

УДК 549.091.15: 679. 87  
№ держреєстрації 0108U000555  
Інв. №

**Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України**  
**Державний вищий навчальний заклад**  
**«Національний гірничий університет»**  
**(Державний ВНЗ «НГУ»)**  
49005, м. Дніпропетровськ, пр. К. Маркса, 19; тел./факс (0562) 47-32-09,  
телекс 143457 “AGAT SU”; E-mail: HomenkoO@nmu.org.ua

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор з наукової роботи,  
д-р техн. наук, проф.

\_\_\_\_\_ О.С. Бешта

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2010 р.

**ЗВІТ**  
**ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ**

**ГЕОЛОГО-ПРОМИСЛОВІ КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПИСЬМОВИХ**  
**ПЕГМАТИТІВ, КОЛЬОРОВОГО КВАРЦУ, КВАРДІТУ, СКАМ'ЯНІЛОГО ДЕРЕВА**  
по темі ГП-413  
(заключний)

Начальник НДЧ,  
канд. техн. наук, доц.

О.Є. Хоменко

Науковий керівник НДР,  
д-р геол. наук, проф.

П.М. Баранов

2010

Рукопис закінчено 10 грудня 2010 р.

Результати цієї роботи розглянуто науково-технічною радою, протокол № 2  
від 13 грудня 2010 р.

## СПИСОК АВТОРІВ

Науковий керівник теми,  
д-р геол. наук, професор

П.М. Баранов  
(розд. 2, 4, 5 вступ,  
висновки)

Ст. науковий співробітник

Л.І. Цоцко  
(розд. 1, 3)

Наук. співробітник

В.Є. Карманов (розд.  
4.1.3, оформлення  
звіту)

Нормоконтроль

Л.С. Шломіна

## РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 149 с., 33 рис., 20 табл., 4 додатки, 55 джерел.

Об'єкт дослідження: каменесамоцвітна сировина південно-східної частини України.

Мета роботи: геологічне і гемологічне вивчення та визначення геолого-промислових критеріїв оцінки якості письмового пегматиту, кольорового кварцу, квардіту, скам'янілого дерева.

Методи дослідження і апаратура: польові геологічні спостереження; геолого-структурний аналіз; порівняльний геологічний аналіз; гемологічні методи; петрографічний (мікроскоп МІН-8); визначення абразивності та щільності порід; визначення ступеня полірування блискоміром НІІКС-М; статистичні і графічні методи обробки інформації; комп'ютерний дизайн; маркетингові дослідження ринку самоцвітів за допомогою мережі Інтернет.

Результати: визначено геолого-промислові критерії оцінки якості зазначених видів гемологічної сировини району досліджень, створено колекції декоративних різновидів.

Галузі застосування: геологічна, каменеобробна, економіка.

ГЕМОЛОГІЧНА СИРОВИНА, КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ, ДЕКОРАТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ, ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ, ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ОБРОБКИ, ТЕХНОГЕННІ ЧИННИКИ ВИДОБУТКУ, СОРТНІСТЬ

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
1 АНАЛІЗ СТАНУ ВИВЧЕНОСТІ, МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ТА ОБРОБКИ КАМЕНЕСАМОЦВІТНОЇ СИРОВИНИ .....	8
1.1 Вивченість досліджуваних видів кольорового каміння .....	8
1.2 Обробка каменю в історії .....	16
1.3 Гемологічна оцінка якості сировини і родовищ (проявів) .....	20
1.4 Методика оцінки якості каменебарвної сировини (Гемологічний центр Державного ВНЗ «Національний гірничий університет») .....	23
2 ГЕОЛОГІЧНА ПОЗИЦІЯ КОЛЬОРОВОГО КАМІННЯ .....	26
2.1 Письмовий пегматит .....	26
2.2 Кольоровий кварц .....	30
2.3 Квардіт .....	38
2.4 Скам'яніле дерево .....	41
3 ТЕХНОГЕННІ ЧИННИКИ ВИДОБУТКУ .....	48
3.1 Супутній видобуток .....	48
3.2 Методи видобутку .....	50
4 ГЕМОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА .....	55
4.1 Декоративні властивості .....	55
4.1.1 Прозорість .....	55
4.1.2 Забарвлення .....	56
4.1.3 Рисунок .....	68
4.2 Технологічні властивості .....	80
4.2.1 Структура технологічного процесу .....	80
4.2.2 Матеріали, інструменти та обладнання .....	83
4.2.3 Технологічні схеми обробки .....	87
4.2.4 Технологічні параметри обробки .....	93
4.2.5 Технологічні властивості досліджуваної сировини .....	99
4.2.6 Технологічна класифікація .....	110

5 ГЕОЛОГО-ПРОМИСЛОВІ КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ .....	115
5.1 Критерії оцінки якості .....	115
5.2 Сортність і область застосування .....	128
ВИСНОВКИ .....	136
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	138
Додаток А Витяг з протоколу засідання Гемологічного центру Державного ВНЗ «НГУ».....	143
Додаток Б Витяг з протоколу засідання ради за науковим напрямом "Технології прогнозування, пошуку та розвідки корисних копалин" Державного ВНЗ «НГУ» .....	144
Додаток В Рецензія .....	147
Додаток Г Акт впровадження.....	149

## ВСТУП

Звіт про науково-дослідну роботу по даній темі є заключним і містить результати досліджень, що виконані у період з 01.01. 2008 по 31.12.2010 рр.

