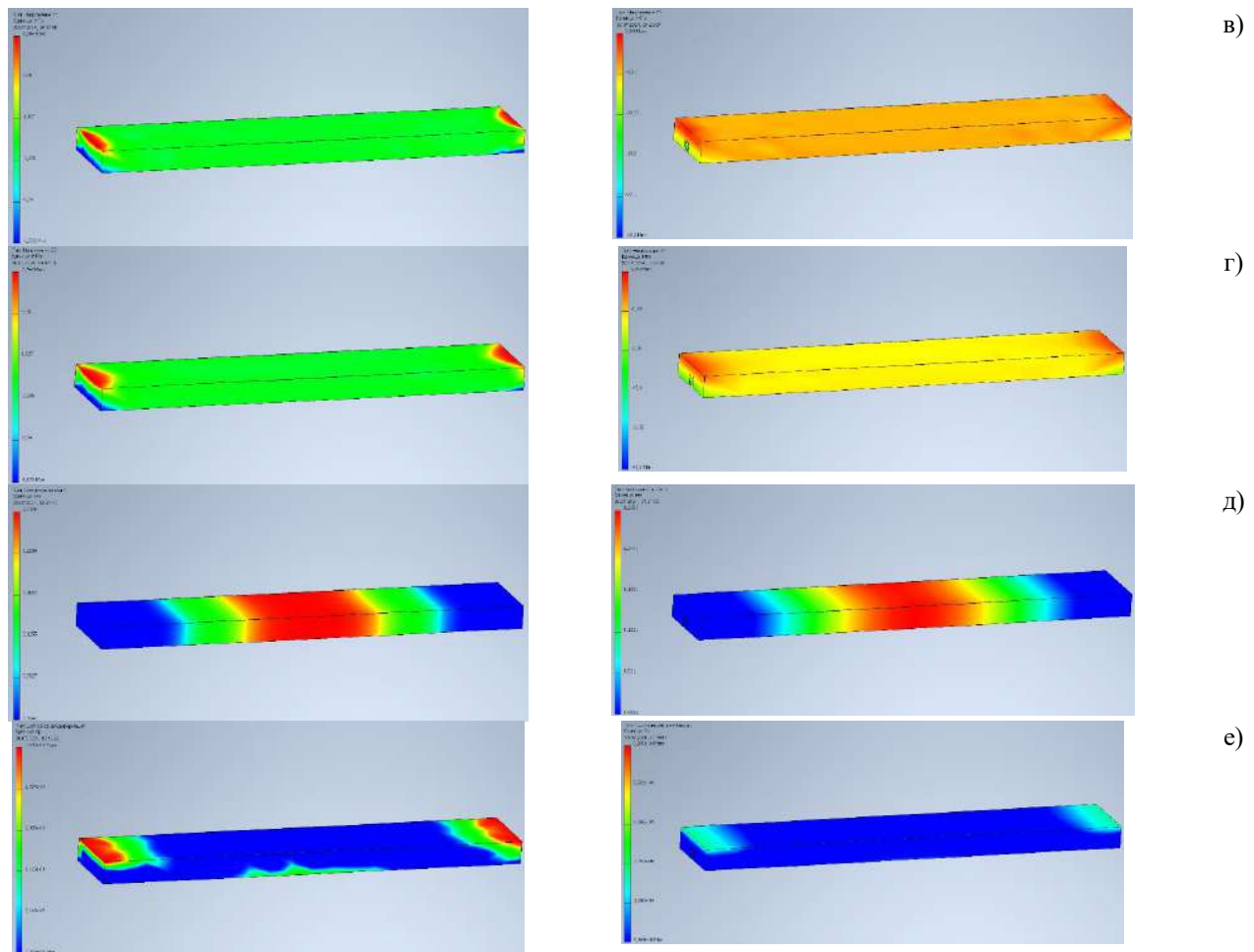


Рис.1. Результат моделювання: а – максимальне напруження що виникає у зразку; б – нормальне напруження, що діє в напрямку осі X, перпендикулярно до площини YZ; в – нормальне напруження, що діє в напрямку осі Y, перпендикулярно до площини XZ; г – нормальне напруження, що діє в напрямку осі Z, перпендикулярно до площини XY; д – лінійне зміщення; е – максимальне значення деформації

З іншого боку, зразки з армуванням продемонстрували рівномірний розподіл напружень та значно менші значення деформацій, що підтверджує покращені механічні властивості. Це забезпечує довговічність виробу та знижує ризик його руйнування під впливом статичних і динамічних навантажень.

З огляду на результати дослідження, використання «Autodesk Inventor» дозволяє значно спростити процес моделювання навантажень, зокрема для армованих виробів, забезпечуючи високий рівень точності та деталізації. Програма ефективно виконує симуляції, дозволяючи оцінити вплив різних матеріалів і конструкцій на поведінку кам'яних виробів при навантаженнях.

Список використаних джерел

1. Bellini, C., Polini, W., Sorrentino, L., Turchetta, S. (2018). Mechanical performances increasing of natural stones by GFRP sandwich structures. *Procedia Structural Integrity*, 9, 179-185. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2018.06.028>
2. Fayala, I., Limam, O., & Stefanou, I. (2016). Experimental and numerical analysis of reinforced stone block masonry beams using GFRP reinforcement. *Composite Structures*, Elsevier, 15(2), 994–1006. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2016.06.046>
3. Jurabek, A., Omadjon, S., Hasan J. (2022). Study of the properties of polymer composites – reinforcement based on glass and basalt fibers. *Eurasian Scientific Herald*, 7, 77–88
4. Karaca, Z., Onargan, T. (2012). A new approach to stone deformation: Stone deformability index. *Construction Materials*, 165(3), 189-195. DOI:10.1680/coma.9.00031
5. Kiyashko, V., Kosarchuk, V., Chausov, M., Aharkov, O., Kovalchuk, V. (2020). Stress-strain state of composite reinforcement under the conditions of interaction with high-strength concrete: analytical approach. *Ecological Sciences*, 2, 100-104. DOI:10.32846/2306-9716/2020.eco.2-29.2.16
6. Lealin, S. (2015). Stress Analysis, Frame Analysis and Calculation of Metal Structures in Inventor Software. *Applied*

Mechanics and Materials, 80(9), 871-877. DOI:10.4028/www.scientific.net/AMM.809-810.871

7. Serkan, E. (2023). A timeless journey of strength and beauty: The potentials of the use of stone in architecture. Journal of Design for Resilience in Architecture and Planning, 4(3), 317-338. DOI:10.47818/DRArch.2023.v4i3100

8. Sousa, A., Oliveira, F., Borges, S. Stress and strain analysis using Autodesk Inventor software in soil-cement brick. Research, Society and Development, 10(14). DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.22028>

9. Андрієвська Н. В. Опір матеріалів стержневих елементів конструкцій при базових навантаженнях : монографія. Харків : ХНАМГ, 2012. 96 с.

