

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

(інститут)

Факультет природничих наук та технологій

(факультет)

Кафедра Геології та розвідки родовищ корисних копалин

(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенки Герасименко Юлії Володимирівни

академічної групи 103-20-1

(шифр)

спеціальності 103 Науки про Землю

(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою «Геологія»

(офіційна назва)

на тему: Геомологічна характеристика нових різновидів дорогоцінного каміння на сучасному світовому ринку

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Шевченко С.В.			
розділів:				
Загальний	Шевченко С.В.			
Рецензент	Нікітенко І.С.			
Нормоконтролер	Хоменко Н.В.			

Дніпро
2024

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

Геології та розвідки родовищкорисних копалин

(повна назва)

Жильцова І.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«15» квітня 2024 року

ЗАВДАННЯна кваліфікаційну роботу ступеня бакалавра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Герасименко Ю. В. академічної групи 103-20-1

(шифр)

спеціальності 103 Науки про Землю

(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою «Геологія»

(офіційна назва)

на тему: Гемологічна характеристика нових різновидів дорогоцінного каміння насучасному світовому ринку

(назва за наказом ректора)

наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 15.04.24 р. № 333-с.

Розділ	Зміст	Термін виконання
Загальний	1. Визначити торгові назви коштовного каміння на сучасному світовому ринку, що відсутні у нормативно-правовому полі України	04.04.24-22.04.24
	2. Охарактеризувати геологічні особливості відповідних родовищ, за можливості навести дані щодо ресурсів і запасів	22.04.24-05.06.24
Спеціальний	3. Продемонструвати декоративні властивості (у тому числі феномени) нових різновидів коштовного каміння, пояснити їх генезис	05.06.24-17.06.24
	4. Навести ринкові дані щодо вартості виробів і сировини; знайти місце нових різновидів коштовного каміння у вітчизняній класифікації	17.06.24-25.06.24

Завдання видано

(підпис керівника)

Шевченко С.В.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 16 квітня 2024 р.Дата подання до екзаменаційної комісії 1 липня 2024 р.

Прийнято до виконання

(підпис студента)

Герасименко Ю.В.

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 62с., 1 табл., 29 рис., 17джерел, 4 додатків.

ЛАРИМАР, СУЛТАНІТ, АМЕТРИН, ПЕТЕРСИТ, НУУМІТ, ГАКМАНІТ, АМОЛІТ, ДИНОБОН, ГРАНАТИ МАЛІ І МАЛАЙА, УМБАЛІТ, ДЖОНКОЙВУЛАЇТ, ПЕЦЦОТТАЇТ, РОДОВИЩА, РОЗСИПИ.

Мета роботи – на основі аналізу гемологічних характеристик зазначених різновидів коштовного каміння, обґрунтувати доповнення вітчизняної класифікації.

Для виконання поставленої мети було сформульовано наступні задачі:

1. Визначити торгові назви коштовного каміння на сучасному світовому ринку, відсутні у нормативно-правовому полі України.
2. Охарактеризувати геологічні особливості відповідних родовищ, за можливості навести дані щодо ресурсів і запасів.
3. Продемонструвати декоративні властивості (у тому числі феномени) нових різновидів коштовного каміння, пояснити їх генезис.
4. Навести ринкові дані щодо вартості виробів і сировини; знайти місце нових різновидів коштовного каміння у вітчизняній класифікації.

Об'єкт дослідження – різновиди коштовного каміння, не враховані законодавством України.

Предмет дослідження – гемологічні властивості цих різновидів коштовного каміння, що впливають на їх якісні і вартісні характеристики.

Практичне значення – розширення загальних відомостей щодо геології родовищ і гемологічних особливостей нових різновидів коштовного каміння.

Матеріали дослідження, викладені у даній роботі, пройшли апробацію в рамках конференції “Тиждень студентської науки - 2024”.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Геологічні особливості родовищ нових різновидів коштовного каміння.....	7
1.1. Аналіз різновидів коштовного каміння поза межами нормативно-правового поля України.....	7
1.2. Геологія родовищ ларимару.....	9
1.3. Султаніт – геологічні особливості родовищ.....	13
1.4. Геологічні особливості родовищ і проявів петерситу.....	17
1.5. Нові різновиди гранатів – гранат Малі, гранат Малайя, умбаліт – та геологічні особливості їх родовищ і проявів.....	19
1.6. Нові торгівельні назви у групі берилу.....	24
1.7. Нууміт як каменесамоцвітна сировина.....	27
1.8. Геологія родовищ гакманіту.....	28
1.9. Геологія родовищ і проявів аметрину.....	31
1.10. Камені органогенного походження – амоліт та динобон.....	33
2. Методика роботи.....	37
3. Гемологічні характеристики і оптичні феномени деяких нових різновидів коштовного каміння.....	38
3.1. Оптичні феномени султаніту.....	38
3.2. Оптичні феномени петерситу.....	39
3.3. Гемологічні особливості гранатів Малі, Малайя, умбаліту.....	41
3.4. Гемологічні особливості аметрину.....	43
3.5. Оптичні феномени нууміту.....	45
3.6. Оптичні феномени амоліту.....	46
4. Місце нових різновидів у класифікації природного каміння України.....	50
4.1. Ринкові показники вартості досліджуваного коштовного каміння.....	50

4.2. Ранжування за класифікацією природного каміння України.....	52
Висновки.....	55
Список джерел інформації.....	57
Додаток А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи.....	59
Додаток Б Сертифікат про участь у конференції.....	60
Додаток В Відгук керівника кваліфікаційної роботи.....	61
Додаток Г Рецензія.....	62

Не для копіювання 103-20-1

ВСТУП

Ринок дорогоцінного каміння протягом кількох останніх десятиліть демонструє появу нових торгових назв, які відсутні у вітчизняному законодавстві. У той же час слід звернути увагу і на ті торгові назви, які не увійшли до Закону України «Про державне регулювання видобутку ... дорогоцінного каміння...», але відомі на сучасному світовому ринку і з кожним роком лише додають у популярності серед покупців, чисельність яких зростає. Іншими словами, існуюча вітчизняна класифікація як мінімум потребує уточнення і доповнення.

В процесі роботи були дослідженні гемологічні характеристики і оптичні феномени петерситу, нууміту, султаніту, ларимару, аметрину, амоліту, динобону та гранатів з колекції кафедри ЗСГ.

Виконані дослідження мають поповнити україномовну базу знань у відповідній галузі і покращити рівень гемологічної обізнаності потенційних споживачів, інвесторів та колекціонерів.

Не для копіювання

1 ГЕОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОДОВИЩ НОВИХ РІЗНОВИДІВ КОШТОВНОГО КАМІННЯ

1.1 Аналіз різновидів коштовного каміння поза межами нормативно-правового поля України

Відповідно до Закону України Про державне регулювання видобутку, виробництва і використання дорогоцінних металів і дорогоцінного каміння та контроль за операціями з ними, до дорогоцінного каміння належить 56 каменів, до напівдорогоцінного – 34 камені.

Згідно Постанови КМУ № 512 від 27.07.94 р. та № 475 від 08.04.98 р.:

До дорогоцінного каміння належать:

- а) першого порядку – алмаз, рубін, сапфір синій, смарагд, олександрит;
- б) другого порядку – демантоїд, евклаз, жадеїт (імперіал), сапфір рожевий та жовтий, опал благородний чорний, шпінель благородна;
- в) третього порядку – аквамарин, берил, кордієрит, опал благородний білий та вогняний, танзаніт, топаз рожевий, турмалін, хризоберил, хризоліт, цаворіт, циркон, шпінель;
- г) четвертого порядку – адуляр, аксиніт, альмандин, аметист, гесоніт, grosular, данбурит, діоптаз, кварц димчастий, кварц рожевий, кліногуміт, кришталь гірський, кунцит, моріон, піроп, родоліт, скаполіт, спесартин, сподумен, топаз блакитний, винний та безколірний, фенакіт, фεροортотлаз, хризопраз, хромдіопсид, цитрин;

До напівдорогоцінного каміння:

- а) першого порядку – бірюза, жадеїт, лазурит, малахіт, молдавіт, нефрит, тигрове та кошаче око, хауліт, хризосола, цоїзит, чароїт;
- б) другого порядку – агат, амазоніт, гагат, гематит, дерево скам'яніле, джеспіліт, егіриніт, епідозит, кахолонг, кварцит кольоровий, кремій кольоровий, онікс мармуровий, опал, пегматит, пірофіліт, родоніт, сердолік, серпентиніт, скарни кольорові, содаліт, халцедон, шпати іризуючі польові, яшма;

Ринок дорогоцінного каміння протягом кількох останніх десятиліть демонструє появу нових торгових назв, які відсутні у поданій класифікації. Список нових різновидів дорогоцінного каміння може сягати понад 200 торгових назв, включаючи рідкісні, що очевидно, відсутні у нормативно-правовому полі України.

Камені, що не можуть вважатися дорогоцінними відповідно до законодавства України включають різновиди берилу (джонкойвулаїт, пеццоттаїт, біксбіт, ростерит, морганіт, гошеніт, геліодор), гранату (Малі, Малайя, умбаліт, лейкогранат, райдужний андрадит), сподумену (гіденіт, нуристаніт, трифан), сапфіру (Падпараджа, лейкосапфір, фіолетовий, зелений та чорний сапфіри), топазу (топаз-імперіал), кварцу (аметрин), турмаліну (Параїба), яскраві зразки ларимару, петерситу, амоліту, динобону, нууміту та неймовірно рідкісні колекційні види (пейніт, еремеевіт, сапфіри, мусгравіт, дюмортъерит, таафеїт, грандидьєрит, серендибіт, цектцерит, чемберсит, пудретеїт, гібоніт, йогачидоліт, вяюрюненіт, бенітоїт, еденіт, еканіт, енстатит, гердеріт, везувіаніт (ідокраз), манганотанталіт, паргасит, сингаліт, таумасит, вілліоміт тощо).

Популяризація ювелірної промисловості, попит, економічна вигода стимулює інвестиції в геологорозвідувальні роботи, що призводить до відкриття нових родовищ для видобутку сировини. У свою чергу, відкриття нових родовищ може спричинити виявлення нових різновидів вже відомих мінералів. Так само, як покращення методів досліджень, технологічних інновацій та наукових відкриттів.

Більшість досліджених в роботі каменів були виявлені задовго до визнання їх Міжнародною Мінералогічною Асоціацією, але через певні причини помилково були віднесені до інших різновидів. Наприклад, унікальні гранати Малайя були не схожі на родолітові гранати, тому 10 років не представляли цінності для замовників, через що і були названі *malaia*, що в перекладі означає "поза родиною". Тож, постає багато питань про те, як саме

має виглядати актуальна класифікація природного каміння, якщо список мінералів ММА досі продовжує постійно оновлюватися.

В даній роботі розглядаються лише ларимар, султаніт, аметрин, петерсит, нууміт, гакманіт, амоліт, динобон, умбаліт, гранати Малі і Малайя, берили джонкойвулаїт та пеццоттаїт.

1.2 Геологія родовищ ларимару

Назва родовищ: Ларімарські шахти (Блакитний дракон, Блакитний тигр, Блакитна радість, Атлантида II, Океанський оракул, Філіппінська). Розташування: схил Лос Чечесес, гірський хребет Сьєрра-де-Бахоруко, Лос-Чупадерос, провінція Барахона, Домініканська Республіка.



Рисунок 1.1 – Зразок ларимару [1]

Ларимар – унікальний камінь, що має вулканічний блакитний колір, який є результатом заміни кальцію міддю, зустрічається тільки в Сьєрра-де-Бахоруко, на південному заході Домініканської Республіки.

Унікальність ларимару, окрім рідкості, пов'язана зі структурними та текстурними характеристиками (структурною неоднорідністю), полімерним складом та кольором, який змінюється від білого до блакитного, синього, зеленого та фіолетового з різним ступенем насиченості основного кольору.

Ларимар є прикладом складної мінералізації, в якій основним компонентом є блакитний пектоліт з іншими супутніми компонентами. Деякі дослідники називають її пектолітовою породою через її складні мінеральні характеристики.

Асоціація пектоліту з різними мінералами, включаючи, наприклад, гематит, кальцит, натроліт, халцедон, апатит, халькоцит, а також кристалічні утворення у прожилках, шліфах та окремих масах у вулканічних породах вказує на гідротермальний генезис пектоліту.

Ларимар зустрічається у вигляді невеликих конкрецій, які заповнюють порожнини, що утворилися внаслідок виходу газів під час кристалізації базальту. Ці конкреції, як правило, мають овальну та циліндричну форму з ядром, яке часто буває білого кольору через концентрацію оксиду кальцію (CaO).

Кристалічний фундамент території - це переважно базальтовий покрив і численні породи глибших зон, які можна побачити у вигляді виходів метаморфічних порід, у тому числі амфіболітів. Цей регіон є сейсмічно і вулканічно активним через безперервний рух тектонічних плит. Сьєрра-де-Бахоруко складається з великих антиклінальних структур, які співіснують з меншими антиклінальними структурами, утворюючи антикліналі, що простягаються на 5 і 10 км. Саме родовище ларимару *Las Filipinas* (приблизно 0,32 км²) розташоване на одному з пагорбів гірського масиву, на висоті близько 750 м над рівнем моря, в містечку Лос-Чупадерос, приблизно за 7 км від Барахони.

Коротка історія утворення масиву:

1) На океанічному острові відбуваються вулканічно активні лавові виверження (олівінові базальти) і пов'язані з ними брекчії та палеопороди. Цей процес міг відбуватися протягом Крейдового періоду.

2) Раптове знищення лісу вулканічними та вулканогенно-осадовими процесами.

3) Вулканічні породи (базальтові лавові виверження і брекчії) змінені гідротермальними процесами, вивітрюванням і тектонізмом. Гідротермальні процеси відбувалися при проміжній температурі (200 - 340 °C) і глибині більш ніж 1,2 км відкладення і концентрації. Порядок мінералоутворення: олівін + піроксен + непрозорі мінерали (петрогенні мінерали) → серицит + кальцит + глина + серпентин → пектоліт → кварцові прожилки.