Становлення ринкових відносин у економіці країни зумовлює перегляд багатьох традиційних оцінок та перспектив освоєння каменесамоцвітної сировини. Сьогодні, коли каменярска галузь України інтегрується у світовий ринок, актуальною є інформація, яка уможливорює врахування максимально широкого спектру видів кольорового каміння, супутній видобуток яких може дати значну статтю прибутку від експлуатації надр.

У результаті науково-дослідних робіт першого етапу «Геологічне та гемологічне вивчення письмового пегматиту, кольорового кварцу, квардіту, скам'янілого дерева» створено каталог і колекцію декоративних різновидів кольорових каменів, що вивчаються, а також визначено гемологічні критерії оцінки їх якості. Декоративні та технологічні властивості є важливими критеріями якості й обумовлюють сортність та область можливого застосування кольорового каміння. Вивчення особливостей геологічної позиції перспективних проявів і родовищ стали у подальшому основою розробки генетичної класифікації та геологічних критеріїв оцінки якості для кожного виду кольорового каміння.

Результати науково-дослідних робіт другого етапу «Визначення оптимальних технологічних схем обробки КСС та впливу на них техногенних чинників видобутку» дозволили встановити технологічні показники, розробити оптимальні технологічні схеми виготовлення художніх видів продукції, а також вивчити вплив технології розробки родовища на декоративні властивості досліджуваного кольорового каміння. Виявлені оптимальні параметри обробки забезпечують зниження собівартості продукції та підвищення конкурентоспроможності каменебарвної сировини на ринку. Якісна обробка і якнайширше застосування вітчизняного кольорового каміння передбачає поєднання стародавніх традицій, сучасних

методик й інструментів та новітніх видобувних технологій, що спричиняє нагальну потребу модернізації, поліпшення технічного оснащення та залучення інвестицій у видобувну і каменеобробну промисловість на всіх рівнях.

На третьому етапі науково-дослідних робіт «Розробка геолого-промислових критеріїв оцінки якості письмового пегматиту, кольорового кварцу, квардиту, скам'янілого дерева» встановлено сортність та область застосування кожного виду досліджуваного кольорового каміння, а також визначено геолого-промислові критерії оцінки їх якості. Установлено закономірності розподілу геологічних об'єктів з каменебарвною сировиною на площі південно-східної частини України. У межах Тритузненського родовища відкрито і вивчено новий вид ювелірно-виробного каменя – синьо-чорний кварц з тектоно-метасоматичних зон. Результати дослідження каменесамоцвітної сировини сприятимуть розширенню асортименту видів кольорового каміння, підвищенню культури його використання та залученню у господарчий обіг як об'єктів інвестування.

Найважливішим завданням за сучасних економічних умов є виявлення і підготовка вітчизняних рентабельних, конкурентоздатних та інвестиційно привабливих об'єктів кольорового каміння з відповідним маркетингом, урахуванням геологічних властивостей каменебарвної сировини і досліджень тенденцій у розвитку ринку кольорового каміння.

# 1 АНАЛІЗ СТАНУ ВИВЧЕНОСТІ, МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ТА ОБРОБКИ КАМЕНЕСАМОЦВІТНОЇ СИРОВИНИ

## 1.1 Вивченість досліджуваних видів кольорового каміння

Каменесамецвітна сировина – самостійна група неметалевих корисних копалин з властивими тільки їм особливостями, що обумовлюють специфічність її пошуків і принципів геолого-економічної оцінки. Незважаючи на успіхи у області промислового отримання штучних матеріалів, попит на природну каменесамецвітну сировину залишається досить великим.

У радянський період територія південно-східної частини України недостатньо вивчалась на кольорове каміння і вважалась мало перспективною. Складною була також ситуація і з дослідженням гемологічних властивостей самоцвітів.

Перша робота по вивченню кольорового каменю на території південно-східної частини України належить І.І. Іваницькому (1883). Публікація присвячена опису родовища яшми, виявленого у відкладах р. Мокра Волноваха (Донбас). У монографії А.Є. Ферсмана «Дорогоцінне і кольорове каміння Росії» (1922-1925 рр.) надано детальну характеристику родовищ і проявів кольорового та виробного каменю на території СРСР, і в тому числі України. У цій роботі самоцвітне каміння описано досить детально: встановлено генезис, вказано області застосування та можливі види виробів з різних видів каменесамецвітної сировини та інше. З українського самоцвітного і виробного каменю відмічено топази Приазов'я, опали в гранітах Українського щита, гірський кришталь, скам'яніле дерево, яшми, халцедон і гагати Криму. У книзі «Корисні копалини України» (1933) В.І. Лучицький розглядає питання про використання кристалічних порід Українського щита (гранітів, лабрадоритів, габро та деяких інших) у якості облицювального каменю. Як самоцвітне і виробне каміння він описує тільки



волинські топази. У публікаціях Ю.Ю. Юрка (1956) відмічається, що промислове значення у якості каменесамоцвітної сировини мають родовища пегматитів, які залягають головним чином серед гнейсових товщ і мігматитів. Встановлено, що з диференційованими зональними пегматитами пов'язані прояви димчатого кварцу, аметисту, топазу, опалу і халцедону. Автор стверджує, що зональні диференційовані пегматити Приазов'я, у тому числі і прояви Кам'яні Могили, не представляють інтерес для пошуків дорогоцінного каменю. У публікації Л.С. Щириці (1958) наведено дані про будову кришталевмісних жил Донбасу, а у статті В.Н. Андрєєва (1958) докладно розглядаються питання, пов'язані з обробкою самоцвітів. З 1957 року проводиться ряд досліджень з вивчення властивостей гірських порід у якості облицювального матеріалу і сировини для виготовлення поробок, сувенірів та ювелірних виробів (Акімов, 1963; Василевський, 1962, 1965; Гаврусевич, 1961; Нацик, 1965; Попугаєва, 1961; Семенченко, 1965, 1967, 1968, 1970).