10. Котенко В.В., Башинський С.І., Припотень Ю.К., Піскун І.А. Дослідження залежності величини адгезії від типу профілю композитних стрижнів за умови армування виробів з каменю. Житомир : «Технічна інженерія» №1(89). 2022. 131-137 с. URL: [https://doi.org/10.26642/ten-2022-1\(89\)-131-137](https://doi.org/10.26642/ten-2022-1(89)-131-137)

11. Котенко В.В., Остафійчук Н.М., Піскун І.А та ін. Обґрунтування параметрів армування виробів з природного каменю сталевими та композитними осердями. Луцьк : «Вісті Донецького гірничого інституту» №1(52). 2023. 56-66 с. URL <https://doi.org/10.31474/1999-981X-2023-1-56-66>

12. Котенко, В., Піскун, І. (2023). Обґрунтування доцільності застосування алюмінієвого профілю для армування виробів з природного каменю. Технічна інженерія, 91(1), 336-346. DOI: 10.26642/ten-2023-1(91)-336-346

13. Котенко, В.В., Башинський, С.І., Піскун, І.А. (2022). Дослідження доцільності застосування склопластикових та базальтопластикових стержнів для армування виробів з каменю. Всеукраїнський науково-технічний журнал "ВІСТІ Донецького гірничого інституту", 50, 47-55. DOI: 10.31474/1999-981X-2022-1-47-55

УДК 549+553(477.4)

ІСТОРІЯ І КУЛЬТУРА ВИКОРИСТАННЯ ЯМПІЛЬСЬКИХ ПІСКОВИКІВ

HISTORY AND CULTURE OF THE USE OF YAMPIL SANDSTONES

Нестеровський Віктор Антонович¹, доктор геологічних наук, професор кафедри геології нафти і газу, директор Геологічного музею, ORCID: 0000-0002-7065-8962, +38 (044) 259-05-42, v.nesterovski@ukr.net
Волконський Олександр Олександрович², аспірант, ORCID: 0009-0001-2406-5453, a0673475249@gmail.com
Деяк Михайло Антонович¹, канд. геол. наук, старший науковий співробітник, ORCID: 0000-0002-9330-2766, nayk@ukr.net

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

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

Nesterovskiy Viktor¹, Doctor of Geological Sciences, Professor at Oil and gas geology department, ORCID:0000-0002-7065-8962, +38 (044) 259-05-42

Volkonskiy Oleksandr Oleksandrovych², postgraduate, ORCID: 0009-0001-2406-5453, a0673475249@gmail.com

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

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. Розглянуто історичні аспекти видобутку та використання ямпільських пісковиків з відкладів едіакарію Середнього Придністров'я

Ключові слова: ямпільські пісковики, історія, культура, едіакарій

Abstract. Historical aspects of extraction and use of Yampil sandstones from the Ediacaran deposits of Middle Transnistria are considered

Keywords: yampil sandstones, history, culture, Ediacaran

На території України є декілька географічних об'єктів з назвою Ямпіль: м. Ямпіль у Вінницької обл. Могилів-Подільського району; смт Ямпіль у Донецькій обл. Краматорського району; смт Ямпіль у Сумській обл. Шосткінського району; смт Ямпіль у Хмельницькій обл. Шепетівського району; с. Ямпіль у Львівській обл. Львівського району; с. Ямпіль у Черкаській обл. Звенигородського району; колишне с. Ямпіль у Київській обл. Іванківського району, що було відселено після аварії на Чорнобильській АЕС. Є декілька версій походження назви «Ямпіль», але найвірогіднішою є та, що розглядає її як словосполучення з тюркського «ям» – поселення і грецького «поліс» – місто, де можна було поміняти коней, перепочити і їхати далі. Це і пояснює розташування населених пунктів з назвою «Ямпіль» на важливих перехрестях давніх дорожніх трас.

У цьому повідомленні йдеться про Ямпіль Вінниччини, що знаходиться на Середньому Подністров'ї біля кордону з Молдовою. Територію Ямпільського району з півночі на південь дренують невеликі, але бурхливі річки – Мурафа, Русава, Марківка, Олышанка, Дзигівка та їх притоки. Вони є лівими притоками Дністра, який тут має гірський характер і досягає ширини русла до 200 м.

Річки, що впадають в Дністер, мають глибокі, каньйоноподібні долини, в яких разом з іншими породами відслонюються і пісковики. Останні, в цьому районі є найбільш міцними, вони мають непогану блочність і зручні для розробки, що власне і надало їм популярності для активного видобування і використання з давніх часів. Торгова назва «ямпільські» до пісковиків почала застосовуватися понад 300 років тому, коли вироби з нього стали відомими по всій Подолії та навіть за її межами, і пов'язана з назвою міста, який тоді був центром каменетесного ремесла.

Звичайно, і до цього часу пісковики також використовували. В цих місцях знайдені артефакти катакомбної, трипільської черняхівської, скіфської, давньоруської культури княжої доби, серед яких значне місце посідають вироби з пісковика. Отже, певною мірою можна стверджувати, що протягом всіх історичних часів ямпільські пісковики так чи інакше були на службі у людини, а перші знайомства з ними відбулися ще в пізньому палеоліті, приблизно 20 тис. років тому.

На території Ямпільського району у 2000 році створено державний історико-культурний заповідник «Буша», в музейних колекціях якого можна побачити численні вироби й історичні матеріали, які вказують на багатопланове використання пісковиків Ямпільщини багатьма поколіннями цього краю (рис. 1, 2).

Перші письмові згадки про Ямпіль відносять до початку XVI ст., коли він уже мав розвинуту торгівлю і займав важливе положення на Поділлі. До нього Дністром привозили причорноморські товари, а звідти вивозили зерно. Наприкінці XVII ст. Ямпіль стає важливим форпостом на кордоні і центром каменеобробки. Активно працює річковий порт, через нього відбувалися матеріальні і культурні зв'язки з Бендерами, Аккерманом, країнами Чорноморського басейну [2].



Рис. 1. Старовинна ванна з ямпільського пісковика, XIX ст.



Рис. 2. Скульптура дівчини, XX ст.

В історико-культурній спадщині Ямпільщини залишився внесок людей багатьох національностей – українців-козаків, євреїв, поляків, молдован, румун. Значна частина цієї історії закарбована в артефактах, які вироблені з ямпільського пісковика. Насамперед до них слід віднести споруди оборонного характеру (спостережні вежі, укріплення, фортеці), будинки для житла, торгіві і складські приміщення, дорожні покриття, портову інфраструктуру. Всі вони були побудовані з місцевих природних матеріалів – пісковиків. Дотепер на Ямпільщині збереглися місця давніх поховань, зокрема: козаків за часів Богдана Хмельницького, героїв визвольної війни 1648–1654 рр. проти поляків, євреїв XVII–XIX століть. На кладовищах знайдено хрести й елементи огорожі могил з пісковика, добутого неподалік і обробленого місцевими майстрами.