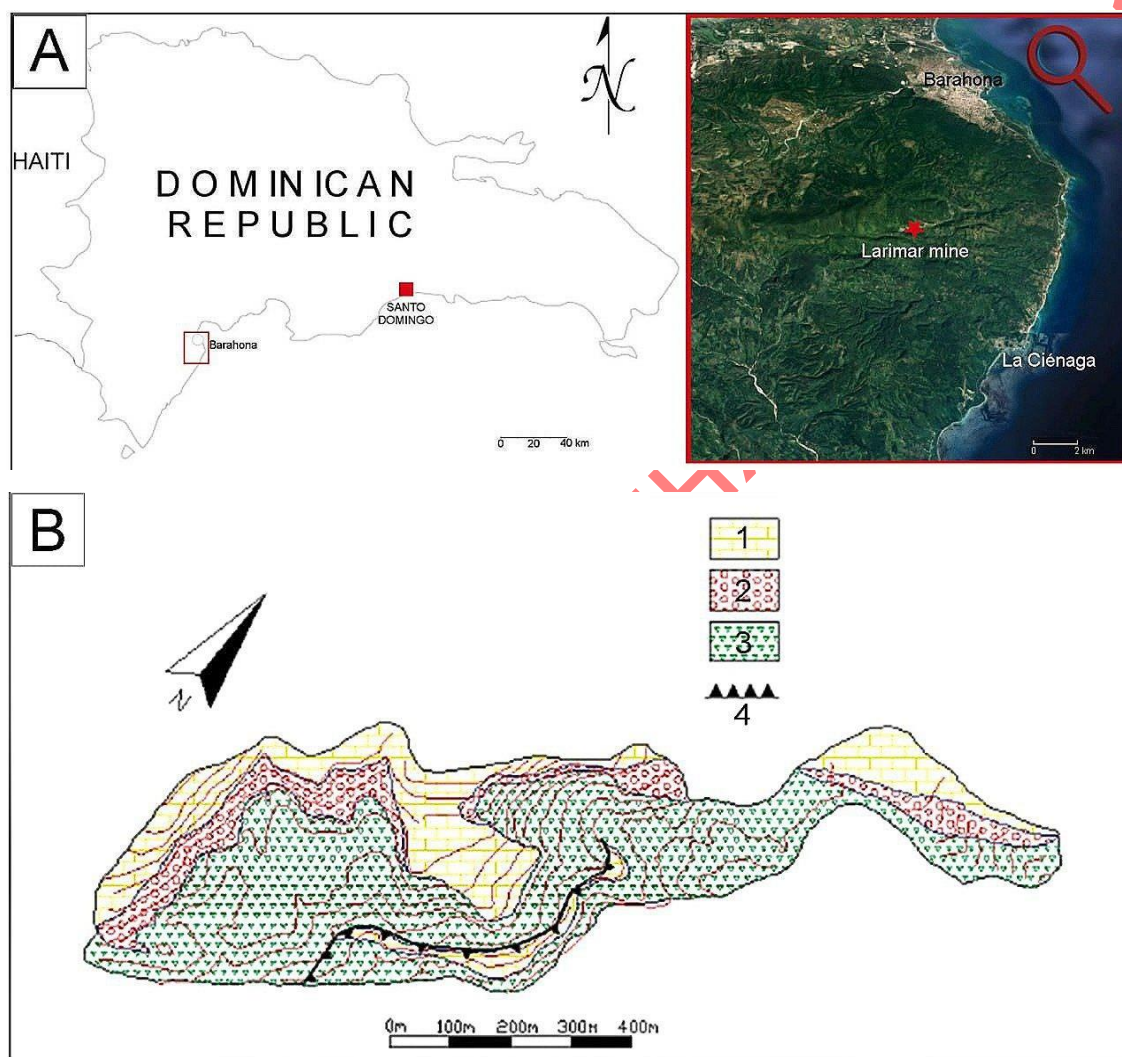


Рисунок 1.2 – (А) Розташування Домініканської Республіки та ларимарської шахти *Las Filipinas*; (В) геологічна карта району розташування шахти *Las Filipinas*: 1 - базальтові породи; 2 - пірокластичні породи; 3 - карбонатні відклади; 4 - тектонічні деформації за

4) Під час гідротермальних процесів на різних стадіях органічна речовина поступово заміщувалася ларимаром у такому порядку: натроліт +

халькоцит → гематит + білий пектоліт ± блакитний пектоліт → білий, рожевий і напівпрозорий пектоліт → блакитний і зеленуватий пектоліт → безбарвний пектоліт + кальцит + самородна Cu. Гідротермальна мобілізація Mn, V і Cu є причиною широкої варіації кольору ларимару: блакитний, біло-блакитний, зелений, рожевий і коричневий.

5) Компресійна пост-еоценова фаза, що призвела до утворення складчастості та розлому, вплинула на даний мінералізований масив.

6) Пост-міоценове тектонічне підняття регіону та ерозія оголили мінералізовану ділянку.

Вулканічні породи, андезити і базальти вивергалися у вапняках південного узбережжя острова і містили порожнини та пустоти, які пізніше були заповнені різноманітними мінералами, в тому числі блакитним пектолітом. Ці пектолітові порожнини є вторинним утворенням у вулканічних потоках. Коли ці породи розмиваються, пектолітові залишки переносяться вниз по схилу і потрапляють в алювій та пляжну гальку. А річка Бахоруко винесла пектолітові відкладення до моря. Перекидання вздовж русла річки забезпечило природне полірування блакитних ларимарів, завдяки чому вони виділяються на тлі темного гравію русла річки і були помічені у 1916 р. та знову відкриті майже через 60 років.

Зараз, ларимарські шахти навіть доступні для продажу, а ціни варіюють від 35 000 тис. до 468 000 тис. доларів США.

Шахта з найбільшим потенціалом - Блакитний дракон, глибиною 92м, була доступна для відвідування туристами, як і більшість шахт.

З самого початку експлуатації спостерігалися перші прояви затягування свердловин, які посилювалися у 2016 році. Спостерігалися деформації та прогинання конструкцій, відшарування. Існував ризик обвалення головного входу в штольню.

Станом на травень 2022 року ларимарські шахти в Домініканській Республіці з 2021 р. закриті на невизначений термін через проблеми з безпекою

здоров'я, пов'язані з отруйним газом у шахтах. В результаті ціна на ларимар стрімко зростає, і водночас на ринок потрапляють тонни підробки з Китаю.

1.3 Султаніт – геологічні особливості родовищ

Назва родовищ: Родовище діаспору Ільбірдагі. Розташування: Гори Ільбір, район Мілас, провінція Мугла, Егейський регіон, Туреччина.

Султаніт – це різновид мінералу діаспор. Головна особливість – це здатність змінювати колір залежно від освітлення, як і олександрит, який відноситься до групи дорогоцінного каміння першого порядку. Може легко змінювати до трьох різних кольорів, на відміну від інших діаспорів, які змінюються лише на два кольори за різних умов освітлення. Свою властивість отримав завдяки домішкам. Fe надає буро-жовтих і коричневих відтінків, окис марганцю - червонувато-рожевих, Cr - зелених.

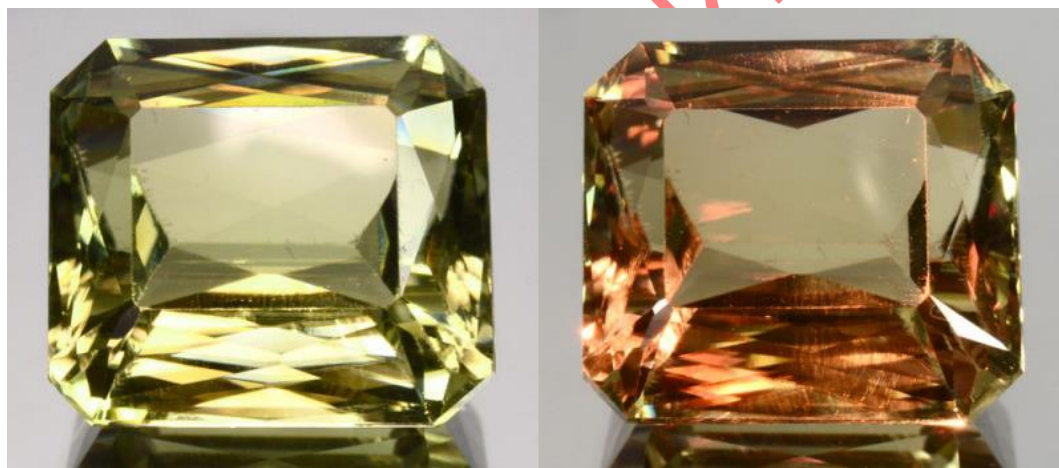


Рисунок 1.3 – Зразок султаніту

Високоякісний султаніт наразі видобувають лише в одному місці у світі - Туреччина, на висоті 1200 метрів над рівнем моря, а шахта розташована поблизу турецького села Селіміє.

Туреччина входить до Середземноморського регіону, що відомий як конвергентна гранична зона Африканської, Аравійської та Євразійської плит. Євразійська та Африканська (Гондвана) плити були розділені великим океаном, відомим як Палеотетіс, у пізньому палеозої. Океан перетворився на мезозойський

Тетис на південному сході Європи. Згодом він зник під час Альпійського орогенезу в результаті зіткнення Гондванської та Євразійської плит протягом пізнього мезозою та раннього кайнозою. На північному сході Середземноморського басейну є метаморфічний рельєф, який називається масивом Мендерес.

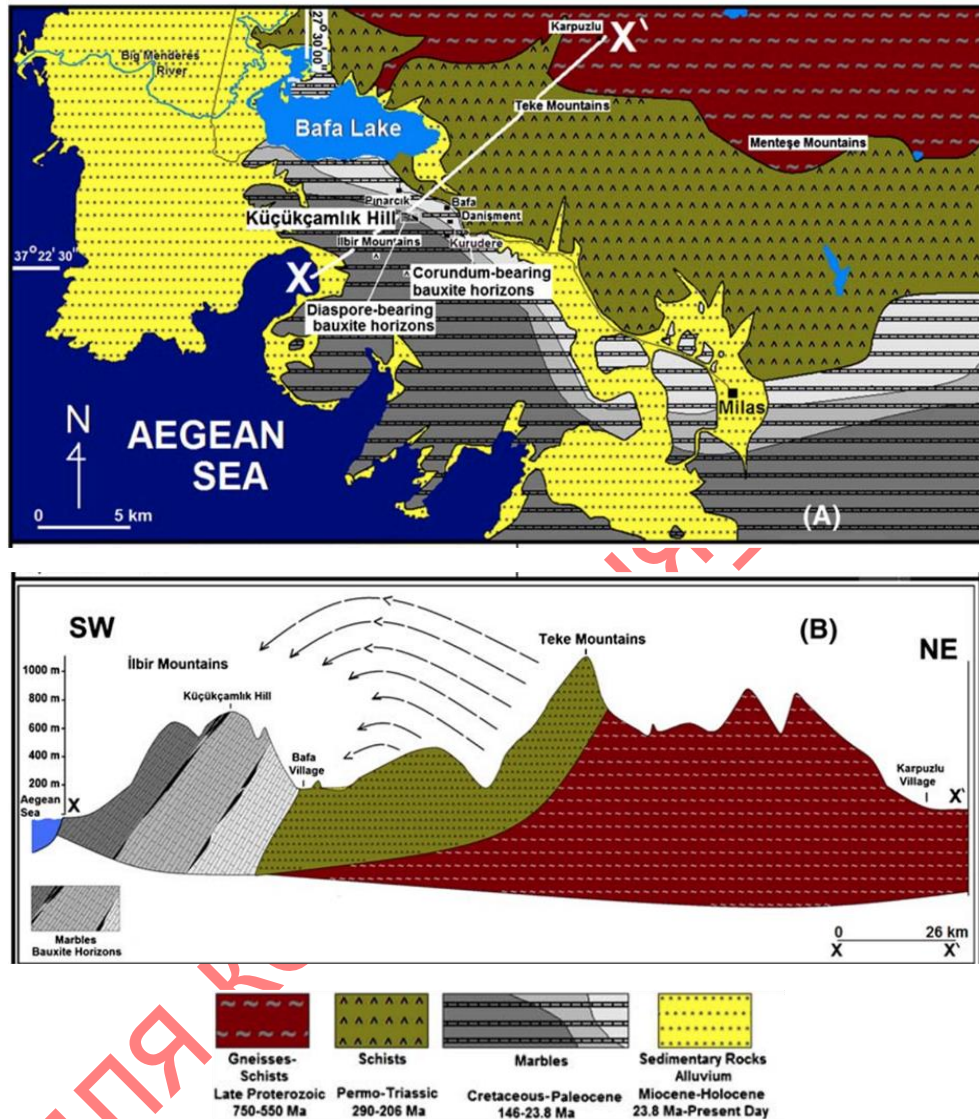


Рисунок 1.4—(А). Узагальнена геологічна карта південно-західної частини масиву Мендерес, провінція Мугла, Туреччина. (В). X-X¹ (Пд.Зх.-Пн.Сх.) розріз, спрямований на північний захід, що показує нахил товщі мармурової послідовності, включаючи metaboxitові горизонти за

Масив являє собою регіональний метаморфічний рельєф земної кори, витягнутий з північного сходу на південний захід, приблизно еліптичної форми (300-200 км). Всі сходяться на думці, що масив Мендерес мав складну, поліметаморфічну історію, хоча кількість і час різних метаморфічних фаз все

ще залишаються дискусійними. Масив є більш західним з двох великих метаморфічних зон, що утворилися під час альпійського орогенезу Туреччини, і був розділений на серію насувів, що оголилися внаслідок викривлення, підняття та/або розтягування. Було доведено, що ступінь метаморфізму зростає до центру масиву. Формування відбувалося протягом тривалого періоду, приблизно з пізнього протерозою (750 млн років тому) до кінця палеогену (23,8 млн років тому), під впливом щонайменше двох різних етапів альпійського орогенезу.

Геологія кристалічного масиву Мендерес, в якому співіснують метаморфізовані панафриканські та альпійські породи, в основному поділяється на дві частини, які називаються основною та покривною серіями; метаморфічна основна серія, що складається з панафриканського фундаменту, в основному представлена гнейсами та сланцями протерозойського віку (750-550 млн років), а покривна серія - сланцями пермо-тріасового віку (290-200 млн років) та неузгоджено перекритими мармурами верхньої крейди-палеогенового віку (~100-23,8 млн років). Відповідно, в регіоні виділяються дві основні незгідності. Перша - між основною і покривною серіями, а друга - між сланцями і мармурами в покривній серії.