У 1968 році Ю.В. Семенченко у співдружності з НДІСМІ і Київським державним університетом проводить геологічне обстеження і промислову оцінку кольорового каменю деяких районів України (Лівобережної України, Криму, Криворіжжя і Подолії). За матеріалами цих робіт складено «Огляд мінерально-сировинних ресурсів декоративно-облицювального, самоцвітного та виробного каменю України», а потім у 1974 році видано монографію «Кольорове каміння України». У книзі відмічено, що на території України розташовані значні родовища декоративних гранітів, лабрадоритів, мармурів, вапняків, гіпсу і самоцвітів: гірського кришталю, моріону, берилу і топазу. Зроблено висновок про необхідність продовження пошуків декоративного каміння, у тому числі і письмових пегматитів, червоносмугастих і зеленосмугастих кварцитів, епідозитів і яшм Донбасу.

Першопрохідцями у вивченні українських пегматитів були академік АН УРСР Н.П. Семенченко, (1939, 1940) і професор Ю.Ю. Юрк (1956, 1964). Згодом багато уваги їм приділяли С.Г. Шавло, С.М. Кирикилиця, і Г.І. Князев

(1984), К.М. Розанов і Л.Ф. Лавриненко (1979), К.І. Литовченко (1976) і багато інших.

Уперше геологорозвідувальні роботи на пегматитових родовищах Західного Приазов'я проведено у 1928-1932 рр., у подальшому – в 1934 р., 1939-1941 рр., 1946-1949 рр. та 1953-54 рр. різними організаціями. Результатом досліджень стало описання понад 500 пегматитових жил і серед них найбільш великі – Зелена Могила, Балка Великого Табору, Кам'яна Скеля та ін. Пегматити вивчалися як сировина для керамічної, скляної промисловості, видобутку слюди та попутно визначалася концентрація рідкісних мінералів. Родовище жильних пегматитів Балка Великого Табору детально розвідано у 1958-1960 рр. Харківською КГРЕ тресту «Харківнафторозвідка» як польовошпатової сировини для керамічної та скляної промисловості. Виявлено і вивчено польовошпатову сировину, запаси якої затверджено ДКЗ СРСР (протокол № 3484 від 20.10.1961 р.). Розвідувальні роботи на ділянці проводилися, в основному, за допомогою каналів, які задавалися вхрест простягання жил, а також за допомогою шурфів. Максимальна глибина розвідки складала 10-13 м.

Жовторіченське уранове родовище було відкрито Я.Н. Белєвцевим у 40-х роках. Раніше, з кінця ХІХ століття, воно розроблялося як залізорудне родовище, а у 1951-1989 рр. тут видобували уранові руди; скандієва мінералізація виявлена у 1976 році. Геологічна будова родовища та його позиція у межах Криворізько-Кременчужського залізорудного регіону описані у роботах А.П. Нікольського (1956, 1960, 1971), Н.А. Єлісеєва та ін. (1961), Я.М.Белєвцева та ін. (1962, 1984, 1988), А.І. Тугарінова (1963), Н.П.Семененко та ін. (1978), А.В. Тарханова та ін. (1989, 1991), Н.М. Борисенко та ін. (1991), С.П. Солодов та ін. (1991) [1]. У якості нового виробного каменю України декоративну суттєво кварц-діопсидову породу родовища (квардіт) вивчено і описано у 1993-1994 роках [2].

Геологорозвідувальні роботи на Токівському родовищі граніту проведено вперше на ділянці Пекарня, у межах якої розташована ділянка

Мар'ївська, у 1931 – 1932 роках «Укргеолтрестом». У подальшому (1952 – 1953, 1967 – 1969 та 1984 рр.) роботи на площі ділянки проводилися трестом «Укргеолнеруд» та Харківською ГРС з метою виявлення нових проявів і родовищ каменесамоцвітної сировини. У 1994 році ХГРЕ КП «Південукргеологія» проведено ревізійне обстеження ділянки Мар'ївська, за результатами якого, вона визнана перспективною на кольоровий кварц і рекомендована для проведення подальших геологорозвідувальних робіт.

На площі вивчення скам'янілої деревини вперше геологорозвідувальні роботи проведено у 1961-1964 роках (Ротай А.П та ін.). У 1980 році Харківською ГРЕ на ділянках здійснено пошукові роботи на скам'янілу деревину, а в 1982 році проведено нові обстеження площі дослідження. На основі геологічної інформації, отриманої у процесі цих робіт, а також результатів ревізійного обстеження ХГРЕ у 1992 році, прийнято рішення про проведення на ділянці пошуково-оціночних робіт на каменесамоцвітну сировину.

У період переходу економіки України до ринкових відносин розпочався новий етап у дослідженні та освоєнні каменебарвної сировини. Вітчизняна мінерально-сировинна база кольорового каміння за визначенням структури і якісних показників має на цей час суттєві вади, унаслідок чого на українському каменесамоцвітному ринку домінують товари з сировини Росії (змійовик, яшма, селеніт, агати), Вірменії (обсидіан), Ірану (мармуровий онікс), Китаю (нефрит, халцедони, агати), а власна каменебарвна сировина не видобувається і не вивчається на належному рівні.