З давніх часів на Ямпільщині з певних сортів пісковика виробляли бруски для точіння ножів, кіс, шліфування металів і домашнього інструменту. Місцеві жителі й сьогодні використовують «точильні камені» в побуті. Найбільш однорідні за структурою і текстурою пісковики добували для виробництва зернотерок, спеціальних кругів для лушніння

насіння, водяних млинів, орал для обробки землі, посуду для годування домашніх тварин і навіть великі ємності для зберігання води чи замість ванни для багатоцільового використання. Окремі різновиди пісковика «плитняку» йшов на мощення підлоги в будинках, вулиць, пізніше для оздоблення будинків, будівництва парканів. З блочних сортів пісковика виробляли скульптури, елементи декору, опори для святкових в'їзних брам. На них часто виконували різьблення, позначки, надписи.

У сучасній Україні ямпільські пісковики набули популярність у 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. Недалеко від Ямполья, в селищі Буша Ямпільського району, останні десятиріччя проводяться щорічні пленери художників-скульпторів, де головним матеріалом для творчості є ямпільські пісковики. Багато робіт з пленерів залишається на місці, в селищі, і потім експонуються просто небо. Такий підхід надає цьому природному матеріалу позитивну рекламу і ще більшу популярність. Його вже знають далеко за межами Ямпільського району чи Вінницької області. На території багатьох міст і селищ України ми можемо спостерігати чимало об'єктів, які були оздоблені або плануються до оздоблення ямпільськими пісковиками. Ми їх бачимо в будівлях Лядівського монастиря, Почаївської лаври, Києво-Печерської лаври, музейно-архітектурних комплексах Кам'янець-Подільська, Володимирської гірки у Києві тощо.

Ямпільські пісковики в стратиграфічному відношенні належать до едіакарського періоду пізнього протерозою, входять до складу порід могиливіської світи могиливі-подільської серії і виділені в самостійні «ямпільські» верстви (за назвою м. Ямпіль). Пісковики світлі, попелясто-сірі, в більшості мають двокомпонентний польовошпат-кварцовий склад, різнозернисту структуру, часто виражену косу або горизонтальну шаруватість. Потужність продуктивного шару змінна і коливається у межах 10–30 м [1].

Територія поширення ямпільських пісковиків достатньо велика і становить смугу шириною 12–30 км уздовж долини Дністра на відстань біля 60 км, займаючи площу понад 200 км².

У повних геологічних розрізах пісковики ямпільських верств залягають безпосередньо на ольчедаївських верствах, складених аркозовими гравеліто-пісковиками, а зверху перекриваються аргілітами лядівських верств. Проте в більшості відслонень розріз є неповним, з частими розмивами і відсутністю послідовності нашарування [6].

Родовища ямпільських пісковиків з давнини до сьогодні розробляються хаотично, невеликими кар'єрами кустарним способом, з мінімальним використанням техніки і сучасних технологій. Відомо понад 3 десятків гірських виробок, кар'єрів, де в минулому добували пісковики. Зараз видобуток здійснюється тільки декількома кар'єрами [5]. Вигляд типового кар'єру з видобутку ямпільських пісковиків наведено на рис. 3.

Ресурси ямпільських пісковиків достатньо великі і перспективи для розвитку бізнесу є позитивними, але концепція їх видобутку, переробки, логістики і використання має бути переглянута. У ній необхідно врахувати сучасні підходи до технологічних рішень, екології, соціальних проблем, дизайну, маркетингу і реклами.

Важливим чинником до підвищення популярності і просування ямпільських пісковиків на сучасному ринку є наявність у них відбитків найдавнішої безскелетної фауни едіакарського типу. Це відразу робить такі породи унікальними і збільшує їх вартість. Зразки пісковиків з біотою едіакарію є також самостійним і елітним предметом колекціонування у усьому світі [3–4].



Рис. 3. Фрагмент однієї зі стінок кар'єру та блочна продукція з нього

Список використаних джерел:

1. Великанов В.А., Асеева Е.А., Федонкин М.А. Венд Украины. - К.: Наукова думка, 1983. - 168 с.
2. Енциклопедія історії України. Т. 10: Т-Я. К.: Наукова думка, 2013. 688 с.

3. Нестеровський В.А., Мартишин А.І., Огар В.В. Деякі стратиграфічні рівні знаходження скам'янілостей у верхньому венді Поділля/ Природничі музеї та їх роль в освіті і науці. Між.наук.конф. (27-30 жовтня, 2015). - С. 75-80.
4. Нестеровський В.А., Мартишин А.І., Чуприна А.М. Нова картина біоценозу вендського (едіакарського) седиментаційного басейну Поділля = англ.//Geologi, Geography and Geocology. - 2018. - Р. 95. - 107.
5. 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.
6. Nesterovskiy V.A., Volkonskiy, 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

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ДЕКОРАТИВНОГО КАМІННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МІЖНАРОДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ БАЗ МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ

PROBLEMS OF DECORATIVE STONE IDENTIFICATION USING INTERNATIONAL INTERNET DATABASES

Гелета Олег Леонтійович, канд. геол. наук, член-кореспондент Академії будівництва України, ORCID: 0000-0002-3583-7885, +38063-297 6459, olgel@gems.org.ua

Сергієнко Ігор Антонович, магістр геохімії і мінералогії, 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, ORCID: 0000-0002-3583-7885, +38063-297 6459, olgel@gems.org.ua

Sergiyenko Igor, Magister of geology, sia.gems@gmail.com

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

Анотація. Стаття присвячена питанню ідентифікації і класифікації декоративного каміння, особливо імпортованого до України, та його відповідності чинним стандартам і нормативам. Розглянуто проблему розбіжності між науковими й комерційними визначеннями петрографічних типів гірських порід, зокрема за національним стандартом України ДСТУ Б EN 12670:2011. Розглянуто роль інтернет-баз, зокрема Stone Database та National Building Stone, у наданні актуальної інформації про декоративне каміння. Такі бази часто мають суперечливі дані, що може призводити до помилок під час вибору каміння для будівельних і оздоблювальних робіт. Наведено приклад каменю «Meteor», класифікованого як граніт, але після досліджень визначеного як гранат-мусковітовий сланець, що не відповідає експлуатаційним властивостям граніту. Підкреслено важливість правильного встановлення петрографічної назви для забезпечення надійності й довговічності каменю в експлуатації.

Ключові слова: гірська порода, декоративне каміння, інформаційна база, петрографічний опис, торгова назва.