Обидві пережили інтенсивну деформаційну фазу першого напівперіоду (палеогену) третинного періоду, пов'язану з альпійським орогенезом.

Первинні вапняки, що утворюють мармури, мають три забарвлення, знизу вгору - білувате, світло-сіре, темно-сіре, також первинно пологі вапняки, які містять багато горизонтів бокситів, були тектонічно порушені в результаті альпійського тектоно-метаморфізму. Таким чином, первісна товща тепер нахилена на Пд.-Пд.Зх. під крутим кутом, а в деяких місцях перекинута у вигляді насуву. Тектонізм, пов'язаний з метаморфізмом протягом пізнього палеоцену, еоцену та олігоцену, створив численні тріщини, щілини та зони розломів в metabазитових рудах. Протягом цих періодів тектоно-метаморфізму компоненти metabокситу були ремобілізовані і відкладені гідротермальними розчинами в цих зонах тріщинуватості. Пустоти в зонах

тріщин були заповнені макроскопічними і мікроскопічними вторинними перекристалізованими мінералами, багатими на Al-, Ti-, Fe- і Si-. Масив має багату мінералогічну спадщину, включаючи діаспори величезних розмірів, димчастий кварц, аквамарин, кіаніт, рутил, а також високоякісні вогняні опали. Діаспор зі зміною кольору (султаніт) і пов'язані з ним зразки мінералів (зеленуватий мусковіт, дзеркальний гематит, донбасит, ільменіт, гетит, хлоритоїд, а відкладення кристалів кальциту відбулося на пізній стадії) трапляються в зонах розломів (жили та відкриті структури), які перетинають метабокситові горизонти.

Зрештою, метаморфічні породи масиву були повністю перекриті численними осадовими породами та алювієм осадової серії. Однак ці осадові породи потім були розмиті і перевідкладені на більш низьких висотах у західній частині озера Бафа і вздовж узбережжя Егейського моря.

Цей метаморфічний масив включає багато родовищ метабокситів. Однак найбільш цікаве з мінералогічної точки зору родовище метабокситів знаходиться на пагорбах Кючюкчамлик (*Küçükçamlık*), Акчакмак (*Akçakmak*) і Бююкчамлик (*Büyükçamlık*) гірського масиву Ільбір, розташованого між Егейським морем і озером Бафа в регіоні Мілас на південному заході Туреччини.

Родовище називається метабокситовим родовищем Ілбірдагі (*Ilbirdağı*) на честь гірського масиву Ілбір.

Після виявлення горизонтів бокситів у провінції Мугла офіційне гірниче бюро Туреччини (Генеральний директорат дослідження та розвідки корисних копалин) досліджувало економічну цінність бокситової руди між 1958 і 1972 роками, але не враховувало комерційне значення діаспорових кристалів як зразків дорогоцінних каменів і мінералів. Пізніше бокситові горизонти були передані іншому офіційному гірничому бюро в Туреччині (Etibank), головним чином для видобутку бокситової руди. З 1972 по 1982 рік Etibank видобув майже 2 000 000 тонн діаспорової бокситової руди з гір Ільбір як промислову сировину. Уряд Туреччини наказав припинити видобуток у 1982 році, і

родовище було залишено. Видобуток було розпочато знову в 2005 році, коли приватна компанія Milenyum Mining Co. отримала офіційні права на видобуток родовища від Etibank і почала видобувати бокситову руду та діаспорові кристали дорогоцінних каменів. Як частина всесвітньої маркетингової стратегії, комерційна назва «султаніт» була прийнята для діаспорових кристалів (зразки дорогоцінних каменів і мінералів) на честь 36 турецьких султанів, які правили Османською імперією між 1299 і 1923 роками. Таким чином, прозорі кристали діаспору продаються як султаніт на ринках дорогоцінних каменів по всьому світу з 2005 року.

Залишок мінералу досить малий, вважається, що скоро султаніт взагалі вичерпається.

1.4 Геологічні особливості родовищ і проявів петерситу

Назва родовищ: Петерситова шахта на фермі Хоупвелл 240.
Розташування: Аутджо, Кураман, Намібія; Січуань, провінція Хенань, Китай.



Рисунок 1.5 – Зразок петерситу

Петерсит був знайдений у двох основних джерелах: Намібія, поблизу населених пунктів Аутджо, Куруман та Намбіджа та Січуань, провінція Хенань, Китай.

Родовища також були виявлені в інших країнах Південної Африки та США. Однак Намібія залишається найбільш значним і відомим виробником коштовного каміння петерситу, Китай – другим.

Петерсит утворюється в різних геологічних умовах. Його утворення тісно пов'язане з гідротермальними процесами, які відбуваються, коли гарячі флюїди циркулюють через розломи і порожнини в земній корі, викликаючи хімічні зміни в прилеглих породах.

У Намібії петерсит зустрічається у жилах і «кишенях» магматичних порід, таких як діабаз і граніт. Ці породи утворилися внаслідок вулканічної активності мільйони років тому.

Вважається, що утворення петерситу пов'язане зі складною взаємодією геологічних процесів. Воно починається з відкладення багатих на кремнезем флюїдів, що часто містять розчинені мінерали та мікроелементи, у відкритих ділянках вміщуючих порід. З часом ці флюїди вступають у хімічні реакції з оточуючими мінералами, що призводить до заміни та зміни первинної гірської породи.

Характерна переливчастість та кольорові варіації петерситу пояснюються наявністю в ньому волокнистих мінералів, таких як крокідоліт, амфібол та кварц. І саме ці волокнисті включення розташовуються хаотично, створюючи оптичний ефект переливчастості.

Незважаючи на географічну віддаленість, мікроскопічні текстури намібійського та китайського петерситу є надзвичайно схожими. Ретельне мікроскопічне дослідження разом з характеристиками питомої ваги та ультрафіолетової флуоресценції дозволяє легко розрізнити камені з різних місцевостей.

Пан Петерс виявив намібійський піетерит у круглих валунах доломіту під час розвідки сільськогосподарських угідь поблизу міста Аутджо в районі Кураман. Він зареєстрував камінь в мінеральному реєстрі Великобританії в 1964 році, а в 1970-х роках випустив його на ринок. У 1996 році повідомили, що значна частина запасів мінералу в Намібії вичерпана і що матеріал стає

дефіцитним. Китайський петерсит був відкритий у 1966 році, коли геологи проводили пошуки крокідоліту. Його видобували в 1970-х і 1980-х роках, але на ринок він потрапив лише в 1990-х роках.

Хоча обидва райони видобутку закриті (станом на 2010 рік), матеріал з цих місцевостей продовжує з'являтися на ринку.

1.5 Нові різновиди гранатів – гранат Малі, гранат Малайя, умбаліт – та геологічні особливості їх родовищ і проявів

Гранат Малі. Назва родовищ: «Зона Сангафе–Сандаре–Діакон». Розташування: с.Сангафе, с.Сандаре, с.Діакон, провінція Каес, Малі, західна Африка.

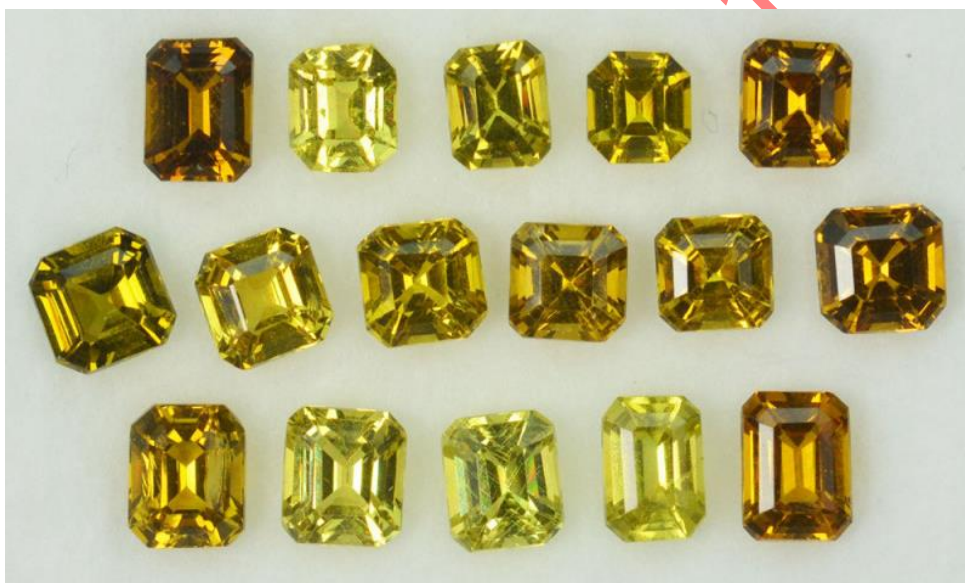


Рисунок 1.6 – Зразки гранату Малі

У 1994 році в західноафриканській країні Малі було знайдено суміш гроссулярного та андрадитового гранатів, яку назвали гранатом Малі. Це відкриття викликало великий інтерес, оскільки гроссуляр і андрадит є одними з найрідкісніших і найцінніших різновидів гранату. Поєднання гросуляру та андрадиту дало йому ще одну назву «грандит».

Шахтарі зазвичай знаходять малійський гранат у двох типах родовищ: вторинних або алювіальних. Вторинні родовища містять первинні мінерали, які перетворилися на нові, вторинні мінерали через зовнішні умови, такі як

вивітрювання. Алювіальні родовища - це місця, куди мінерали були принесені потоком або річкою, осідаючи там, де потік води сповільнюється.

Гранат Малі видобувають з кількох місць у так званій «зоні Сангафе–Сандаре–Діакон» в 130 км від м. Каес.

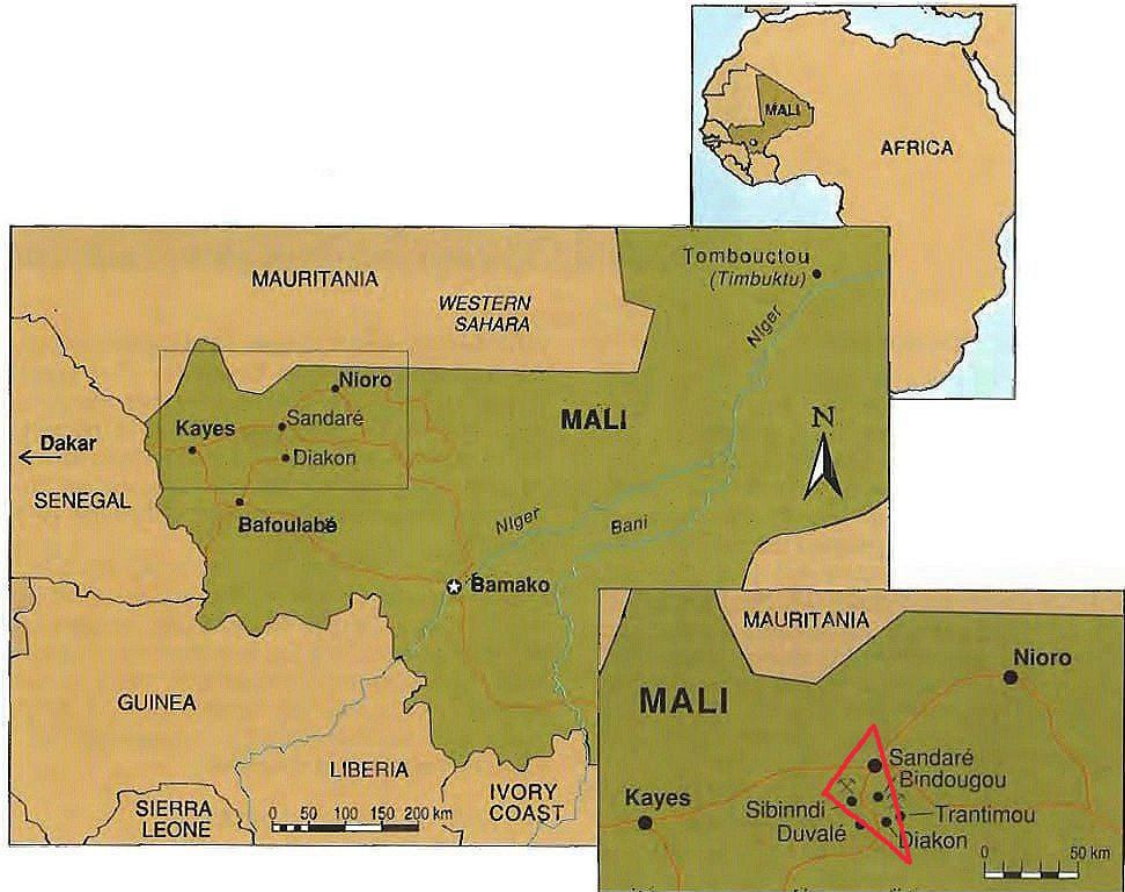


Рисунок 1.7 – Зона Сангафе–Сандаре–Діакон []

Зона Сангафе–Сандаре–Діакон знаходиться в регіоні Сахель (напівзасушлива територія між пустелею Сахара з півночі і саванами з півдня).

Захід Малі лежить в основі докембрійського Західноафриканського кратону. Кратон деформувався в широку чашу - басейн Таудені - на кордоні Західної Сахари/Мавританії, а також від Сьєрра-Леоне і Гвінеї до південного сходу Малі. Кембрійські відклади заповнюють західну частину басейну і перекриваються мезозойськими відкладами на сході.

У районі провінції Каес відклади представлені магнезіальними вапняками і доломітовими вапняками. Ці відклади в різних місцях перекриті

дайками переважно з діабазу (дрібнозернистими габроїдними породами, що складаються переважно з плагіоклазу і піроксену), які простягаються від кордону з Гвінеєю до Мавританії. Ці дайки змінюються від базальтів до альбіт-кварцових пегматитів. На південний захід від міста Ніоро ці діабазы мають юрський вік і утворюють масив, відомий як Каарта, зону розчленованого рельєфу висотою до 300м.

Формується малійський гранат, як і більшість гранатів. Коли осадові породи занурюються глибоко під землю, тепло і тиск спричиняють метаморфізм, змінюючи мінерали всередині порід. Згідно з доповідями про регіональну геологію Малі, гранати утворилися в контактних метаморфічних зонах уздовж кордонів, де широко розкидані діабазові дайки врізані у вапняки (серед інших гірських порід). Крім гранату, до мінералів, що утворилися в зоні контакту діабазу і вапняку, належать епідот, магнетит, преніт, флюорит і рідше хризоберил.