Стратегія освоєння вітчизняного кольорового каміння в умовах ринкової економіки, його оцінка з позицій забезпечення можливості супутнього видобутку мають здійснюватися з урахуванням відмінності і унікальності у якості корисної копалини. На теперішній час проведено комплексне геолого-геомінералогічне дослідження каменесамоцвітної сировини осадових товщ України і визначено основні критерії її пошуків (Нестеровський, 2006). Для кожного виду кольорового каменю встановлено

закономірності розподілу в стратиграфічному розрізі осадового чохла і виявлено зв'язок з визначеними за генезисом і складом літофаціальними і формаційними комплексами, а також розроблено генетичну класифікацію кольорового каменю осадових комплексів. У цій роботі розглянуто фактори гемологічної цінності самоцвітів і встановлено вплив літологічного складу вмісних порід на особливості їх якісно-декоративних властивостей.

Геологорозвідувальні роботи, проведені КП «Південукргеологія», виявили численні прояви каменесамецвітної сировини у межах південно-східної частини України. У результаті геологічних досліджень наукових закладів та виробничих організацій (Ільїн, Філатов, Обухов, 1981-1984, 1977; Рудий, Обухов, Ільїн, 1992-1997) відкриті та описані прояви та родовища кольорового каміння, які можуть задовольнити потреби вітчизняного ринку. Перш за все, це джеспіліти, пегматити, маріуполіти, нефелінове котяче око, скам'яніла деревина, серпентиніти, содаліт, соколине око, тигрове око, епідозити, кольоровий кварц (рис. 1.1).

За період вивчення каменесамецвітної сировини південно-східної частини України накопичено великий фактичний та науковий матеріал [3], який потребує систематизації та теоретичного осмислення з позиції сучасної науки, і насамперед проведення досліджень з гемологічного вивчення каменю. З метою розширення асортименту та подальшого вивчення каменебарвної сировини проведені дослідження під керівництвом професора П.М. Баранова [4]. Аналіз отриманих даних свідчить, що на території Середньопридніпровського і Приазовського мегаблоків і їх обрамлення є кольорове каміння, яке користується попитом не тільки на внутрішньому, але й на зовнішньому ринках (табл. 1.1). Найбільш перспективними видами каменебарвної сировини, що викликають певний інтерес за декоративними і технологічними показниками є наступні: письмовий пегматит, кольоровий кварц, квардіт і скам'яніла деревина. Всі ці види кольорового каміння південно-східної частини України можуть видобуватися супутньо при відсутності необхідності залучення значних додаткових витрат. Родовища і

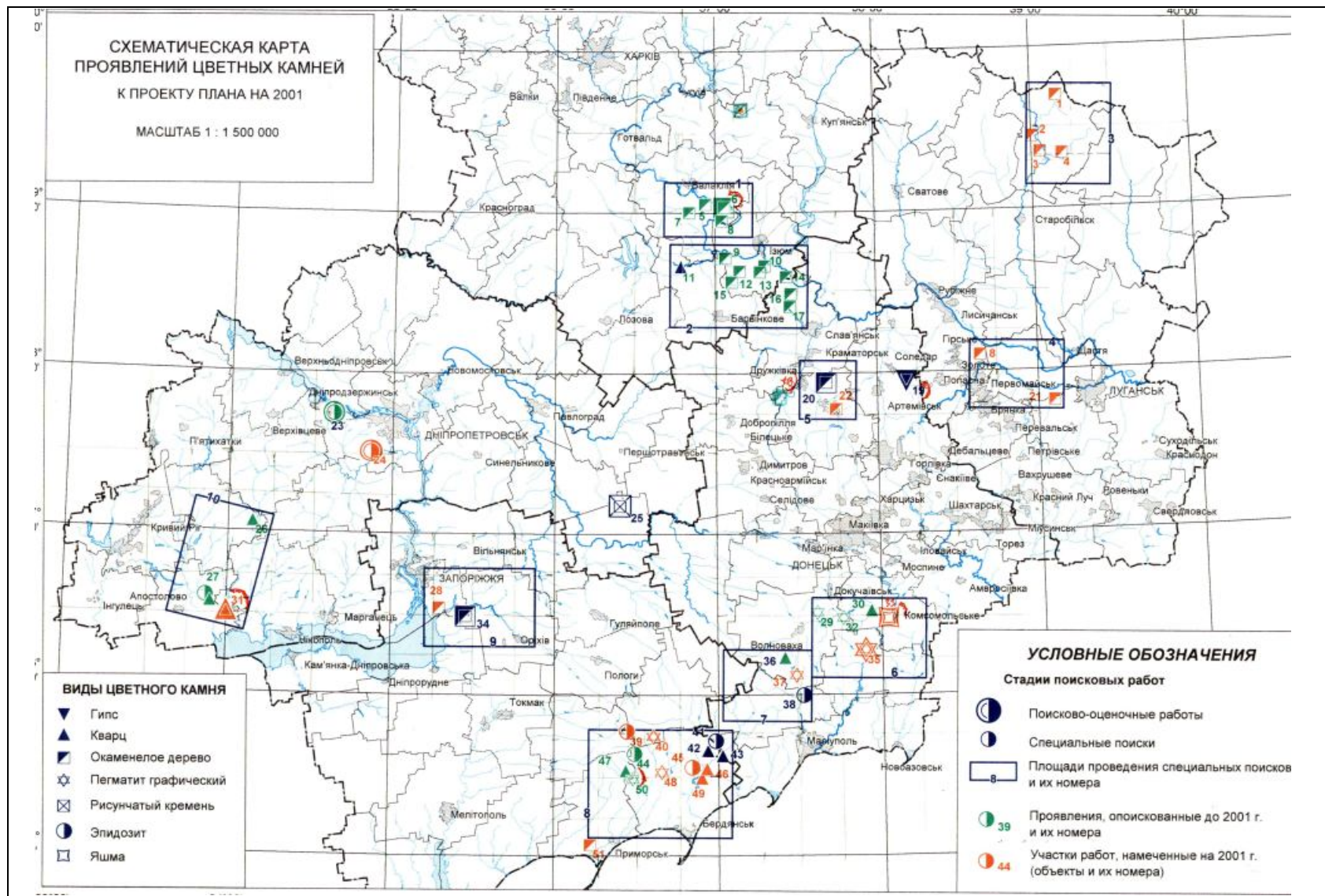


Рисунок 1.1 - Схематична карта проявів каменесамоцвітної сировини східної частини України