Abstract. The article addresses the issue of identifying and classifying decorative stones, especially those imported into Ukraine, and their compliance with current standards and regulations. It examines the discrepancies between scientific and commercial definitions of petrographic rock types, particularly as per the Ukrainian national standard DSTU B EN 12670:2011. The role of online databases, such as Stone Database and National Building Stone, in providing current information on decorative stones is also discussed. These databases often contain conflicting data, which can lead to errors when selecting stones for construction and finishing works. The example of "Meteor" a stone classified as granite but identified through research as garnet-muscovite schist with properties that do not meet the operational standards of true granite, is provided. The article highlights the importance of accurate petrographic identification to ensure the reliability and durability of stones in use.

Keywords: rock, decorative stones, information base, petrographic description, trade name.

Під час ідентифікації декоративного каміння, а саме визначення петрографічного типу гірської породи, експерти часто використовують спеціалізовані інформаційні бази з мережі «Інтернет». Насамперед це стосується імпортного декоративного каміння, інформації щодо якого немає або є обмаль в офіційних друкованих довідниках.

Такі поширені і відомі інформаційні бази з мережі «Інтернет», як stone-database.com, National Building Stone, findstone.com, Stone Information Center, Natural Stone Worldwide – Online database, Marble in the World, ROCmaquina, Stone Roofing Association, Stone Network, About Stone, Marble Institute of America, LITOS On-line та інші, містять або узагальнену, або не зовсім дійсну інформацію про декоративне каміння. Цьому немало спонукають європейські та інші галузеві стандарти, зокрема EN 12670:2001, IDT «Natural stone – Terminology», імплементований в українське законодавство як Національний стандарт України ДСТУ Б EN 12670:2011 «Природний камінь. Термінологія».

Цей нормативний документ описує ряд гірських порід за двома визначеннями – науковим і комерційним. Відповідно до пункту 2.1.156 ДСТУ Б EN 12670:2011, граніт у науковому визначенні – це глибинна порода з лужного польового шпату, кварцу, невеликої кількості плагіоклазу, слюди й інших мінералів, а в комерційному визначенні – щільний і полірований природний камінь, використовується в оформленні та будівництві, в основному складається з мінералів з твердістю від 5 до 7 за шкалою Мооса, наприклад, кварцу і польового шпату. До таких порід належить граніт (згідно з науковим визначенням), інші глибинні породи, вулканічні породи з порфіритою структурою, метаморфічні породи з мінералогічним складом, схожим на гранітоїди, такі як гнейс, і вапняк у деяких регіонах Європи.

Такий симбіоз понять має широке використання в інформаційних базах мережі «Інтернет» і вносить плутанину та невизначеність під час ідентифікації декоративного каміння. Адже певна петрографічна назва декоративного каміння передбачає наявність у ньому відповідних якісних характеристик, а саме: декоративність, міцність, стійкість до вивітрювання, придатність до певних видів обробки, довговічність та ін.

Унаслідок невірного встановлення фактичної петрографічної назви гірської породи, буде невідповідність її експлуатаційним характеристикам, які передбачаються відповідно до її назви.

Як показує практика, більшість декоративного каміння, яке за документами і в інформаційних базах значиться як граніт, насправді, за науковим визначенням, таким не є.

Одним з прикладів цього є декоративний камінь торгової назви «Meteorus», який добувають у Бразилії.



Рис. 1. Декоративний камінь «Meteorus»

Інформація щодо мінерального і хімічного складу, споживчих (фізико-механічних, експлуатаційних, технологічних) властивостей природного каменю «Meteorus» у науковій і довідковій літературі відсутня.

У товаросупровідних документах на цей камінь зазначено, що це граніт, а тобто за його фізико-хімічними й експлуатаційними властивостями він може використовуватися в усіх видах робіт як всередині, так і ззовні будівель без обмежень. Але насправді через 4 роки знаходження під відкритим небом у кліматичній зоні Києва цей камінь зазнав суттєвих і невідоротних процесів вивітрювання, не характерних для справжніх гранітів.

Після детального вивчення цієї гірської породи було встановлено, що вона не є гранітом, а метаморфічною гірською породою – глибоко метаморфізованим гранат-мусковітовим сланцем, який не може мати таких високих експлуатаційних можливостей, як справжній граніт.

Висновки

Так як проблеми невірної ідентифікації декоративного каміння виробниками полягає в площині законодавства країн ЄС та інших країн (Бразилія, США, Китай), підприємства-трейдери природного каміння і будівельні підприємства, що використовують його в будівельно-архітектурних проєктах, повинні володіти достовірною інформацією про фізико-механічні властивості декоративного каміння, яке наявне в їхньому розпорядженні.

Гірські породи, подібні до природного каменю «Meteorus», в Україні не видобувають і не мають широкого використання в облицювально-оздоблювальних роботах, достовірні наукові дані про споживчі властивості щодо них відсутні, а тому, аби не допускати реклаमाцій щодо якісного стану такого декоративного каміння від замовників, його потрібно попередньо досліджувати у фахових установах і встановлювати дійсну петрографічну назву та відповідно можливі експлуатаційні властивості.

Завдяки комерційним базам даних українські каменярі отримують доступ до широкого спектру торгових марок декоративного каміння, але залежність від таких ресурсів також підкреслює необхідність створення і вдосконалення науково обґрунтованих баз даних, які б включали детальні петрографічні, хімічні і фізико-механічні характеристики декоративного каміння. Розширення і систематизація таких наукових баз даних дозволить не лише вдосконалити процес

ідентифікації декоративного каміння, але й сприятиме більш точному прогнозуванню його експлуатаційних характеристик, підвищуючи надійність і довговічність використання кам'яних архітектурно-будівельних виробів.

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 552.5:551.73(477.62)

МІНЕРАЛИ ВАЖКОЇ ФРАКЦІЇ ПІСКОВИКІВ КОЛАЙДИНСЬКОЇ СВІТИ ПІВДЕННО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

HEAVY MINERAL FRACTION OF SANDSTONES OF THE KOLAIDYNSKA SUITE IN THE SOUTHWESTERN PART OF THE DNIEPER-DONETS DEPRESSION

Крижановська Анастасія Романівна, головний фахівець відділу експертизи дорогоцінного каміння¹, аспірант².
ORCID: 0009-0003-1751-7727, n.krzhnysk@gmail.com

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

²Інститут геологічних наук НАН України, вул. Олеса Гончара, 55Б, Київ, Україна, 01054.

Kryzhanovska Anastasiia Romanivna, Chief Specialist of the Department of Precious Stone Examination¹, PhD student².
ORCID: 0009-0003-1751-7727, n.krzhnysk@gmail.com

¹State Gemmological Center of Ukraine, 38-44 Degtyarivska St., Kyiv, Ukraine, 04119

²Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, 55B Oles Honchar St., Kyiv, Ukraine, 01054.

Анотація. Досліджено важку фракцію пісковиків (свердловина Калайдинці 5-р) колайдинської світи південно-західної частини Дніпровсько-Донецької западини. Встановлено ільменіт-гранатову мінеральну асоціацію пісковиків. На основі забарвлення мінералів та морфології їх зерен зроблено припущення про наявність мінімум двох джерел денудації (магматичного і метаморфічного). Діагностування піропу в складі важкої фракції може свідчити про наявність потенційно алмазоносних порід в області денудації.