Більшість малійських гранатів було видобуто з 1994 по 1999 рік. З тих пір знайдені лише незначні обсяги, що робить малійські гранати більшого розміру дуже затребуваними.

Гранат Малайя та умбаліт. Назва родовищ: гірничодобувний регіон Умба. Розташування: долина р. Умба та Махендж, Танзанія; Бекілі, Мадагаскар; Маніка, Мозамбік та Шрі-Ланка.

Гранати Малайя були вперше виявлені в 1960-х роках добувачами сапфірів і родолітів, які працювали в долині річки Умба в Танзанії. Так само як і умбаліт, який і був названий на честь долини, в якій його вперше виявили. Менші родовища були знайдені на півдні Танзанії в 1993 році. Подібний матеріал був знайдений у Шрі-Ланці в 1980-х роках, а наприкінці 1990-х років відкриття були зроблені поблизу Бекілі, Мадагаскар, а також у Маніці, Мозамбік, у 2016 році. Також, був виявлений наприкінці 2015 року, махенгський умбаліт, що походить з родовищ поблизу Махендж в районі Уланга в танзанійському регіоні Морогоро. Поклади коштовного каміння

поблизу міста Махендж були вперше виявлені в 1989 році на вапняковому плато, яке відоме видобутком дорогоцінної шпінелі.



Рисунок 1.8 – Зразки гранатів: 1 - гранат Малайя зі зміною кольору , 2 - умбаліт 1,15 карата з онлайн-магазину Yavorskyu

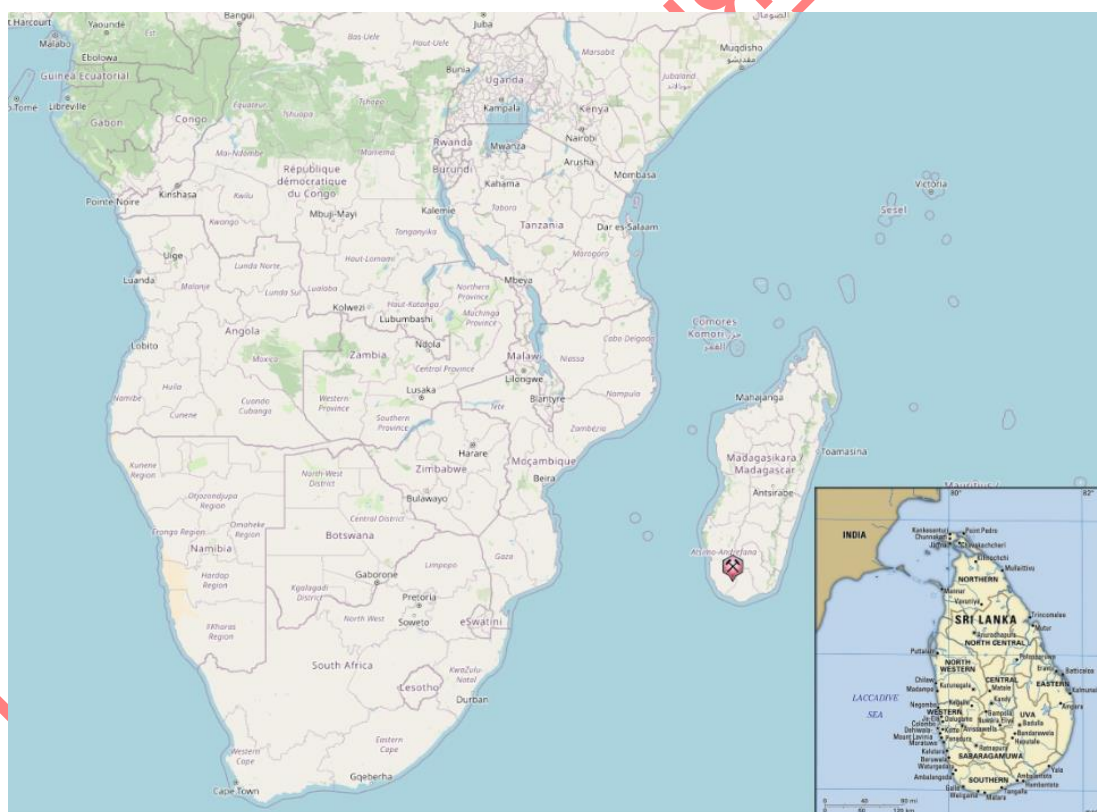


Рисунок 1.9 – Родиовища та прояви гранату Малайя та умбаліту

Умбаліту притаманний такий оптичний феномен, як ефект Усамбари – це властивість матеріалу змінювати колір залежно від довжини шляху, який світло проходить через матеріал. У так званій критичній точці зміни товщини

матеріалу (критична довжина шляху через дорогоцінний камінь) сприйманий колір світла, що проходить, змінюється (для турмалінів, в яких його вперше було виявлено – з темно-зеленого на темно-червоний, в умбалітах – з пурпурного на червоний). Цей ефект можна спостерігати, дивлячись уздовж звичайного або незвичайного променя.

Більшість досліджень щодо цього ефекту зміни кольору проводилися на кристалах і необроблених фрагментах, а також на деяких огранених каменях із хромовмісних турмалінів і гранатів із району Далуні в долині Умба на північному сході Танзанії. Колір дорогоцінного каміння, що демонструє ефект Усамбари, може змінюватися через внутрішні відбиття, таким чином «подвоюючи» сприйману довжину шляху всередині каменю, або коли два камені накладаються.

Долина Умба - це скарбниця дорогоцінних каменів. Тут зустрічається багато різних різновидів гранатів, включаючи малайський, цаворит, гроссуляр, умбаліт, родоліт, червоні піроп-альмандин-спессартинові гранати і рідкісні гранати зі зміною кольору.

Інші дорогоцінні камені, знайдені в долині Умба, включають фантазійні (кольорові) сапфіри, рубіни, хромові та дравитові турмаліни, а також червоні, рожеві, персикові, жовті та кольору шампань циркони.

Утворюються дані гранати в широкому діапазоні геологічних умов, в першу чергу в метаморфічних породах, але їх також можна знайти в магматичних і осадових (багатих на алюміній) умовах, під впливом високих температур і тиску глибоко в земній корі. Ці умови призводять до перекристалізації мінералів, в тому числі і гранатів. Колір гранатів визначається хімічним складом і наявністю певних мікроелементів, а унікальна мінливість кольору може бути пов'язана з варіаціями типів і кількості мікроелементів, присутніх в кристалах граната під час їх формування. Такі фактори, як концентрація марганцю та заліза, можуть впливати на кінцевий колір самоцвіту. Зазвичай зустрічаються в алювіальних відкладеннях.

1.6 Нові торгівельні назви у групі берилу

Берил пеццоттаїт. Назва родовищ: Шахта Сакавалана. Розташування: с. Амбатовіта, м. Мандросоноро, район Амбатопіандрахана, регіон Амороні-Манія, провінція Фіанаранцоа, Мадагаскар.

Рідкісний пеццоттаїт, демонструє плеохроїзм, ефект котячого ока та яскравий рожево-малиновий колір, який інколи і продається під назвою “малиновий берил”.



Рисунок 1.10 – Найбільший відомий якісний пеццоттаїт з ефектом котячого ока, вагою 17,36 карата за []

Був виявлений у листопаді 2002 року лише в одному родовищі на Мадагаскарі, розташованому у віддаленому районі центрального нагір'я, зліва шахти Сакавалани. В гранітному пегматиті «змішаного типу», тобто такого, що має характеристики сімейств ЛЦТ (з аномальним накопиченням літію, цезію, танталу) та НІФ (з незвичайним збагаченням ніобієм, ітрієм, фтором), класу рідкоелементних та міаролових гранітних пегматитів, шириною 4-6 метрів і завдовжки понад 200 м.

Зовнішня частина складається переважно з калієвого польового шпату, кварцу, плагіоклазу та чорної слюди, тоді як основна частина складається з калієвого польового шпату (зелений амазоніт), зональних кристалів чорної та фіолетової слюди, димчастого кварцу, зі слідами альбіту, данбуриту, циркону

та оксидів Nb-Ta. Місцями з цими мінералами в основній зоні зростається чорний турмалін, а також незначні домішки берилу, спесартину та сподумену. В основній частині також локально трапляються вистелені кристалами пустоти, які містять типові мінерали, а також місцями пеццотаїт. Парагенетичні зв'язки мінералів з цих пустот вказують на те, що пеццотаїт кристалізувався з флюїдів у порожнинах як кристали пізньої стадії. А спостереження численних зразків мінералів вказують на те, що посткристалізаційні флюїди спричинили значну корозію на багатьох кристалах пеццотаїту. Головна знайдена кількість пеццотаїту знаходилася на глибині близько 6 м від поверхні, у великій порожнині, яка мала розміри до $3,0 \times 3,0 \times 1,2$ м. Під цією “кишенею” знаходилася зона, що містила численні прожилки з меншими кристалами пеццотаїту. Весь пеццотаїт, видобутий на сьогоднішній день, походить з цієї досить обмеженої ділянки в пегматиті. За даними доктора Пеццотти 2003 року, головна пеццотаїтова “кишеня” дала загалом близько 700 кг димчастого кварцу (у кристалах до 50 кг), 280 кг турмаліну, >40 кг пеццотаїту і 25 кг прозорого сподумену. Пеццотаїт був знайдений у вигляді кристалів, уламків і мас, що зазвичай важать кілька грамів, рідше - до 1000 грамів. Зараз родовище майже вичерпано.

Також відомий зразок з шахт села Кхетчел вздовж гірського хребта Лой Ток (квартал Моло, м. Момейк, район Кяукме, штат Шан, М'янма) та Афганістану.



Рисунок 1.11 – Зразок пеццотаїту з шахт села Кхетчел

Кілька пегматитових дайок вздовж контактної зони між тілом перидотиту, інтродованим у гнейс, дали низку мінералів, серед яких був знайдений даний зразок пеццоттаїту.

Берил джонкойвулаїт. Назва місця знахідки: Родовище дорогоцінних каменів у Могоку - Пейн-П'їт. Розташування: м. Могок, район П'їн-Оо-Лвін, провінція Мандалай, Республіка М'янма.

Надзвичайно рідкісний, найбільш “новенький” мінерал з досліджуваних у даній роботі, оскільки Міжнародна Мінералогічна Асоціація офіційно визнала цей новий мінеральний вид 6 вересня 2019 року.

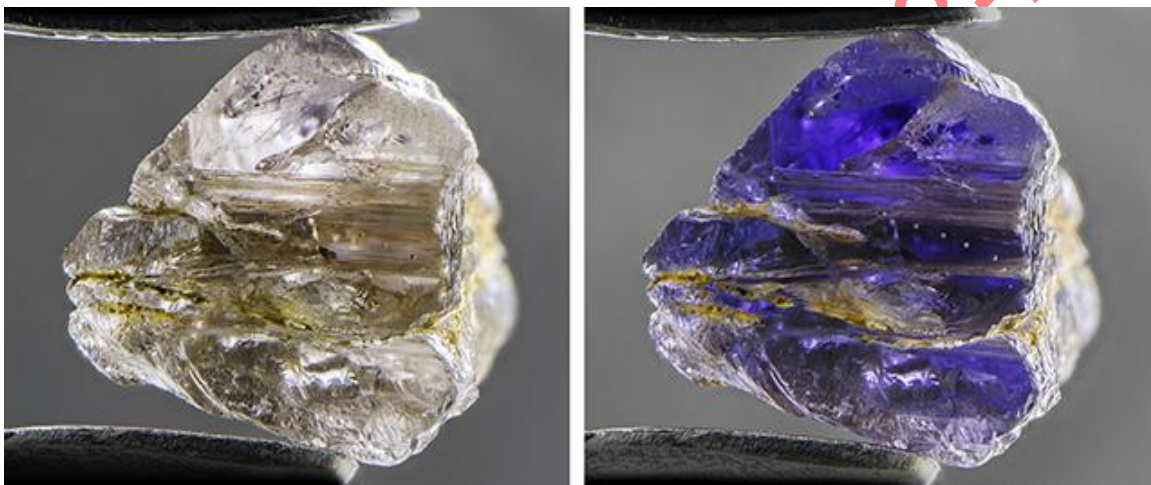


Рисунок 1.12 – Єдиний зразок джонкойвулаїту (1,16 карата), виставлений в музейній колекції GIA в Карлсбаді, Каліфорнія

Джонкойвулаїт було вилучено з коштовного розсипу в районі Пейн-П'їт (алювіальне родовище). Наразі вдалося ідентифікувати лише один кристал.

Основними породами є гранітний пегматит, лейкограніт, шпінель-кліногуміт-флогопітовий мармур, хондродит-флогопіт-графітовий мармур, а також шпінелевий і форстеритовий мармур, апатит-флогопіт-діопсидовий мармур і гнейс. У цьому районі зустрічаються скарни, контактні зони, карстові воронки та улоговини.

Коштовне каміння (рубін, сапфір, шпінель та багато інших) зустрічається в алювіальних мармурових розсипах, які утворюються в результаті вивітрювання метаморфізованих вапняків (мармурів) Могокського

метаморфічного поясу. Могок також відомий пегматитами, що містять топази, турмаліни та рідкісні мінерали бору.

1.7 Нууміт як каменесамоцвітна сировина

Назва родовищ: террейн Акуллек. Розташування: острів Сіміуттат, м.Нуук, муніципалітет Сермерсоок, Гренландія.



Рисунок 1.13 – Зразки нууміту

Нууміт являє собою біотит-кордієрит-антофілітову середньо- та крупнозернисту метаморфічну породу, яка має гранобластову текстуру і позбавлена чіткої шаруватості або лінійності (гранофельс), яка утворилася в пізньому археї і потім зазнала поліметаморфічного перекривання, з піком метаморфізму в умовах амфіболітової фації.

Порода зазнала метаморфічного перетворення при низьких і помірних тисках в умовах від верхнього зеленосланцевого до амфіболітового фаціального стану. Мінімальні метаморфічні температури $\approx 590-600^{\circ}\text{C}$ ($\pm 25^{\circ}\text{C}$).