Таблиця 1.1 – Родовища (прояви) каменесамощитної сировини південно-східної частини України

Вид сировини	Родовища, прояви	Генетичний тип	Критерії якості	Запаси	Область застосування	Інвестиційна привабливість
Гіпс	Донецька обл.	Хемогенно-осадовий	Текстурний рисунок, колір	100-500 т	Каменерізна	Супутній видобуток
Гнейс	Бельмак-Могила	Метаморфічний	Текстурний рисунок, колір	100-500 т	Каменерізна	Супутній видобуток
Гірський криштал	Рибальське	Гідротермальний	Розміри і форма щіток	Поодинокі знахідки	Колекційна	Супутній видобуток
Джеспіліт, тигрове, котяче, соколине око	Криворізько-Кременчуцький залізрудний район	Метаморфічний, гідротермально-метаморфічний	Текстурний рисунок, колір, потужність хроматичних смуг	Понад 500 т	Каменерізна, ювелірна, колекційна,	Супутній видобуток
Кварц кольоровий	Мар'ївське, Шолохівське	Гідротермально-метаморфічний	Колір, прозорість	Понад 500 т	Каменерізна, ювелірна	Супутній видобуток
Квардіт	Жовторіченське, Правдинське	Метасоматичний	Колір, прозорість	Понад 500 т	Каменерізна, ювелірна	Супутній видобуток
Маріуполіт содалітовий	Жовтневе	Магматичний	Текстурний рисунок, колір	Понад 500 т	Каменерізна, ювелірна	Супутній видобуток
Скам'яніле дерево	Залиманське	Метаморфічний	Форма, прозорість, мінеральний склад, рисунок, колір	Понад 500 т	Каменерізна, ювелірна, колекційна,	Комплексна розробка
Пегматит графічний	Балка Великого Табору, Зелена Могила	Гідротермально-метаморфічний	Текстурний рисунок, колір	Понад 500 т	Каменерізна, ювелірна, геологічний пам'ятник природи	Супутній видобуток
Епідозит	Тритузнінське, Новоніколаївське	Метаморфічний	Текстурний рисунок, колір	Понад 500 т	Каменерізна, ювелірна	Супутній видобуток
Яшма	Донецька обл.	Вулканогенно-осадовий	Текстурний рисунок, колір	100-500 т	Каменерізна, ювелірна	-

прояви досліджуваної каменесамоцвітної сировини розташовані на території південно-східних мегаблоків Українського щита (письмовий пегматит, кольоровий кварц, квардіт) та його обрамлення (скам'яніла деревина).

Письмовий пегматит (синоніми: графічний граніт, єврейський камінь, руніт) – різновид гранітного пегматиту, у якому польовий шпат і кварц, закономірно проростаючи один в одного, утворюють структуру, що нагадує древньоєврейські письмена. Гірська порода «пегматит» (письмовий граніт) здавна використовується як недороге виробне каміння. Пегматитові жили є основним джерелом польових шпатів для керамічної і скляної промисловості.

Жильний кварц традиційно використовується розвиненими країнами як індустріальна сировина. Україна купує дорогий жильний кварц і ще більш дорогі синтетичні кристали п'єзокварцу. Разом з тим, жильний кварц є у надрах, але належним чином не вивчається в якості каменебарвної й технічної сировини і, як наслідок, не використовується [5]. Родовища і прояви жильного кварцу можуть розглядатися як комплексні об'єкти, а декоративні різновиди відбиратися супутньо на діючих підприємствах з видобутку декоративних гранітів, будматеріалів, динасу, керамічної сировини, а у перспективі – технічного кварцу.

Квардіт – новий виробний камінь України – являє собою декоративну суттєво кварц-діопсидову породу Жовторіченського родовища урану, розташованого у північній частині Криворізького залізрудного басейну в однойменній синклінальній структурі. На сьогоднішній день у якості каменесамоцвітної сировини ці породи не вивчались і не оцінювались.

У плановій економіці УРСР скам'яніла деревина не розглядалася як традиційний вид каменесамоцвітної сировини. Однак цей оригінальний кам'яний матеріал був відомий ще асирійцям і древнім римлянам, але не одержав широкої популярності на світовому ринку тому, що досить складний в обробці через свої технологічні властивості (крихкість, низька твердість). Скам'яніле дерево використовується як сировина для авторських

ювелірних виробів. Цінність зразків зв'язана зі своєрідністю форми, рисунка й віком у багато мільйонів років, що цінується колекціонерами [6].

Сьогодні, у період переходу до нових умов господарювання, найбільш значимою є інформація про каменесамодітну сировину як товару: якість, види можливих виробів, область застосування у каменерізній та ювелірній промисловості, вартість сировини та виробів з неї і т.д. Таку інформацію дозволяє отримати методика оцінки кольорового каміння, яку розроблено у Гемологічному центрі Державного ВНЗ «Національний гірничий університет» (Україна, м. Дніпропетровськ).