Ключові слова: Дніпровсько-Донецька западина, відклади верхнього девону, колайдинська світа, пісковики, важка фракція, альмандин, ільменіт, піроп, рутил.

Abstract. The heavy fraction of sandstones (Kalaidyntsy 5-r well) of the Kolaidynska suite of the southwestern part of the Dnieper-Donets depression was studied. The ilmenite-garnet mineral association of sandstones has been established. Based on the color of the minerals and the morphology of their grains, it is assumed that there are at least two sources of denudation (magmatic and metamorphic). Diagnosis in the composition of the heavy pyrope fraction may indicate the presence of potentially diamond-bearing rocks in the denudation area

Keywords: Dnipro-Donetsk depression, deposits of the Upper Devonian, Kolaidyn suite, sandstones, heavy fraction, almandine, ilmenite, pyrope, rutile.

Колайдинська світа, вперше описана А.А. Мартиновим у 1958 році на Колвідинській площі, є однією з найзначніших геологічних формацій у межах Дніпровсько-Донецької западини. Ця геологічна формація належить до фаменського ярусу верхнього девону і характеризується наявністю в її складі аркозових пісковиків. Колайдинська світа є унікальною геологічною формацією, що характеризується складною мінеральною асоціацією та варіабельністю піщаних відкладів. Піщані відклади мають важливе значення для встановлення палеогеографічних умов їх нагромадження. Серед основних мінералів важкої фракції пісковиків є гранат, біотит, циркон, турмалін, ільменіт, рутил. Вони мають важливе значення для розуміння генезису цих відкладів, встановлення потенційних областей живлення.

Мінеральний склад аркозових пісковиків колайдинської світи верхнього девону в 90-х роках минулого століття досліджувався відомим дослідником девонських відкладів Дніпровсько-Донецької западини В.А. Хоменко [1]. Нами досліджено мінеральний склад важкої фракції цих пісковиків у свердловині Калайдинці 5-р з глибини 2908–2915 м.

Основною метою дослідження є встановлення ймовірних теригенно-мінералогічних асоціацій та ймовірних порід живлення. Присутність важких мінералів, таких як альмандин, піроп, рутил, ільменіт, може надати важливу інформацію щодо джерел надходження мінералів у басейн седиментації. У ході дослідження важкої фракції мінералів зі свердловини Калайдинці 5-р було приділено увагу найпоширенішим: альмандину, ільменіту, піропу, рутилу (рис. 1).

Альмандин є найпоширенішим мінералом важкої фракції пісковиків. Мінерал має блідо-фіолетове, блідо-рожеве і рожеве забарвлення. Прозорість змінюється від прозорого до непрозорого. Блиск – скляний, злам – зазвичай нерівний. Зерна блідо-фіолетового альмандину переважно необкатані, натомість мінерал блідо-рожевого і рожевого забарвлення – напівобкатаний і обкатаний. Альмандин типовий мінерал кристалічних сланців, які містять гранат і утворилися внаслідок регіонального метаморфізму, і може свідчити про його надходження в пісковики з метаморфічних порід. Наявність різних кольорових гам мінералу та різний ступінь обкатаності зерен гранату може свідчити про наявність двох різних його джерел в областях денудації. Прозорі кристали альмандину – коштовний мінерал IV порядку, а дрібнозернисті зерна і непрозорі відміни використовують як абразивну сировину.

Ільменіт – другий за вмістом мінерал важкої фракції. Ільменіт присутній у вигляді зерен з кристалографічною огранкою, уламків зерен і обкатаних зерен. Мінерал з кристалографічною огранкою та у вигляді уламків зерен має смоляно-чорне забарвлення, гладку, блискучу поверхню та характерний металічний блиск. Обкатані зерна ільменіту мають тьмяну поверхню і напівметалічний блиск, зерна їх частково лейкоксеновані. Зазвичай ільменіт міститься в магматичних і метаморфічних породах, однак найбільші його вмісти пов'язані з габро-анортозитовою формацією. Наявність зерен різної морфології вказує на декілька джерел його надходження в басейн седиментації. Ільменіт – корисна копалина, яка має велике економічне значення насамперед як основне джерело діоксиду титану.



Рис. 1. Фото важкої фракції мінералів: альмандин, рутил, ільменіт, піроп.

Рутил має забарвлення від коричневого до золотисто-жовтого. Зерна ізометричної і видовженої форми. Вміст його незначний. Мінерал є типовим для магматичних і метаморфічних порід.

Піроп присутній у вигляді одиничних зерен і має темно-червоне забарвлення. Мінерал утворюється за високих температури і тиску, що робить його індикатором метаморфічних процесів. Окрім того, піроп типовий мінерал кімберлітів. Використовують піроп у ювелірній справі. Дрібні непрозорі кристали застосовують як абразив.

Таким чином, пісковики мають ільменіт-гранатову мінеральну асоціацію. Діагностування у складі пісковиків різних за забарвленням і морфологією мінералів свідчить про мінімум два джерела живлення басейну седиментації теригенними мінералами. Діагностування у складі важкої фракції піропу є основою для пошуку в областях денудації потенційно алмазонасних порід. Наявність у складі важкої фракції ільменіту у значній кількості вказує на титанонасні джерела живлення.

Діагностування гранатів, ільменіту та інших важких мінералів у колайдинській світі відкриває широкі перспективи для подальших досліджень. Зокрема, точна ідентифікація різновидів гранату може допомогти у визначенні областей живлення, конкретизації петротипів порід.

Подальші дослідження також доцільно провести для більш детального вивчення магматичних процесів, які сприяли формуванню розсіпів ільменіту в пісковиках. Ільменіт може свідчити про наявність магматичних джерел, що визначили мінеральну спеціалізацію колайдинської світи.

Список використаних джерел

1. Хоменко В.А. Літологія девонських відкладів західного сектора Великого Донбасу: звіт. Київ: Інститут геологічних наук, 1965.

УДК 567.58 (374.1)

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ (AI) ЯК ІНСТРУМЕНТУ ФОРМУВАННЯ І ТРАНСФОРМАЦІЇ ГЕОЛОГІЧНИХ МІНІМУЗЕЇВ ПРИ ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) AS A TOOL FOR THE DEVELOPMENT AND TRANSFORMATION OF GEOLOGICAL MINI-MUSEUMS IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Пашченко Євген Юрійович, кандидат економічних наук, старший науковий співробітник, ORCID: 0000-0001-8703-4796, pobeda2000@meta.ua

Інститут прикладних систем управління НАН України, проспект Академіка Глушкова, 40 корп. 5, Київ, 03187

Pashchenko Yevgen, Ph.D. in Economics, Senior researcher, ORCID: 0000-0001-8703-4796, pobeda2000@meta.ua

Institute of Applied Control Systems of the NAS of Ukraine, Akademika Glushkova Avenue, 40 building 5, Kyiv, 03187

Анотація. Використання штучного інтелекту (AI) як інструменту формування і трансформації освітніх геологічних мінімузєїв це вагомий ресурс для пробудження інтересу до наук про Землю. Ми висвітлюємо можливості, які пропонує потенціал штучного інтелекту для створення інтерактивного, персоналізованого і доступного освітнього досвіду, тим самим збагачуючи педагогічну цінність для вчителів та учнів.