Нууміт залягає послідовно в докембрійських поліметаморфічних породах (переважно кварц-кордієритові гнейси), середній вік яких становить 2,7 млрд. років ± 10 мільйонів років. Нууміт зустрічається у вигляді тонких смуг і лінз шириною до 1 м вздовж простягання гірських порід. Він складається

майже виключно з ортоамфіболу з незначною кількістю ганіту, магнетиту, піротиту, халькопіриту і молібденіту.

Відомі родовища у Норвегії, Канаді та Сполучених Штатах, але лише в гренландському типі забарвлення розвинене достатньо добре, щоб камінь був придатним для виготовлення дорогоцінних каменів.



Рисунок 1.14 – Зразок дженакіту 3,39 карата з онлайн-магазину А Віжоух, вартість - \$356,38

У 2009 році в центральній Мавританії було виявлено новий різновид нууміту, що був названий сахарським нуумітом або дженакітом. Він відрізняється високою щільністю голочок та переважно синім і зеленим кольором (він не має золотих голчастих кристалів антофіліту). Вважається, що блакитний колір є результатом присутності титану.

Цінність нууміту досить висока, оскільки його неможливо штучно отримати в лабораторних умовах. А незначні обсяги нууміту з Гренландії, ймовірно, будуть доступні на ринку і в майбутньому.

1.8 Геологія родовищ гакманіту

Розташування родовищ: Гренландія, Афганістан, Канада, Росія та М'янма. Гакманіт є різновидом мінералу содаліту. Содаліт - це алюмосилікат натрію, що містить хлорид, який відомий своїм насиченим синьо-фіолетовим забарвленням. Від інших різновидів содаліту його відрізняє унікальна зміна

кольору. Серед мінералів содаліту гакманіт є тенебресцентним, сірковмісним різновидом, хоча деякі зразки можуть не мати достатньої кількості сірки, щоб бути виявленими за допомогою рентгенівського аналізу. Однак саме сірка надає гакманіту його тенебресценцію.

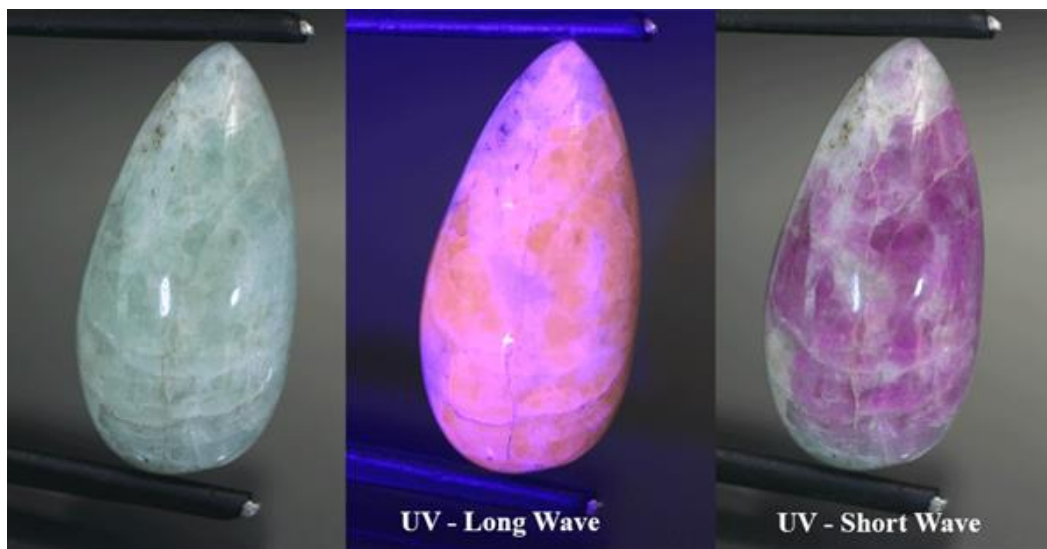


Рисунок 1.15 – Зразок тенебресцентного гакманіту під дією ультрафіолетового випромінювання за



Рисунок 1.16 – Зразок гакманіту пов'язаний з групами скаполітів, апатитів, польових шпатів та флогопітом з шахти *Puant Gyi*, м. Могок, район П'їн-Оо-Лвін, провінція Мандалай, М'янма за

На додачу до тенебреценції, може також проявляти флюоресценцію під впливом сонячного або ультрафіолетового світла. Він може випромінювати видиме сяйво різних кольорів, залежно від наявних домішок.

Гакманіт часто зустрічається разом з іншими мінералами, включаючи содаліт, нефелін, канкриніт, евдіаліт та інші. Присутність цих мінералів може впливати на колір і характеристики зразків гакманіту, знайдених у певній місцевості.

Гакманіт утворюється, як і будь-який інший мінерал содаліту, але в ньому обов'язково має бути присутня сірка. Це відносно рідкісний мінерал, який зустрічається в різних геологічних умовах по всьому світу. Його поява часто пов'язана з лужними магматичними породами та метаморфічними умовами.

Гакманіт зазвичай зустрічається в лужних магматичних породах, таких як сієніти та нефелінові сієніти. Ці породи мають високий вміст натрію та алюмінію, які є важливими компонентами гакманіту.

Він також може утворюватися в результаті метаморфізму, коли вже існуючі гірські породи піддаються впливу високих температур і тиску. Метаморфічний гакманіт часто зустрічається в комплексі з іншими мінералами, які вказують на низькоякісний метаморфізм.

Гакманіт був вперше знайдений в Гренландії і досі залишається одним з найвідоміших проявів цього мінералу. Також був виявлений у деяких пегматитах, які є грубозернистими магматичними породами, однак гакманіт не є типовим пегматитовим мінералом і частіше асоціюється з лужними породами та метаморфічними середовищами.

Його унікальні характеристики роблять його цінним і затребуваним мінералом у різних галузях, включаючи гемологію, наукові дослідження, освіту і як колекційний матеріал.

1.9 Геологія родовищ і проявів аметрину

Назва родовищ: шахта Анахі, Болівія. Розташування: Болівія, Бразилія, Канада, Сполучені Штати, Замбія та Мозамбік.

Аметрин — це назва кварцу, в якому аметист і цитрин зустрічаються разом. Найвідомішим і найважливішим джерелом аметрину є шахта Анахі в Болівії. Ця шахта відома своїм виробництвом високоякісного аметрину протягом кількох десятиліть. Вважається, що в цьому місці аметист і цитрин кристалізувалися одночасно під час формування. Повинна була існувати невелика різниця в температурі між поверхнями кварцу, що кристалізуються, щоб деякі поверхні мали дещо вищу температуру і кристалізувалися як цитрин, тоді як інші поверхні були трохи холоднішими і кристалізувалися як аметист. Це могло статися, якщо один бік кристала був направлений до вентиляційного отвору або іншого подібного джерела тепла. Будь-яка зміна тиску впливала на температуру, при якій замість аметисту утворювався цитрин. На шахті Анахі видобувають кристали аметрину, які потім вибірково розрізають на аметист, цитрин або аметист-цитрин.

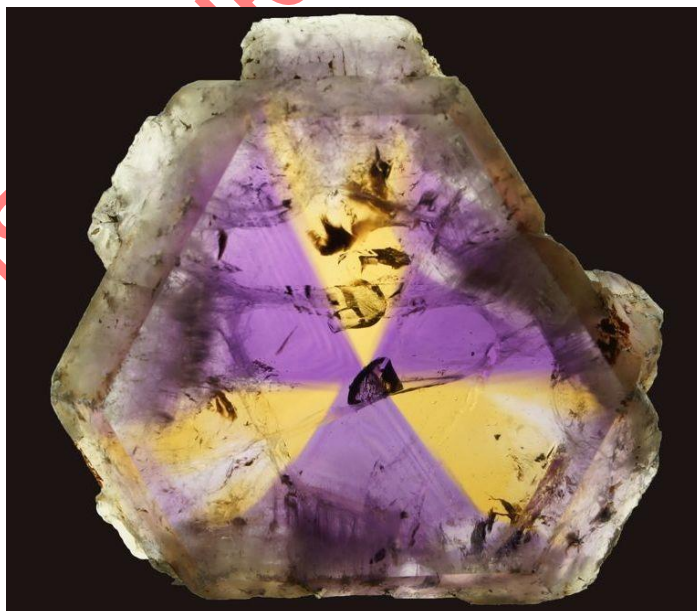


Рисунок 1.17 – Зразок аметрину з Шахти Анахі, район Ла-Гайба, провінція Анхель-Сандовал, Санта-Крус, Болівія

Родовище розташоване біля північного підніжжя доломітово-вапнякового схилу, який є частиною хребта, що простягається з півночі на південь і піднімається на 200 м над навколишніми пантанальськими рівнинами.

Інші країни, які повідомляли про знахідки аметрину, включають Бразилію, Канаду, Сполучені Штати, Замбію та Мозамбік.

Колір зон, видимих в аметисті, обумовлений різним ступенем окислення заліза в кристалі. Сегменти цитрину мають окислене залізо, тоді як сегменти аметисту - неокислене. Різні ступені окислення виникають через градієнт температури в кристалі під час його формування.

Основні фактори, які сприяють геологічній появі аметрину:

Перекриваючі відкладення: Аметрин утворюється в місцях, де поклади аметисту і цитрину перекриваються. Таке перекриття зустрічається відносно рідко і вимагає певних геологічних умов для одночасного розвитку аметисту і цитрину в одній породі або порожнині.

Середовища, багаті на кварц: Аметрин переважно зустрічається в регіонах з багатими покладами кварцу. Ці райони часто мають геологічну історію, пов'язану з вулканічною активністю, гідротермальними процесами або метасоматичними перетвореннями, які сприяють утворенню багатих на кварц гірських порід і порожнин.

Температурні коливання: На утворення аметрину впливають коливання температури під час росту кристалів. Коливання температури впливають на стан окислення домішок заліза в кварці, що призводить до чіткої зональності та кольорового поділу, які спостерігаються в аметрині.

Гідротермальні системи: Гідротермальні процеси відіграють вирішальну роль у формуванні аметрину. Гідротермальні флюїди, збагачені діоксидом кремнію, залізом та іншими мікроелементами, проникають у тріщини та порожнини гірських порід. Ці флюїди забезпечують необхідні хімічні компоненти для росту кристалів кварцу, в тому числі аметисту і цитрину, в результаті чого утворюється аметрин.

Вулканічне середовище: Певні вулканічні середовища можуть сприяти утворенню аметрину. Вулканічна активність може створити необхідні умови для росту кристалів аметисту і цитрину або шляхом прямого відкладення, або через подальшу термічну обробку, яка перетворює аметист на цитрин.

1.10 Камені органогенного походження – амоліт і динобон

Амоліт. Назва родовищ: схили Скелястих гір та береги річки Сент-Меріс, формації Ведмежа лапа. Розташування: м. Летбрідж, провінція Альберта, Канада; Вайомінг, Монтана, США; провінція Махаджанг, Мадагаскар; Марокко.

Амоліт - це торгова назва райдужного, перламутрового шару раковини викопних амонітів, знайдених у формації Ведмежої лапи пізньої крейди.



Рисунок 1.18 – Зразок амоліту з південної Альберти, Канада.

Фото: *Rocks for the Spirit*.

Більшість комерційних родовищ амоліту знаходяться на півдні провінції Альберти, зокрема в регіоні, що оточує місто Летбрідж, Канада. Інші невеликі

родовища були виявлені в деяких частинах США, таких як Монтана і Вайомінг, а також в деяких інших країнах, включаючи Мадагаскар і Марокко.

Амоніт зустрічається лише у формації Ведмежої лапи, яка простягається від Альберти до Саскачевану в Канаді та на південь до Монтани в США. Найкращі амоніти ювелірної якості зустрічаються вздовж потужних річкових систем на східних схилах Скелястих гір у південній Альберті. Більшість промислового видобутку відбувається вздовж берегів річки Сент-Меріс, на південь від Летбріджа.

75-70 мільйонів років тому це був північно-західний край моря Ведмежої Лапи. Формація Ведмежої Лапи - геологічна формація пізньої крейди. Вона відслонюється в американському штаті Монтана, а також у канадських провінціях Альберта і Саскачеван, і була названа на честь гір Ведмежа Лапа в Монтані. Складається в основному з темно-сірих сланців, аргілітів, алевритистих аргілітів і алевролітів з прослоями алевритистих пісковиків. Ця мілководна, тепла водойма була сповнена життям. Одним з найпродуктивніших її мешканців був амоніт - стародавній морський моллюск, який жив приблизно від 65 до 240 мільйонів років тому. Амоніти процвітали в океанах протягом мезозойської ери, в крейдяний період.

Вулканічна активність Скелястих гір, що зростали, періодично вкривала величезні території метровими шарами попелу. Повільно осідаючи на мілке океанське дно, попіл вбивав усе живе внизу. Важкий, напівпроникний шар багатої на мінерали глини (бентоніт) запечатав їхні рештки. З часом попіл поховав район річки Сент-Меріс на глибині понад 4 км. Протягом багатьох льодовикових періодів ця територія зазнавала геологічних підняття і, зрештою, вийшла на поверхню. Високі концентрації заліза і магнію створили унікальні для регіону умови, які призвели до осадового діагенезу. Це перешкоджало процесу окислення, який перетворює арагоніт амонітової оболонки на стабільний карбонат кальцію, що поступово замінив первісний матеріал, створивши скам'янілу копію мушлі амоніта.

Динобон – це скам'янілі рештки, які часто зустрічаються в заплавах і річках штатів Юта та Колорадо, Арізони та Нью-Мексико США. Розташування родовищ: штати Юта та Колорадо, США.

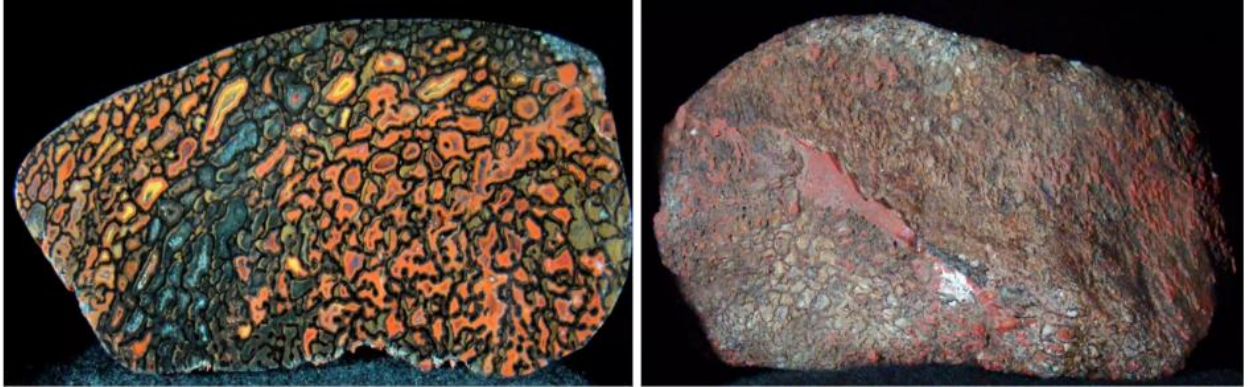


Рисунок 1.19 – Зразок обробленого та необробленого динобону.