## 1.2 Обробка каменю в історії

Інтерес людства до природного каміння відомий з глибокої давнини. Світова історія використання кольорового каміння почалася у палеолітичну добу з моменту відокремлення людини з тваринного світу. Людина ще у далекій давнині навчилася підсилювати красу, блиск і сяйво каменів шляхом додаткової обробки, яка у ті часи була нескладною, і як правило, обмежувалась обколюванням і шліфуванням. До освоєння технології досконалого полірування використовувались тільки яскраво пофарбовані непрозорі різновиди каменів – лазурит, бірюза, яшма, жадеїт, кольорові халцедони. У подальшому з каміння робили циліндричні печатки та амулети з малюнками та знаками [7]. Техніка обробки була дуже простою: потрібну форму надавали, оброблюючи камені дрібним кварцовим (фівським) піском або піском із пемзи на камінній нерухомій плиті, а потім наносили малюнки або надписи більш твердим каменем.

У VII в. до н.е. у Давній Греції зародилось мистецтво гліптики – різьблення на камені. Матеріалом для виготовлення гем спочатку були халцедон, яшма, празем, гірський криштал. З цих каменів також вирізували фігурки тварин, богів, людини. У IV в. до н.е. цей вид мистецтва набув найбільшого розвитку, коли почали використовувати багат шарове



кольорове каміння – сардонікс, агат, а потім більш тверде каміння – смарагд, аквамарин, гранат, гіацинт. Геми робилися спочатку вручну, а потім за допомогою нескладного верстата з обертовим різцем [8]. Технологія обробки каменю античного часу (століття заліза) характеризується повсюдним впровадженням залізного інструмента. Він застосовувався на ламанні, при чорновому обтісуванні, розпилуванні, свердлінні, шліфуванні, поліруванні. Як абразив при різьбленні й гравіруванні використався наждак. При виготовленні гем широко застосовувалися алмазні різці.

У східних країнах більшість майстерень працювали на місцевій сировині й привізному абразиві, що надходив з верховий р. Амудар'ї, а з IX століття з Нубійської пустелі й з острова Мадагаскар. Для полірування використали еменський перепалений онікс. Абразивний інструмент являв собою шліфувальники з корундової породи із протертими у камені жолобками овального перетину (Бенгалія), наждакові кола (Сирія, Індія й Далекий Схід). З X століття одержує поширення горизонтально обертове абразивне коло з нанесеним на ньому шаром змішаного на лаку наждаку або піску. Майстри Хорезма, Гази й Рея мали залізні дискові пилки, свердли із загартованої сталі, набори гравірувальних інструментів - залізні дискові різці, трубчасті свердли, штифти, голки з кульками на кінці. У якості ріжучого й гравірувального інструмента використали алмаз. Алмазним порошком «нацьковували» крайки залізних дискових пилок при різанні твердих каменів; кристалом алмаза, закарбованим або запаяним оловом на кінці залізної трубочки свердлили камінь. Виготовленням таких свердлів славилися уйгури. Великі речі обробляли на мірошницьких жорновах, що приводили у рух водою. Для шліфування й полірування використовували кола з різних порід дерева й шкіри.

Значний внесок у розвиток прийомів і знарядь обробки каменю внесли народи Центральної й Південної Америки (ацтеки, майя, ольмеки). Найбільшої досконалості в обробці досягли майя (XV ст. до н.е. - XVI ст. н.е.). В XV-II ст. до н.е. майя робили із кременя, халцедону й обсидіану

різальні інструмент і зброю [9]. Пиляли камінь лучковою пилкою або бамбуковими пилками, використовуючи як абразив кварцовий пісок і нагострений нефрит. Свердлили масивними свердлами із хлормеланіту або порожніми свердлами з бамбука, очерету й пташиних кісток.

У ранньому середньовіччі обробка ускладнюється: камінь спочатку шліфували на плиті із дрібнозернистого пісковика, а потім полірували на свинцевій плиті з вогким цегляним борошном або товченим дрібним гірським кришталем. У цей час навчилися отримувати вироби не тільки з гладкою, але й з опуклою блискучою поверхнею, схожі на сучасні кабошони. У виробках XII-XIII віків найчастіше використовували аметист, гірський криштал, сердолік, смарагд, сапфір, бірюзу. З'являються залізні пили для обробки гірського кристалу.

У XIV-XV століттях у Західній Європі рівень культури і техніки обробки каменю значно виріс і набув промислового характеру. У Брейсгау, а потім Празі, Нюрнбергзі, Ідар-Оберштейні почали працювати «шліфувальні млини» з водяним або ручним приводом. У Чехії застосовувалися канатні дратові пилки, якими розпилювалися моноліти. У XVII-XVIII століттях у Західній Європі кольорові камені почали використовуватися при виготовленні настільних прикрас – скриньок, письмових приборів, статуєток, годинників.

У Індії ще в глибоку давнину було відомо, що шліфовка граней кристалу алмазу дозволяє поліпшити його блиск та вид. Так з'явилась найпростіша огранка – «октаедр». Для отримання більш складної форми сточували одну вершину до утворення пласкої площадки, а потім природні грані алмазу шліфували й полірували [10]. Ця форма огранки була поширена і у Європі до початку XIV століття. В 1456 р. для шліфування алмазу стали застосовувати алмазний порошок, що послужило поштовхом для подальшого розвитку мистецтва обробки дорогоцінних каменів. Порошок наносили на металевий диск, що обертався у спеціальному верстаті для огранювання алмазів. Існує думка, що технологію огранювання алмаза у діамант було

розроблено у 1600 році в Парижі. Однак Е. Брутон вважає, що перші діаманти були виготовлені значно раніше у Венеції В. Перуччі. У 1938 році М. Толковський розрахував «ідеальну» форму огранки діаманта, при якій створюються оптимальні умови для повного внутрішнього відбиття і дисперсії світла в алмазі.