Ключові слова: штучний інтелект, інтерактивне навчання, геологічний мінімузей, навчальне середовище

Abstract. The use of artificial intelligence (AI) as a tool for creating and transforming educational geological mini-museums is a significant resource for inspiring interest in the Earth sciences. We highlight the opportunities offered by the potential of artificial intelligence to create interactive, personalized, and accessible educational experiences, thereby enriching the pedagogical value for teachers and students.

Keywords: artificial intelligence, interactive learning, geological mini-museum, educational environment

Вступ

Геологічні мінімузеї відіграють велику роль у пробудженні інтересу та підвищенню мотивації учнів до вивчення наук про Землю. Вони допомагають зрозуміти складні геологічні процеси і терміни за рахунок практичної демонстрації гірських порід, мінералів, скам'янілостей та пов'язаних з ними експонатів, однак традиційно стикаються з такими проблемами, як обмеженість фізичного експозиційного і технічного простору, брак ресурсів та потреби в регулярному оновленні освітніх матеріалів. Штучний інтелект і цифрові технології дають можливість частково розв'язати ці проблеми, впроваджуючи інноваційні рішення, які покращують управління експонатами і комунікації (рис. 1) (Ma et al., 2020).

На сьогодні застосування штучного інтелекту в освітніх установах набирає темпи, а такі технології, як машинне навчання і доповнена реальність, пропонують нові можливості для інтерактивного навчання. В освітньому процесі AI може суттєво змінити способи інтерпретації та сприйняття експонатів мінімузею учнівською молоддю завдяки інтеграції інтелектуальних систем, які адаптуються під різноманітні навчальні потреби. На приклад інтеграція AI з технологіями віртуальної реальності (VR) і доповненої реальності (AR) може перетворити статичні геологічні експонати на захоплюючі навчальні матеріали (Fernandez, 2017). Алгоритми штучного інтелекту створюють реалістичні симуляції геологічних процесів, дозволяючи учням візуалізувати виверження вулканів (рис. 2) або тектоніку літосферних плит з різних ракурсів у тривимірному просторі. Такий атрактивний інтерактивний підхід сприяє глибшому розумінню природних явищ, долаючи розрив між теорією та реальними геологічними подіями (Lu & Wang, 2018).

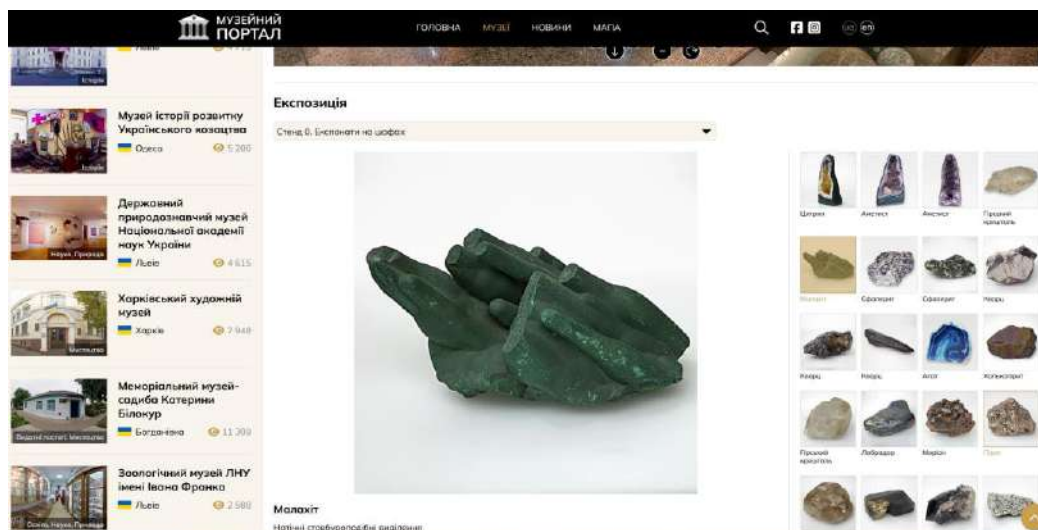


Рис. 1. Приклад оформлення віртуального музею (джерело: museum-portal.com).



Рис. 2. Зображення виверження вулкана, створене AI (джерело: stablediffusionweb.com)

Відомо, що ефективне управління колекціями має фундаментальне значення для роботи будь-яких музейних установ. AI дозволяє швидко впорядкувати процеси каталогізації зразків у запасниках і нових надходжень за допомогою програмного забезпечення для розпізнавання зображень, яке їх ідентифікує та класифікує з достатньо високою точністю (Smith & Jones, 2018). Окрім традиційних інструментів визначення геологічних зразків з використанням AI (google lens, rock indefiner тощо), з'являються нові платформи, які пропонують цілий комплекс оригінальних методів відображення. Наприклад, Державний дослідницький університет у Цюриху (ETH Zurich), Швейцарія, розробив платформу, що надає можливість користувачам, використовуючи мобільний телефон та виконавши кілька простих дій, завантажувати зображення своїх геологічних знахідок на відповідну платформу, де проводиться ідентифікація каменю, обробка зображення, додавання маркера на карті, геологічного опису, фотографії місця та коротенької історії, пов'язаної з умовами і обставинами, за яких цю знахідку було зроблено. (рис. 3, 4, 5). Це має велике значення за умов обмеженого доступу до фахових консультацій, що особливо характерно для шкільних мінімузев і колекцій. Такі системи оптимізують роботу і мінімізують помилки, пов'язані з заповненням каталогів та іншою «паперовою» роботою. Крім того, алгоритми AI можуть керувати аналітикою даних для відстеження взаємодії учнів і відвідувачів з експонатами, надаючи уявлення про популярність і освітній вплив конкретних зразків (Chen et al., 2021). Сприяючи інтерактивному навчанню, AI заохочує критичне мислення і допитливість учнівської молоді (Klopfer & Squire, 2008). Здатність технології візуалізувати складні геологічні дані допомагає роз'яснити складні концепції і сприяє стійкому інтересу до природничих наук.