Фото: *Darwin Dillon*.

Подібно до скам'янілого дерева, амоніту та деяких інших різновидів коштовного каміння, динобон утворився з живого організму - мінералізованої кістки динозавра, яка була мінералізована такими мінералами, як халцедон, кварц, кальцит, опал, пірит або їх комбінаціями. Пустоти в кістці, які були шляхами для кровоносних судин і кісткового мозку, скам'яніли окремо, зберігаючи справжню клітинну структуру колись живого динозавра.

Скам'яніння відбувається, коли рештки рослини чи тварини швидко занурюються в осадові породи і піддаються впливу мінералізованих розчинів протягом тривалого періоду часу. Мінерали, розчинені в підземних водах, проникають в органічні тканини, заповнюючи проміжки всередині і між клітинами, поступово вбудовуючись і зберігаючи структуру тканини. У рідкісних випадках скам'яніти можуть навіть м'які частини тіла, яйця та фекалії.

Для того, щоб кістки стали твердими, відбувається процес, який називається пермінералізацією, коли підземні води, багаті на діоксид кремнію (кремнезем), проникають у кістку. Багатий мінералами розчин заповнює простір кістки кристалами кремнезему, з часом утворюючи візерунки з різнокольорового кварцу (халцедону).

Агатизовані кістки знаходять лише в тих регіонах світу, які були багаті на мінерали кремнезему в той час, коли вони скам'яніли. У США найбільші поклади агатизованих кісток динозаврів зосереджені в Колорадо і Юті.

Коли там жили динозаври, це була територія, що включала як суходіл, так і воду, з болотами, озерами та мілководними океанами, обмеженими континентальним шельфом, що переходив у стародавні гори. З плином геологічного часу клімат змінювався, стаючи все більш посушливим. Вулканічна активність зростає, а разом з нею і вулканічні відклади, багаті на кремнезем, які переносилися річками і відкладалися під час відступу морів. Це виявилось ідеальним середовищем для поховання і подальшого збереження решток багатьох динозаврів.

Після смерті скелети динозаврів збереглися, і протягом мільйонів років органічний матеріал був заміщений кремнеземом. Ця поступова заміна і призвела до утворення твердого кварцу (халцедону), який чудово зберігає візерунки та структури оригінальної кістки.

Висновки до розділу 1:

1. Виявлено, що на сучасному ринку дорогоцінного каміння існує значно більше торгових назв, які не відповідають чинним нормативним документам України, зокрема ларимар, султаніт, аметрин, гранати Малі і Малайя, умбаліт, пеццоттаїт, петерсит, нууміт, гакманіт, динобон, амоліт.

2. У багатьох випадках саме унікальні геологічні умови визначають рідкісні властивості та високу цінність цих мінералів, що може використовуватися як один з критеріїв для співставлення їх з українською класифікацією. Так, для султаніту і гранату Малайя – це зміна кольорів, умбаліту – ефект Усамбара, для петерситу – переливчастість, для амоліту і нууміту – іризація, для граната Малі – висока дисперсія, для аметрину – кольорова зональність, для гакманіту – теневресценція.

2 МЕТОДИКА РОБОТИ

Методика виконання досліджень складалася з трьох основних етапів.

На першому етапі було проаналізовано торгові назви коштовного каміння на сучасному світовому ринку у порівнянні з нормативно-правовою базою України. Для таких різновидів коштовного каміння, як ларимар, султаніт, аметрин, петерсит, нууміт, аммоліт, динобон, гранати Малі і Малайя тощо було охарактеризовано геологічні особливості відповідних родовищ, наведено дані щодо їх прогнозних ресурсів.

Завданням другого етапу було дослідження декоративних властивостей (у тому числі оптичних феноменів) зазначених вище різновидів коштовного каміння на прикладі зразків з колекції кафедри загальної та структурної геології. Роботи виконувалися з використанням відповідного гемологічного обладнання – рефрактометра, полярископу, гемологічної та УФ-лампи, дихроскопу, фільтру Челсі тощо. Зразки фотографувалися при різних режимах освітлення.

Третій етап полягав у вивченні ринкових даних щодо вартості виробів і сировини цього коштовного каміння. За результатами проведених досліджень необхідно було визначити місце зазначених вище різновидів коштовного каміння у вітчизняній класифікації. Отримані статистичні дані дозволили побудувати графік-гістограму для наглядної інтерпретації позиціонування тих чи інших різновидів коштовного каміння у порівнянні з класифікацією природного каміння України.

3 ГЕМОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ І ОПТИЧНІ ФЕНОМЕНИ НОВИХ РІЗНОВИДІВ КОШТОВНОГО КАМІННЯ

3.1 Гемологічні характеристики і оптичні феномени султаніту

Оптичний феномен султаніту – зміна кольору залежно від освітлення. Може легко змінювати до трьох різних кольорів, на відміну від інших діаспорів, які змінюються лише на два кольори за різних умов освітлення.

Усі прозорі оливково-зелені кристали демонструють явище зміни кольору, набуваючи холодних зеленуватих кольорів під прямим сонячним світлом та особливо при штучному освітленні, а жовтуватих та рожевих кольорів під лампою розжарювання.



Рисунок 3.1 – Зразки султанітів з колекції кафедри ЗСГ під впливом різних джерел світла: 1- лампа розжарювання (температура світла 2500 К), 2 - при денному світлі, 3 - при освітленні гемологічною лампою (температура світла 6500 К)

Кристали ювелірної якості мають переважно оливково-зелений колір, невелика частина – жовтувато-бурий. Fe, Cr, Ti та Mn присутні у вигляді домішок у зразках султаніту, які визначають забарвлення кристалів, а саме концентрації Cr і Ti є відповідальними за свою унікальну властивість щодо зміни кольору при зміні освітлення [16]. Саме тому якісний султаніт зі зміною кольору трапляється в зонах розломів, бо пустоти в цих зонах були заповнені макроскопічними і мікроскопічними вторинними перекристалізованими мінералами, багатими на Al, Ti, Mn, Cr, Fe та Si. Fe надає буро-жовтих і

коричневих відтінків султаніту, окис марганцю – червонувато-рожевих, а Cr – зелених.

Хоч султаніт є оптично однорідним і чистим матеріалом, дослідження вказують, що він є полікристалічним з великою кількістю інших мінеральних видів (парагенезисні включення), що кристалізуються в його структурі. Ці мікрообласті стають помітними при великих збільшеннях зображень на скануючому електронному мікроскопі, чітко виявляються за допомогою рентгеноструктурного аналізу і узгоджуються з результатами вимірювань хімічного складу, який є надзвичайно далеким від чистих діаспорів. Мусковіт зустрічається у вигляді пластинчастих кристалів від світло-блакитного до зеленуватого кольору. Забарвлення може бути зумовлене наявністю домішок Fe та Ti. Кристали хлоритоїду темно-зелені. Гематит зустрічається як у вигляді блискучих гексагональних пластинок різновиду спекуляриту, так і у вигляді кубічних псевдоморфів після кристалів піриту. Ільменіт зустрічається у вигляді сталевих-чорних, гексагональних пластинок (більшість з них певною мірою видозмінені). Донбасит зустрічається у вигляді білих, світло-коричневих і зеленуватих кристалів з голчастою або пластинчастою структурою.

Приблизно 60 відсотків діаспорів непрозорі і не вважаються привабливими. Інші 40 відсотків, навпаки, мають якість дорогоцінних каменів і демонструють помітну зміну кольору. Кристали демонструють чудовий скляний блиск, навіть у необробленому стані. Всі прозорі султаніти мають типово V-подібне двійниковання. Вони досить крихкі, не виносять тиску або високих температур, легко тріскаються, а при обробці втрачається близько 95-98% початкової ваги каменю.

3.2 Гемологічні характеристики і оптичні феномени петерситу

Оптичні феномени петерситу – переливчастість та яскраві кольорові варіації.



Рисунок 3.2 – Зразок петерситу з колекції кафедри ЗСГ

В основному складається з соколиного та тигрового ока (рідше – котячого ока). Проте при поліруванні включення в петерситі демонструють хаотичний блиск, тоді як у тигровому оці включення розташовуються паралельними лініями. Волокна крокідоліту спочатку утворювалися паралельно. Ці волокна відповідають за переливчастість, що спостерігається у петерситах. Однак, як це характерно для брекчій, заміщення доломіту кремнеземом було локалізованим, що призвело до утворення окремих ділянок крокідоліту з різною спрямованістю цих волокон. Це спричинило хаотичну переливчастість, яка відрізняє петерсит від південноафриканського тигрового ока. Волокна крокідоліту більш щільно переплетені між собою (паралельні, радіальні та неупорядковані текстури) в китайських зразках. Волокна в намібійських зразках, як правило, орієнтовані більш-менш паралельно одне одному.

Ефект переливчастості в петерситі виникає завдяки волокнистій структурі включень крокідоліту (жовтий колір) і родуситу (синій) в кварці. Коли світло потрапляє на ці волокнисті включення, воно відбивається таким чином, що створює мерехтливу світлову смугу. Цей ефект найбільш виражений, коли камінь ограновано в кабошон, що посилює видимість блиску.

Петерсит демонструє цілу гаму кольорів, включаючи глибокі сині, яскраві золоті, іржаво-червоні та землісто-коричневі відтінки, що переплітаються в закручені візерунки. Забарвлення є результатом різних мінеральних домішок, таких як оксид заліза та амфібол, присутніх під час його формування.

3.3 Гемологічні характеристики і оптичні феномени гранатів Малі, Малайя, умбаліту



Рисунок 3.3 – Зразок гранату Малі з колекції кафедри ЗСГ

Гранат Малі. Оптичний феномен – висока дисперсія, що може перевищувати дисперсію алмазу (0,044), оскільки властивості гранату Малі буквально знаходяться між двома видами одних з найрідкісніших та найцінніших різновидів гранату, і саме дисперсію андрадиту (0,057) успадкуваний мінерал.

Також, більшість малійських гранатів мають показник заломлення вищий, ніж у гроссулярних гранатів, але нижчий, ніж у андрадитових. Зазвичай гроссуляр має показник заломлення від 1,73 до 1,76, показник заломлення андрадиту знаходиться в діапазоні 1,880-1,895, а показник заломлення гранату Малі від 1,752 до 1,779.

В результаті поєднання малійський гранат має високий показник заломлення та дисперсію, що дозволяє йому сяяти особливо сильно. Однак малійські гранати, як правило, твердіші і більш зносостійкі, ніж андрадити.



1

2

Рисунок 3.4 – Зразки гранатів з колекції кафедри ЗСГ:

1 - умбаліт, 2- гранат Малайя

Умбаліт та гранат Малайя. Оптичний феномен обох гранатів – зміна кольору, а також, окремо в умбаліту – ефект Усамбара.

Колір гранатів визначається хімічним складом і наявністю певних мікроелементів, присутніх в кристалах під час їх формування. Такі фактори, як концентрація марганцю та заліза, можуть впливати на кінцевий колір самоцвіту.

Гранат Малайя та умбаліт можуть складатися з 0-83% піропу, 2-78% альмандину, 2-94% спесартину та 0-24% гроссуляру, з вмістом не більше 4% андрадиту.

Не всі гранати піроп-спесартинової суміші здатні змінювати забарвлення залежно від освітлення. Гранати Малайя зі зміною кольору виглядають рожевими, лососевими або пурпуровими при денному світлі і червонувато-рожевими, світло-фіолетовими, рожевими або рожево-помаранчевими при лампі розжарювання.

Обидва типи гранатів (з оптичним феноменом та без) належать до піроп-спесартинової серії і мають схожі характеристики. Єдиною суттєвою відмінністю є значно вищий вміст ванадію та хрому у гранатах, що змінюють колір. Отже, ймовірно, зміна кольору гранатів Малайя пов'язана з домішками хрому та/або ванадію.

На відміну від зміни кольору гранатів Малайя, явище зміни кольору умбаліту не залежить від типу освітлення. Цей ефект названий на честь гір Усамбара в долині Умба в Танзанії, регіону, який в останні десятиліття став багатим джерелом дорогоцінних каменів, що змінюють колір. Це спектральна залежність поглинання світла від відстані, що пройдена променем світла у кристалі. Іншими словами, пропускання світла залежить від товщини кристалу. Цей тип гранату відрізняється від інших піроп-спесартинових гранатів, що змінюють колір, дещо меншою концентрацією ванадію та хрому, а також значно вищим вмістом піропового міналу.

3.4 Гемологічні характеристики і оптичні феномени аметрину

Оптичний феномен аметрину – кольорова зональність. Аметрин утворюється в особливих геологічних умовах, коли кристали аметисту і цитрину зливаються в одній гірській породі. Таке явище зустрічається відносно рідко, що робить аметрин рідкісним дорогоцінним каменем порівняно з його окремими компонентами.

Фіолетовий колір аметисту обумовлений наявністю домішок заліза в кварці, які надають аметисту характерного відтінку. Жовтий або помаранчевий колір є результатом присутності заліза в різних ступенях окиснення, що відповідає за яскраві золотисті відтінки цитрину.

Однією з найбільш характерних особливостей аметрину є його зональний малюнок, де кольори чітко розділені на окремі ділянки, а не змішуються між собою. Цей природний поділ може призвести до різних форм, таких як трикутні або прямокутні ділянки, що посилює унікальність і візуальну привабливість каменю.