У XVIII столітті у Росії засновані три центри старої російської каменерізної промисловості - Петергоф - Єкатеринбург - Коливань. Протягом більше двохсот років фабрики були базою розповсюдження культури каменю, школою художників і майстрів.

У XIX столітті у масовому каменерізному виробництві в основному застосовувалися найпростіші прийоми виготовлення - каменеклейні форми із використанням кам'яної «фанери», флорентійська мозаїка.

Значно змінилася технологія обробки кольорового каменю у 50-х рр. XX століття: широко використовуються ультразвукові пристрої й прогресивний алмазний інструмент, що дозволяє вдосконалити такі трудомісткі процеси, як різання, свердління, формоутворення, шліфування й полірування виробів.

Каміння завдяки своїй витривалості та стійкості є носієм елементів культури різних народів і застосовується на всіх етапах історії матеріальної культури країн і народів миру, особливо широко в архітектурі, скульптурі, декоративно-прикладному і ювелірному мистецтві [11, 12]. Впродовж тисячоліть спостерігалася певна тенденція: спочатку окремий вид каміння включався в практику людини, розвивалися технології обробки, а згодом камінь ставав сировиною для розвитку мистецтва. Насамперед використовувалися м'які й легкі в обробці камені (антофіліт, мармур, гіпс тощо), а з розвитком технологій обробки зростала увага до більш твердого каміння як сировини для виготовлення прикрас, декоративно-оздоблювальних і художніх виробів. Поступово від яскравих необроблених каменів, примітивного намиста і амулетів, освоюючи різьблення по каменю, людство прийшло до огранювання самоцвітів і сучасному виробництву прикрас із застосуванням шляхетних металів.

Приклади чудово виконаних ювелірних прикрас і каменерізних виробів колишніх часів і сьогодні використовують сучасні майстри у своїх добутках. Аналіз інформації про технології обробки каменю в історії його освоєння показує, що для кожного виду самоцвітів існують оригінальні прийоми виявлення природної краси каменю. Визначення раціональної технологічної схеми обробки – знаходження механізму розкриття природної краси каменебарвної сировини у декоративно-художніх і ювелірних виробках.

Поява нових технологій і матеріалів дозволяє вдосконалювати існуючі схеми обробки для вже відомих, і розробляти сучасні для нових видів каменю, що з'являються на ринку кольорового каміння.

### 1.3 Гемологічна оцінка якості сировини і родовищ (проявів)

При оцінці родовищ і проявів всіх видів каменесамецвітної сировини головним питанням є визначення декоративно-художніх і технологічних властивостей, що обумовлюють її сортність (групи якості). Кольорове каміння, у залежності від якості, застосовується у різних областях ювелірного і каменерізного виробництва, або використовується як цінна технічна сировина [13, 14, 15]. Кожний зразок коштовного і кольорового каменя є індивідуальним за властивостями і має власну ціну, що складається з багатьох показників і, в першу чергу, з органічного поєднання форми, забарвлення (його насиченості і розподілення), технологічних особливостей.

Методи оцінки різних видів КСС розроблено у неоднаковій мірі. Це пов'язано з різним рівнем вивченості геологічної будови родовищ (проявів), украй нерівномірним характером розподілу сортової сировини, а також відсутністю чітких методологічних підходів і критеріїв оцінки якості конкретного виду кольорового каменя [16, 17]. Багаторічна практика використання алмазів дозволила визначити практичну класифікацію діамантів GIA, що налічує 11 груп якості, які обумовлюють порівняльно плавний перехід від чистих діамантів до порочних, а, отже, і відносно плавну

зміну цін. Вартість діамантів залежить від маси каменя, його кольору і виду огранювання. Ці показники визначають сортність алмазів.

Кольорове каміння є стабільною компонентою економіки розвинених країн і приносить відчутний прибуток [18, 19]. Найбільший дохід одержують держави, що використовують вітчизняні мінерально-сировинні ресурси, менший – ті, що експортують сировину для подальшої переробки і виготовлення виробів. У основному законодавчому документі України про каменесамоцвітну сировину від 18 листопада 1997 року «Про державне регулювання видобутку, виробництва і використання дорогоцінних металів і коштовних каменів і контроль операцій над ними» всі види каменесамоцвітної сировини, що вивчаються, відносяться до напівкоштовного каміння другого порядку. Проте ні в основному Законі, ні у подальших законодавчих документах не визначено вимоги до їх якості і критерії оцінки. Згідно з постановою Міністерства фінансів України від 3 січня 2002 року в Україні відмінено ГОСТи, ОСТи колишнього Радянського Союзу для каменесамоцвітної сировини. Замість них пропонується атестація сировини конкретного об'єкту, що здійснюється його власником. Сьогодні вимоги промисловості до якості більшості видів кольорового каменю не розроблено, що унеможлиблює надання їм об'єктивної характеристики і виявлення основних напрямів найбільш ефективного використання.