Рис. 3. Географічне розташування знахідок на мапі, створене AI (джерело: reisesteine.ethz.ch)



Рис. 4. Оброблене зображення гірської породи (джерело: reisesteine.ethz.ch)



Рис. 5. Історія зі світлиною місця знахідки (джерело: reisesteine.ethz.ch)

Значною перевагою застосування платформи штучного інтелекту є можливість підтримувати спільне навчання, об'єднуючи учнів з однолітками та експертами з усього світу, збираючи цифрову інформацію з окремих колекцій і мінімузев. Це дозволить формувати, систематизувати і активно використовувати бази даних, адаптуючи їх під

навчальні і наукові потреби. Наприклад, штучний інтелект дозволяє створювати адаптивні навчальні середовища в музеях. Спеціальні музейні додатки зі штучним інтелектом можуть пропонувати персоналізовані екскурсії та освітній контент, адаптований до індивідуальних інтересів і темпів навчання учнів (Goodman & Gauntlett, 2020). Інтерактивні стенди, оснащені штучним інтелектом, як навчальне обладнання, надають можливість регулювати складність наданої інформації залежно від віку або рівня знань користувача (рис. 6).

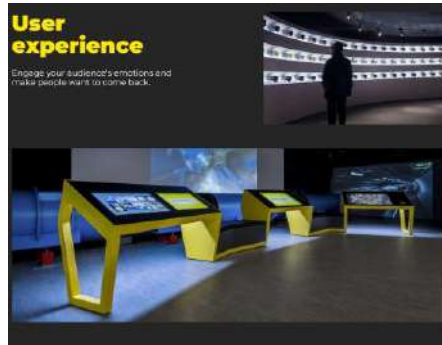


Рис. 6. Інтерактивні стенди, оснащені штучним інтелектом, Барселона, Іспанія (джерело: www.indissoluble.com)

Слід зауважити, що, хоча програми з використанням штучного інтелекту пропонують численні переваги, його впровадження особливо у шкільних геологічних музеях потребує певної фінансової оцінки можливостей. Потенційні виклики включають достатньо високі витрати на комп'ютерну техніку та необхідність технічної підготовки персоналу. Освітні заклади повинні оцінити довгострокову стійкість ініціатив зі впровадження AI і переконатися, що вони доповнюють традиційні освітні методи, а не замінюють їх (Johnson et al., 2019).

Висновок

Штучний інтелект виступає як інструмент трансформаційного перетворення навчальних геологічних мінімузіїв, завдяки чому є можливість подолати традиційні обмеження і забезпечити збагачене інтерактивне навчальне середовище. Він допомагає викладачам подавати складні геологічні процеси в цікавій і зрозумілій формі, виховуючи покоління учнів з більш глибоким розумінням наук про Землю. Крім того, спільна і доступна природа технологій штучного інтелекту може демократизувати освіту, надаючи учням рівні можливості для дослідження і навчання. Однак до впровадження AI слід підходити виважено, зважаючи на етичні міркування, вартість і потребу в професійному розвитку освітян. Баланс між технологічною інтеграцією та традиційними освітніми цінностями є ключовим для максимізації переваг AI та пом'якшення потенційних недоліків.

Список використаних джерел

1. Ma, M., Oikonomou, A., & Jain, L. C. (Eds.). (2020). **Serious Games and Edutainment Applications**. Springer.
2. https://museum-portal.com/ua/muzeji/3_muzey-mineraliv
3. Fernandez, M. (2017). Augmented Virtual Reality: How to Improve Education Systems. **Higher Learning Research Communications**, 7(1), 1-15.
4. <https://stablediffusionweb.com>
5. Lu, S., & Wang, Z. (2018). Virtual Reality and Its Application in Geology Teaching. **International Journal of Emerging Technologies in Learning**, 13(9), 123-136.
6. Smith, J., & Jones, A. (2018). Advancements in AI for Geological Classification. **Artificial Intelligence Review**, 49(2), 179-197.
7. <https://reisesteine.ethz.ch/en/>
8. Chen, L., Gao, Y., & Dai, Y. (2021). Intelligent Data Analytics in Museum Exhibits: Improving Visitor Engagement. **Museum Management and Curatorship**, 36(2), 145-160.
9. Park, S., & Kim, S. (2020). Fostering Global Collaboration through Virtual Learning Environments in Geoscience Education. **Global Education Review**, 7(4), 23-39.
10. Goodman, E., & Gauntlett, D. (2020). Empowering Students with AI: Personalized Learning in Museums. **Computers & Education**, 147, 103781.
11. <https://www.indissoluble.com/es/exhibition-design-company-barcelona-proyectos/>
12. Selwyn, N. (2019). Should Robots Replace Teachers? AI and the Future of Education. **British Journal of Educational Technology**, 50(6), 1923-1940.
13. Smith, J., & Jones, A. (2018). Advancements in AI for Geological Classification. **Artificial Intelligence Review**, 49(2),

179-197.

14. Klopfer, E., & Squire, K. (2008). Environmental Detectives—the Development of an Augmented Reality Platform for Environmental Simulations. *Educational Technology Research and Development*, 56(2), 203-228.

15. Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2019). NMC Horizon Report: 2019 Higher Education Edition. *EDUCAUSE*.

УДК 739.2

ВИКОРИСТАННЯ НЕОБРОБЛЕНИХ МІНЕРАЛІВ У ДЕКОРІ ОДЯГУ ТА АКСЕСУАРІВ SFURATO

THE USE OF UNPROCESSED MINERALS IN THE DECORATION OF SFURATO CLOTHING AND ACCESSORIES

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, baronessainred.gothic@gmail.com

Trykolenko Ellina, academy Dressofcourse, +380970144160, ellinaeduardivna@gmail.com

Анотація. Дана стаття є продовженням циклу праць, у яких розглядається тенденція використання мінералів природних, необроблених форм для виготовлення ювелірних прикрас. Втім, безпосередньо в цій статті ми розглядаємо не прикраси, а предмети одягу та аксесуари, які не часто оздоблюються мінералами, особливо природними, необробленими. Власне, ця тенденція не поширюється на повсякденний одяг та утилітарні речі, натомість вона має певне проявлення у царині високої моди та унікальних кутюрних речей. Тому подібні речі часто акцентують увагу, і виділяються з-поміж інших.

Ключові слова: мінерали, природа, ювелірні вироби, кристали.

Abstract. This article is a continuation of the cycle of works in which the trend of using minerals in natural, unprocessed forms for the manufacture of jewelry is considered. However, in this article, we are not looking at jewelry, but at items of clothing and accessories that are not often decorated with minerals, especially natural, unprocessed ones. Actually, this trend does not extend to everyday clothes and utilitarian things, instead, it has a certain manifestation in the realm of high fashion and unique couture items. Therefore, such things often draw attention and stand out from the crowd.

Keywords: minerals, nature, jewelry, crystals.

Аналіз основних досліджень та публікацій. Ми неодноразово зверталися до теми використання мінералів природних, необроблених форм у ювелірному мистецтві, обґрунтовуючи доцільність такої подачі. Цього разу розглянемо унікальні роботи Катерини Тутерової, засновниці бренду SFURATO. Ми вже розглядали створені нею прикраси у статті «Рефлексії оточуючого світу, втілені у прикрасах SFURATO [1], тепер хочемо звернути увагу на її сумочку та бюстгальтер з гірським кришталем.