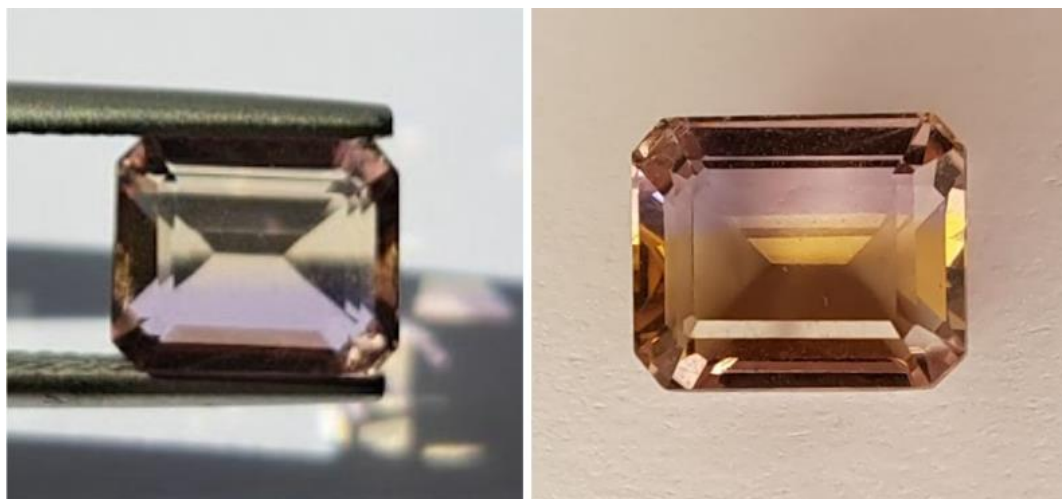


Рисунок 3.5 – Зразок аметрину з колекції кафедри ЗСГ, сфотографований при різних умовах освітлення (ліворуч - бокове денне світло, прямі промені; праворуч - денне світло, непрямі промені)

Аметист утворюється в порожнинах або пустотах гірських порід, коли флюїди, багаті на діоксид кремнію, що містять сліди заліза та інші домішки, піддаються впливу певних температурних умов і тиску. Ці умови призводять до зростання кристалів кварцу з фіолетовим забарвленням через присутність домішок заліза.

Цитрин, у свою чергу, утворюється, коли аметист піддається термічній обробці. Природні кристали аметисту під впливом високих температур, наприклад, ті, що знаходяться у вулканічному середовищі або піддаються геологічним процесам, таким як контактний метаморфізм, можуть перетворюватися на цитрин. Під впливом тепла домішки заліза змінюють свій стан окиснення, що призводить до появи яскравих жовто-оранжевих відтінків, характерних для цитрину.

Аметрин утворюється, коли ці два процеси накладаються один на одного. Це відбувається, коли кристали аметисту і цитрину ростуть разом в одній породі або порожнині. Це унікальне явище пояснюється температурними коливаннями та коливаннями вмісту заліза під час формування кристалів. В результаті аметрин має чіткі зони з різними відтінками фіолетового, жовтого або оранжевого кольорів.

3.5 Гемологічні характеристики і оптичні феномени нууміту

У дослідженні, опублікованому в *The Journal*, вивчається механізм дифракційного забарвлення нууміту від фіолетового до синього. У дослідженні зроблено висновок, що колір нууміту зумовлений не хімічними варіаціями зерен, а відстанню між пластинками в ортоамфіболі. Пластинки в ортоамфіболі могли утворитися під час охолодження після піку метаморфізму, під час процесів повторного нагрівання в ході інтрузії гранітного комплексу Куккут ($\approx 2,5$ млрд. років тому) або під час більш пізнього протерозойського метаморфічного перекривання.



Рисунок 3.6 – Зразок нууміту з колекції кафедри ЗСГ

Спостереження полірованого зрізу за допомогою цифрового мікроскопа показало, що пластини ортоамфіболів перехрещуються одна з одною. Кристали демонстрували синьо-фіолетові спалахи, які були видимі лише на $\{210\}$ зламах. Кольори зникали при нахилі кристала на кут $5-15^\circ$ залежно від осі нахилу, що вказує на сильний геометричний контроль над явищем забарвлення. Поляризаційна мікроскопія тонкого зрізу виявила тісне зрощення призматичного ортоамфіболу, зернистого кордієриту та коричневих, сильно плеохроїчних пластинок біотиту. Всі мінерали мають хаотичну спрямованість.

Іризація нууміту обумовлена інтерференцією світла, відбитого від субмікроскопічних пластинок жедриту та антофіліту, що чергуються. Середня

відстань між пластинками 124-133 нанометрів генерує дифракційне забарвлення від фіолетового до синього; попереднє дослідження показало, що середня відстань 180 нанометрів призводить до жовтої іризації.

3.6 Гемологічні характеристики і оптичні феномени аполіту

Оптичні феномени аполіту – іризація, різноманітна кольорова гама та вражаючі візерунки.

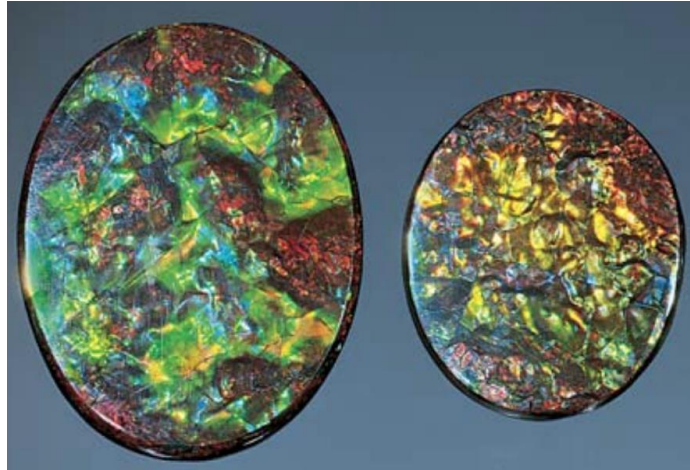


Рисунок 3.7 – Один з найрідкісніших візерунків, що зустрічаються в аполіті, який імітує внутрішню структуру первісної мушлі

Іризація - це властивість, яка створює неймовірні кольори на поверхні аполітів. Переливи зумовлені мікроструктурою арагоніту: на відміну від більшості інших дорогоцінних каменів, чиї кольори виникають внаслідок поглинання світла, переливчастий колір аполіту виникає внаслідок інтерференції світла, яке відбивається від накладених один на одного шарів тонких пластинок. Унікальні забарвлення аполіту пояснюються органічними сполуками, що містяться в мушлі. Ці сполуки пройшли процес, який називається діагенез, що включає хімічні та фізичні зміни в процесі скам'яніння.



Рисунок 3.8 – Зразок амоліту з Мадагаскару, райдужний шар спостерігається з лівої сторони зовнішньої частини мушлі, з колекції кафедри ЗСГ

Поверхня викопних мушель ювелірної якості складається з щільно упакованих пластинчастих кристалів арагоніту, які утворюють тонкі шари. Товщина пластинок арагоніту майже дорівнює довжині хвиль спектральних кольорів, з яких складається біле світло. Таким чином, коли світло потрапляє на послідовно розташовані тонкі шари арагоніту, відбувається дифракція, видима як переливи спектральних кольорів. Завдяки цьому в камені з'являється захоплююча гра кольору.

Пластинки кристалів арагоніту різняться за товщиною: впорядковані, товсті пачки для червоних ділянок, менш впорядковані, тонкі – для зелених, і неупорядковані, дуже тонкі – для синіх. Крім того, мікроелементи розташовані хаотично і перемежуються з включеннями органічного матеріалу. Ці фактори визначають кольори та інтенсивність дифракції. Найкращі дорогоцінні камені мають яскраві, насичені переливи, що безперервно грають різними кольорами при зміні кута падіння світла.

Амоліт може відображати будь-який колір райдуги, але найбільш бажаними є зразки, які демонструють три або більше кольорів. Червоні та

зелені відтінки зустрічаються часто, тоді як сині, фіолетові та малинові – дуже рідко.

Колір амоліту залежить від кута падіння світла і ракурсу спостерігача. Іноді відбувається хроматичний зсув. При дихроматичному зсуві червоний колір переходить у зелений, зелений - у синій тощо. Найкращий матеріал має спектрохроматичний зсув, коли колір зміщується по всьому спектру в залежності від джерела світла і кута спостереження.

Також, під ультрафіолетовим світлом амоліт може проявляти флуоресценцію гірчично-жовтого кольору.

Висновки до розділу 3:

1. Для досліджених нами каменів зі зміною кольору головними чинниками виступають комбінації хімічних елементів-хромофорів. Для султаніту це Cr і Ti, для гранату Малайя – Cr і V.

2. У петерситі ефект переливчастості і одночасної забарвленості у жовті і сині кольори пояснюється наявністю включень волокнистих мінералів групи амфіболів – крокідоліту (жовтий колір) і родуситу (синій) в кварці.

3. Висока дисперсія граната Малі, що може перевищувати дисперсію алмазу, пояснюється тим, що даний різновид гранату є твердим розчином одночасно grosularу і андрадиту. Більшість гранатів Малі мають показник заломлення вищий, ніж у grosularних гранатів, але нижчий, ніж у андрадитових.

4. Притаманний гранату умбаліту ефект Усамбара (поява червоних бликів на пурпурному фоні в огранованих каменях) є спектральною залежністю поглинання світла від відстані, що пройдена променем світла у кристалі. Цей тип гранату відрізняється від інших піроп-спесартинових гранатів, що змінюють колір, дещо меншою концентрацією V та Cr, а також значно вищим вмістом піропового міналу

5. Унікальне оптичне явище кольорової зональності аметрину пояснюється впливом температурних коливань та коливаннями вмісту заліза

під час формування кристалів, внаслідок чого аметрин має чіткі зони з різними відтінками фіолетового, жовтого або оранжевого кольорів.

6. Іризація нуумміту обумовлена інтерференцією світла, відбитого від субмікроскопічних пластинок жедриту та антофіліту, що чергуються.

7. У випадку з амолітом іризація пояснюється наявністю пластинок кристалів арагоніту, що різняться за товщиною. У той же час товщина пластинок арагоніту майже дорівнює довжині хвиль спектральних кольорів, з яких складається біле світло. І коли світло потрапляє на послідовно розташовані тонкі шари арагоніту, відбувається дифракція, що сприймається спостерігачем як переливи спектральних кольорів – переважно червоного, зеленого і синього.

Не для копіювання 103-201

4 МІСЦЕ НОВИХ РІЗНОВИДІВ У КЛАСИФІКАЦІЇ ПРИРОДНОГО КАМІННЯ УКРАЇНИ

4.1 Ринкові показники вартості досліджуваного коштовного каміння

Аналіз ринкових показників вартості дозволяє глибше зрозуміти динаміку сучасного ринку дорогоцінного каміння. Це важливо як для виробників/продавців, так і для споживачів. Дослідження ринкових показників вартості допомагає оцінити економічний потенціал нових різновидів коштовного каміння. Результати дослідження є джерелом інформації для інвесторів, які зацікавлені у вкладеннях у видобуток та обробку коштовного каміння. Це допомагає оцінити ризики та перспективи інвестицій. Таким чином, аналіз має важливе значення для всіх учасників ринку.

Варто відзначити, що між вартістю сировини та готових виробів існує суттєва різниця, обумовлена різними факторами. Вартість сировини переважно базується на фізичних властивостях каменя та умовах його видобутку. Сировина може мати значні коливання в ціні залежно від ринкових умов, якісних характеристик та рідкості. Вартість готових виробів перевищує вартість сировини завдяки додатковим витратам на обробку, дизайн, маркетинг, комісії/податки та інше. Готовий виріб має додаткову цінність завдяки естетичним характеристикам (оптичним феноменам), які розкриваються під час обробки. Так, наприклад, вартість необробленої мінеральної сировини петерситу, за даними онлайн-магазину *MINERALS-STONES*, становить 334 долари за 373 г, тоді як кабошон, вага якого більш ніж в 10 разів менша (36,9 г) – 221 долар. Те саме стосується інших: необроблений гакманіт – 43 долари за 20 г (≈ 100 карат), оброблений (сертифікований *GIA*) – 1670 за 1,67 карат, за даними *GEM ROCK auctions*; якісний необроблений ларимар – 1575 доларів за 1353 г, оброблений – 700 доларів лише за 35 карат (≈ 7 г); необроблений аметрин (різаний) – 10,5 доларів за 6 карат, оброблений найвищої якості сягає 225 доларів за таку ж вагу; необроблений амоліт – 15 доларів за 54 карати, оброблений – 472 долари за 48 карат; необроблений

нууміт – 1134 долари за 366 г, оброблений (переважно з блакитним або зеленими включеннями) – 1250 доларів за 76 карат ($\approx 15,2$ г).

Загалом, в результаті аналізу спеціалізованих онлайн-платформ з продажу дорогоцінного, напівдорогоцінного та колекційного природного каміння різної якості був виявлений приблизний діапазон цін досліджуваних зразків за карат (оброблених): ларимар $\approx \$50$, султаніт $\approx \$350$ – $\$900$, аметрин $\approx \$10$ – $\$200$, петерсит $\approx \$5$ – $\$15$, нууміт $\approx \$3$ – $\$15$, гакманіт $\approx \$1000$, амоліт $\approx \$8$ – $\$25$, динобон $\approx \$2$ – $\$16$, гранат Малі $\approx \$75$ – $\$6000$, гранат Малайя $\approx \$30$ – $\$600$, умбаліт $\approx \$500$ – $\$1000$ та пеццоттаїт $\approx \$1000$ – $\$6000$ (джонкойвулаїт не досліджувався).

На основі цього було побудовано гістограму з порівнянням цін досліджуваного каміння, що не входить до класифікації України (блакитний колір) та деяких мінералів, які у ній перелічені (зелений колір).

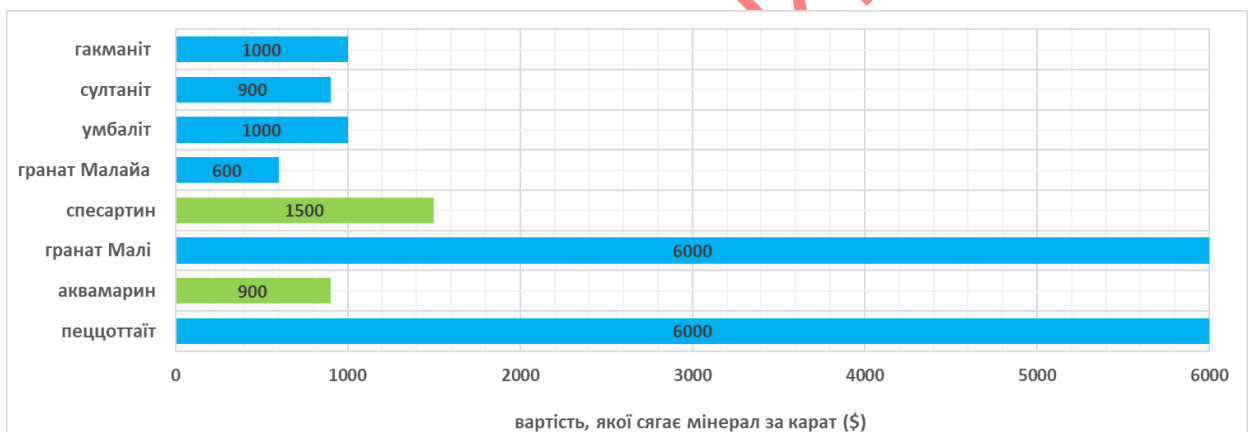


Рисунок 4.1 – Гістограма з порівнянням вартості нових різновидів та деяких зареєстрованих видів дорогоцінного каміння (3го - 4го порядку)

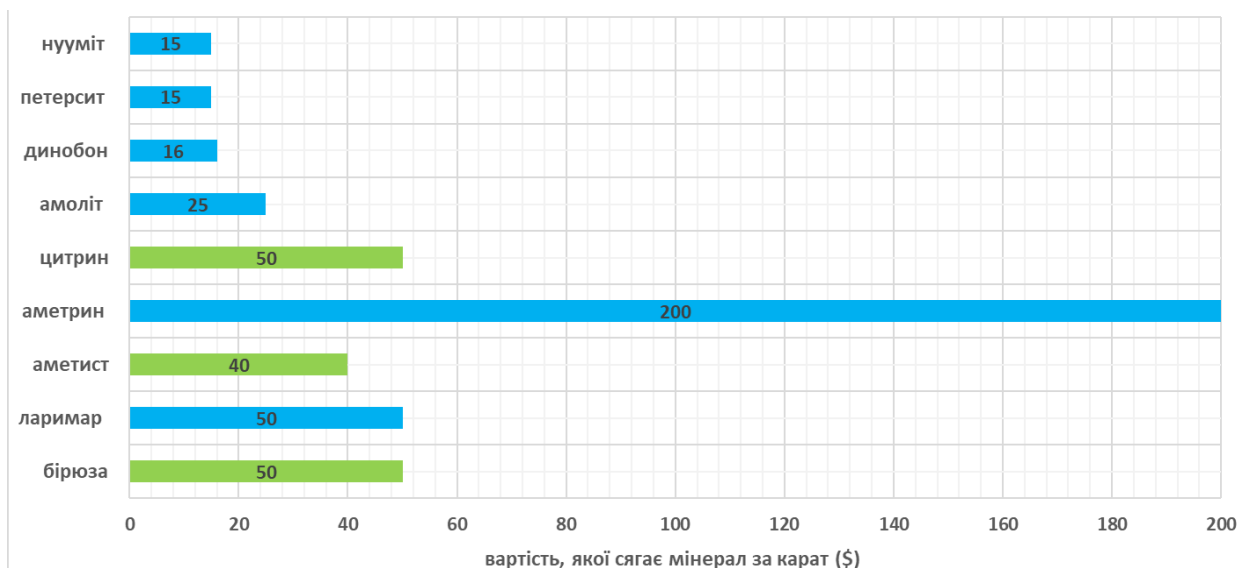


Рисунок 4.2 – Порівнянням вартості нових різновидів та деяких зареєстрованих видів напівдорогоцінного каміння 1-2 порядку і дорогоцінного 4 порядку

4.2 Ранжування за класифікацією природного каміння України

Проаналізовані показники вартості досліджуваних каменів, а також притаманні їм оптичні феномени будуть виступати одними з критеріїв для співставлення їх з українською класифікацією. Зокрема, ларимар за гемологічними характеристиками можна порівняти з бірюзою, петерсит – з тигровим або соколиним оком, аметрин – з топазом, що має зональну забарвленість блакитного і рожевого кольорів, гранати Малі, Малайя та умбаліт – з цаворитом, пеццоттаїт – з аквамарином та іншими берилами, султаніт – з іншими каменями з слабким плеохроїзмом, зокрема аксинітом, кліногумітом, нууміт і амоліт – з польовими шпатами з іризацією, динобон – зі скам'янілим деревом.

Таким чином, продемонстровані різновиди коштовного каміння за своїми вартісними і якісними характеристиками можуть бути віднесені до наступних позицій у класифікації природного каміння України (табл. 4.1):

1. Гранати Малі, Малайя і Умбаліт, берил пеццоттаїт – дорогоцінні третього порядку;
2. Султаніт, гакманіт, аметрин – дорогоцінні четвертого порядку;

3. Ларимар, петерсит, амоліт – напівдорогоцінні першого порядку;
4. Нууміт, динобон – напівдорогоцінні другого порядку.

Таблиця - Ранжування досліджених різновидів коштовного каміння за класифікацією природного каміння України

Група, порядок	Різновиди коштовного каміння за законодавством України	Досліджені нові торгові назви на світовому ринку
Дорогоцінне каміння першого порядку	алмаз, рубін, сапфір (синій), смарагд, олександрит	
Дорогоцінне каміння другого порядку	демантоїд, евклаз, жадеїт (імперіал), сапфір (рожевий та жовтий), опал (благородний чорний), шпінель	
Дорогоцінне каміння третього порядку	аквамарин, берил, кордієрит, опал (благородний білий та вогняний), топаз (рожевий), танзаніт, турмалін, хризоберил, хризоліт, цаворит, циркон, шпінель	гранати Малі, Малайя і Умбаліт, берил пеццотгаїт
Дорогоцінне каміння четвертого порядку	адуляр, аксиніт, альмандин, аметист, гесоніт, grosуляр, данбурит, діоптаз, кварц димчастий, кварц рожевий, кліногуміт, кришталь гірський, кунцит, моріон, піроп, родоліт, скаполіт, спесартин, сподумен, топаз (блакитний, винний та безколірний), фенакіт, фероортоклаз, хризопраз, хромдіопсид, цитрин	султаніт, аметрин, гакманіт
Напівдорогоцінне каміння першого порядку	бірюза, жадеїт, лазурит, малахіт, молдавіт, нефрит, тигрове та кошаче око, хауліт, хризокола, цоїзит, чароїт	ларимар, петерсит, амоліт
Дорогоцінне каміння другого порядку	агат, амазоніт, гагат, гематит, дерево скам'яніле, джеспіліт, егіриніт, епідозит, кахолонг, кварцит кольоровий, кремійнь кольоровий, онікс мармуровий, опал, пегматит, пірофіліт, родоніт, сердолік, серпентиніт, скарни кольорові, содаліт, халцедон, шпати іризуючі польові, яшма	нууміт, динобон

Висновки до розділу 4:

1. Орієнтовний діапазон цін досліджуваних різновидів коштовного каміння склав: (огранованих, у доларах за карат): ларимар \approx \$50, султаніт \approx \$350–\$900, аметрин \approx \$10–\$200, петерсит \approx \$5–\$15, нууміт \approx \$3–\$15, гакманіт \approx \$1000, амоліт \approx \$8–\$25, динобон \approx \$2–\$16, гранат Малі \approx \$75–\$6000, гранат Малайя \approx \$30–\$600, умбаліт \approx \$500–\$1000 та пеццоттаїт \approx \$1000–\$6000.

2. Оптичні феномени та ринкова вартість досліджених нами торгових назв дорогоцінного каміння дозволяє віднести їх до відповідних груп за класифікацією природного каміння України, зокрема гранати Малі, Малайя і Умбаліт, берил пеццоттаїт – до дорогоцінного каміння третього порядку; султаніт, гакманіт, аметрин – до дорогоцінного каміння четвертого порядку; ларимар, петерсит, амоліт – до напівдорогоцінного каміння першого порядку; нууміт, динобон – до напівдорогоцінного каміння другого порядку.

Не для копіювання

ВИСНОВКИ

1. Виявлено, що на сучасному ринку дорогоцінного каміння існує значно більше торгових назв, які не відповідають чинним нормативним документам України, зокрема ларимар, султаніт, аметрин, гранати Малі і Малайя, умбаліт, пеццоттаїт, петерсит, нууміт, гакманіт, динобон, амоліт.

2. У багатьох випадках саме унікальні геологічні умови визначають рідкісні властивості та високу цінність цих мінералів, що може використовуватися як один з критеріїв для співставлення їх з українською класифікацією. Так, для султаніту і гранату Малайя – це зміна кольорів, умбаліту – ефект Усамбара, для петерситу – переливчастість, для амоліту і нууміту – іризація, для граната Малі – висока дисперсія, для аметрину – кольорова зональність, для гакманіту – тенебресценція.

3. Для досліджених нами каменів зі зміною кольору головними чинниками виступають комбінації хімічних елементів-хромофорів. Для султаніту це Cr і Ti, для гранату Малайя – Cr і V.

4. У петерситі ефект переливчастості і одночасної забарвленості у жовті і сині кольори пояснюється наявністю включень волокнистих мінералів групи амфіболів – крокідоліту (жовтий колір) і родуситу (синій) в кварці.

5. Висока дисперсія граната Малі, що може перевищувати дисперсію алмазу, пояснюється тим, що даний різновид гранату є твердим розчином одночасно grosularу і andradиту. Більшість гранатів Малі мають показник заломлення вищий, ніж у grosularних гранатів, але нижчий, ніж у andradитових.

6. Притаманний гранату умбаліту ефект Усамбара (поява червоних бліків на пурпурному фоні в огранованих каменях) є спектральною залежністю поглинання світла від відстані, що пройдена променем світла у кристалі. Цей тип гранату відрізняється від інших піроп-спесартинових гранатів, що змінюють колір, дещо меншою концентрацією V та Cr, а також значно вищим вмістом піропового міналу

7. Унікальне оптичне явище кольорової зональності аметрину пояснюється впливом температурних коливань та коливаннями вмісту заліза під час формування кристалів, внаслідок чого аметрин має чіткі зони з різними відтінками фіолетового, жовтого або оранжевого кольорів.

8. Іризація нуумміту обумовлена інтерференцією світла, відбитого від субмікроскопічних пластинок жедриту та антофіліту, що чергуються. У випадку з амолітом іризація пояснюється наявністю пластинок кристалів арагоніту, що різняться за товщиною. У той же час товщина пластинок арагоніту майже дорівнює довжині хвиль спектральних кольорів, з яких складається біле світло. І коли світло потрапляє на послідовно розташовані тонкі шари арагоніту, відбувається дифракція, що сприймається спостерігачем як переливи спектральних кольорів – червоного, зеленого і синього.

9. Оптичні феномени та ринкова вартість досліджених нами торгових назв дорогоцінного каміння дозволяє віднести їх до відповідних груп за класифікацією природного каміння України, зокрема гранати Малі, Малайя і Умбаліт, берил пеццотгайт – до дорогоцінного каміння третього порядку; султаніт, гакманіт, аметрин – до дорогоцінного каміння четвертого порядку; ларимар, петерсит, амоліт – до напівдорогоцінного каміння першого порядку; нууміт, динобон – до напівдорогоцінного каміння другого порядку.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Герасименко Ю. Деякі різновиди коштовного каміння поза межами нормативно-правової бази України. *Тиждень студентської науки -2024*, 196-198. URL: <https://science.nmu.org.ua/ua/conferences/week-of-studsci/zvit-2024.pdf>
2. С.В. Шевченко, О.В. Курса, Торгові назви і торгові марки природного дорогоцінного каміння як маркетингові інструменти сучасного світового ринку.
3. Закон України "Про державне регулювання видобутку, виробництва і використання дорогоцінних металів і дорогоцінного каміння та контроль за операціями з ними" від 18.11.1997 р. № 637/97-ВР
4. Zultanite: properties, colour and information URL: <https://www.juwelo.com/gemstone-information/zultanite/>
5. Zultanite : What is Zultanite Mineral? Where to find Zultanite? URL: <https://www.geologypage.com/2020/06/zultanite-what-is-zultanite-mineral-where-to-find-zultanite.html>
6. Blue Larimar Gemstones URL: <https://www.gemselect.com/other-info/blue-larimar.php>
7. Larimar Gemstone: Price, Meanings, Healing Uses & More URL: <https://www.gemrockauctions.com/learn/a-z-of-gemstones/larimar-information>
8. Mali Garnet Gemstones URL: <https://www.gemselect.com/other-info/garnet-from-mali.php>
9. Malaia Garnet Gemstone: Properties, Meanings, Value & More URL: <https://www.gemrockauctions.com/learn/a-z-of-gemstones/malaia-garnet>
10. Unearth the Mystique of Nuummite Gemstone URL: <https://www.gemselect.com/gem-info/nuummite/nuummite-info.php>
11. Pietersite URL: <https://geologyscience.com/gemstone/pietersite/>
12. Pietersite Gemstone Information URL: <https://www.gemselect.com/gem-info/pietersite/pietersite-info.php>

13. Meet the New Member of the Beryl Family, Johnkoivulaite URL:
<http://surl.li/snkha>

14. Pezzottaite from Ambatovita, Madagascar: A New Gem Mineral URL:
<http://surl.li/snkih>

15. Minerals, stones. URL: <https://minerals-stones.com/en/>

16. Шевченко С.В., Ткачук І.Ю (2022). Дослідження чинників зміни кольору деяких різновидів дорогоцінного каміння. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*, 71, 170-178.
<https://doi.org/10.33271/crpnmu/71.170>

17. The Usambara Effect and other colour-change Effects in Gemstones. (2020). URL: <https://www.ssef.ch/the-usambara-effect-and-other-colour-change-effects-in-gemstones/>

Не для копіювання — 103-20

Додаток А
ВІДОМІСТЬ

матеріалів кваліфікаційної роботи

№	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
			Документація		
1	A4	ТСТ. ОППМ. 04.07 ПЗ	Пояснювальна записка	59	
2			Графічні матеріали		Електронний ресурс
			Презентація Microsoft PowerPoint		Слайди

Не для копіювання — 103-20-1

Додаток Б
СЕРТИФІКАТ

про участь у студентській науково-технічній конференції
«Тиждень студентської науки – 2024»