Формулювання мети статті. Ми хочемо розглянути використання необроблених мінералів у «нетипових» виробах, тим самим зачепивши ще один аспект залучення їх до художніх концепцій.

Виклад основного матеріалу дослідження та його результати. Найчастіше мінерали асоціюються із традиційним ювелірним мистецтвом, тобто, створенням прикрас та дрібних аксесуарів. Зокрема, для роботи із мінералами необроблених, природних форм наразі сформувалися декілька провідних ювелірних стилів, які і виходять на передній план. Але ще однією цікавою тенденцією початку ХХІ століття стало оформлення мінералами аксесуарів, одягу, предметів домашнього вжитку... Саме такому "нетиповому" використанню необроблених мінералів і присвячено дану статтю.

Ми вже неодноразово зверталися у своїх дослідженнях до тематики необроблених мінералів у ювелірному мистецтві, і тепер хочемо представити новітній напрям - оздоблення одягу та аксесуарів. Втім, насправді цей напрям зовсім не новий - ще у Давньому Єгипті коштовними каменями оздоблювали меблі, предмети побуту й аксесуари. Ця тенденція пройшла крізь всі епохи аж до ХХ століття, коли оптимізація побуту призвела до мінімізації оздоблення. На початку ХХІ століття ця мода почала відступати на тлі загальної боротьби за екологізацію всіх сфер життя. І починається відродження давніх ремесел, що доповнюються елементами декору скульптурного, образотворчого і ювелірного мистецтва. В Україні ця тенденція знайшла вираження у кераміці, виготовленні дерев'яних і кованих меблів, пошитті шкіряних сумок і т.д. Для декору одягу мінерали використовуються не часто, але такі випадки існують у царині високої моди.

Засновниця бренду SFURATO, кримчанка за походженням, Катерина Тутерова, завжди мріяла працювати у сфері моди. Прагнення створити власний бренд співпало із часами повномасштабного вторгнення, і, як наслідок, затяжної депресії. Саме ювелірна творчість допомогла художниці опанувати себе і вилити свої емоції у металі, оздоблюючи ним

необроблені мінерали. Ще починаючи зі школи, вона відвідувала художню студію; пізніше також вивчала сучасну культуру і мистецтво в університеті. На початку 2023 нарешті придумала як об'єднати весь свій досвід і знання в царині створенні прикрас. Чому саме прикраси? Тому, що вони досить акцентні в образі і при цьому зосереджують в собі концентрований сенс. І при цьому можна досить вільно експериментувати з формою. Саме аспекти акцентування уваги й формотворчі експерименти роблять її вироби особливо цікавими для дослідження необроблених мінералів [1, с. 28].

Металевий бюстгальтер (рис. 1) виготовлений вручну, має симетричну конструкцію і анатомічно повторює вигини жіночого тіла. Такий виріб не є елементом повсякденного одягу, він є унікальним урочистим виробом, що має сяяти на подіумі або на сцені. Форма верхньої частини бюстгальтеру досить лаконічна та традиційна для такого типу виробів, тож ідеально підходить для декорування. Кристали встановлено не по всьому верхньому зрізу, а лише збоку, завдяки чому вони не лише не виглядають надмірним прикрашанням, а й не створюють зайвого обмеження рухів. Мода прикрашати бюстгальтери, бюстє та корсети гостроконечними декоративними елементами набула масовості у 2010-х роках, тоді використовувалися шипи-закльопки з пластику та металу і специфічні намистини. Але у бюстгальтері SFURATO використовується радше контурний декор, а не декор всієї чашечки. Кристали вишукувалися за висотою – менші розміщені ближче до центру, а вищі – до бокової частини. Блиск кристалів акцентує сріблястий блиск основи, тим самим посилюючи візуальне сприйняття виробу. Якщо вдаватися до філософських міркувань про синтез та поєднання елементів світобудови, то можна сказати про єдність антропоморфного силуету, металу та мінералу, і демонстрацію невід'ємності людської сутності від природних компонентів. З художньої точки зору обмежена палітра виробу, що загалом є характерним для творчості Катерини, демонструє тонкі, тендітні нюанси колориту, наближаючи його водночас до класичного академічного живопису та до графіки за рахунок поєднання принципово різних силуетів.

Переходячи до наступного виробу – сумочки, оздобленої кристалами (рис. 2), варто сказати не лише про її естетичну красу, а й про функціональність. Така сумочка не надто містка, але цілком придатна для використання у якості невеликого дамського аксесуару. Власне, як і вищезазначений бюстгальтер, вона не являє собою предмет повсякденного вжитку, а призначена для урочистих виходів. Крупними призмами гірського кришталю прикрашено центральну частину, яка є нерухомою складовою сумочки. Така концепція робить її зручною для носіння, оскільки власниця не торкається об'ємних вставок під час руху. Кристали розкидані хаотично, без чіткого розмежування за розмірами. Власне, їхнє положення імітує природну жемоду, або розсип кристалів у печері. Колорит виробу, аналогічно із бюстгальтером, обмежений світло сріблястою гамою. Верхня частина ручки додатково декорована металевими колбочками. Це посилює певне відчуття захисту, із яким асоціюються металеві аксесуари. Значний вплив на концепції виробів Катерини має осмислення воєнних подій, її авторські рефлексії виливаються у силуети виробів.

Висновок. Дослідження принципів використання необроблених мінералів у сучасному ювелірному, декоративно-ужитковому мистецтві та мистецтві створення одягу становить безмежну царину, у якій розкриваються не лише мистецтвознавчі й гемологічні питання, а й сюжети для досліджень у різноманітних галузях філософії, екології та навіть економіки. Таким чином, розглянувши вироби, що відносяться до предметів одягу та аксесуарів, ми відзначили цікаве й непересічне застосування необроблених мінералів. Залучення коштовних компонентів, таких, як гірський кришталю, підносить ці вироби до рівня ювелірної мистецтва. Окремо варто наголосити на тому факті, що для виробів SFURATO використовуються виключно мінерали українського походження. Це ще один момент авторської рефлексії на війну – максимальна підтримка вітчизняного видобувача та ознайомлення світу з красою української природи, у даному випадку – українського гірського кришталю.

Творчий наробок Катерини Тутерової вже становить цікаве поле для мистецтвознавчого та гемологічного дослідження, і мисткиня продовжує розвиватися, розробляючи нові концепції, розширюючи звичні обрії ювелірної й декоративно-ужиткового мистецтва.



Рис. 1



Рис. 2

Список використаних джерел

1. Триколенко С. Рефлексії оточуючого світу, втілені у прикрасах Sfurato / С. Триколенко, Е. Триколенко. // Коштовне та декоративне каміння – №2, 2024. С. 28–31.