Методи оцінки якості кольорового каменя специфічні і відрізняються від оцінки інших видів мінеральної сировини. Особливість методологічного підходу до оцінки каменесамоцвітної сировини визначається тим, що область її вживання знаходиться у мистецтві. Тому оцінка кольорового каміння – це насамперед визначення якості каменя стосовно використання його в ювелірному і декоративно-прикладному мистецтві, архітектурі. Вартість сировини формується у певній послідовності при виготовленні виробу: дизайн – товар (виріб) – ринок. Краща реклама сировини і основний чинник формування її ціни – виготовлення високохудожніх ексклюзивних виробів [20]. Якщо є ринок конкретного виду кольорового каменю – можна

одержувати прибуток за рахунок продажу сировини. Тому головним етапом просування товарної продукції з кольорового каменя на ринок є дизайн, що закладає попит при влучно знайденому оригінальному рішенні. Сталий попит формує і підвищує вартість сировини. Вартість та обсяг споживання виробів із каменю залежні від асортименту та дизайну товару на ринку, економічного стану держави, моди і особливостей культури народів.

Методика гемологічної оцінки самоцвітів, яка розроблена у Гемологічному центрі Державного ВНЗ «Національний гірничий університет», дозволяє визначити алгоритм оцінки каменебарвної сировини як матеріалу для виготовлення виробів. Для певних видів кольорового каміння проведено комплекс досліджень: виявлення властивостей, що впливають на художні достоїнства виробів; вироблення дизайнерських рішень; встановлення технологічних етапів обробки. У процесі експериментальних робіт виготовлено декоративно-художні й ювелірні вироби самого різного рівня, що уможливило встановлення критеріїв оцінки якості цих видів кольорового каміння. Критеріями оцінки якості кольорового каменя є його властивості - декоративні й технологічні. Перші визначають художні достоїнства і деякі естетичні нюанси потенційних виробів, другі – технологію їх виготовлення. У деяких випадках на якість сировини позитивно впливають включення чужорідних мінералів і вміщувальних порід, оскільки іноді вони додають особливу оригінальність самоцвітам (пейзажні картини), або надихають на виготовлення оригінальних авторських виробів.

Кожне родовище і прояв каменесамецвітної сировини є унікальним, що обумовлює індивідуальний підхід до питань пошуків, розвідки, геолого-економічної оцінки і розробки. Геологічні дані є базовими при розробці бізнес-планів по освоєнню родовища (прояву) та впливають на вартість видобутої сировини. При геолого-гемологічній оцінці родовищ (проявів) слід враховувати виняткову своєрідність кольорового каміння як товару. Гемологічний об'єкт каменесамецвітної сировини (прояв, родовище) набуває

інвестиційну привабливість при розрахунку вартісної оцінки асортименту виробів, виготовлених з сировини даного родовища (прояву).

Підготовка об'єкту каменесамощвітної сировини до промислового освоєння та надання йому інвестиційної привабливості передбачає всебічне вивчення каменесамощвітної сировини в якості матеріалу для ювелірних та художньо-каменерізних робіт (Баранов, 2004, 2005, 2006, 2007). Актуальна проблема комплексного і раціонального використання мінеральних ресурсів на діючих гірничорудних підприємствах, яка стоїть перед наукою та виробництвом, повинна отримати нове рішення у рамках економічної ситуації у країні.

#### 1.4 Методика оцінки якості каменебарвної сировини (Гемологічний центр Державного ВНЗ «Національний гірничий університет»)

Розробка сучасних вимог до визначення якості і області вживання кожного окремого виду кольорового каміння дозволить позиціонувати сировину і вироби з неї як товар, що є дуже актуальною задачею при ринкових умовах господарювання. Методика гемологічної оцінки каменесамощвітної сировини, що розроблена в 1999-2002 рр. в Гемологічному центрі ДВНЗ «Національний гірничий університет», є результатом всебічного вивчення багатьох видів вітчизняного кольорового каміння [20]. Основні етапи дослідження:

- 1) визначення розмірів, форми зразка і його декоративних і технологічних властивостей;
- 2) дизайн (встановлення видів виробів, що максимально розкривають природну красу каменя);
- 3) складання технологічних карт виготовлення виробів;
- 4) вартісна оцінка сировини і виробів з нього.

Апробація методики дозволила встановити критерії оцінки якості для таких видів вітчизняного каменю, що видобуваються попутно:

- джеспіліт – розміри і форма зразка, тріщинуватість, вид текстурного рисунка та його контрастність, колір текстурних елементів;
- епідозит – розміри і форма зразка, тріщинуватість, забарвлення текстурного рисунка;
- агати Рафалівського родовища базальтів – текстурне забарвлення, форма, розмір та збереженість мигдалин.

Результати визначення вартісних показників для декоративних різновидів червоносмужкуватих джеспілітів, які було відібрано на Горишньоплавнинському родовищі (Полтавський ГЗК), впроваджено у практику виробничих робіт КП «Південургеологія» (акт впровадження від 05.12.2002).

Методика постійно уточнювалась та верифікувалась на нових видах кольорового каміння. Вдосконалення методики, яка має стати науково-практичною основою сучасної гемології, базується на новітніх положеннях теорії обробки матеріалів та узагальненні результатів експериментальних даних. Системний підхід до вивчення сировини забезпечив ефективне розв'язання проблеми. У даний час алгоритм гемологічної оцінки з визначенням критеріїв якості відображено у наступних етапах.

I. Встановлення принципової можливості використання конкретного виду кольорового каміння як каменебарвної сировини. Результатом аналітико-експериментальних досліджень цього етапу є визначення ступеню тріщинуватості каменю та його здатності приймати дзеркальне полірування. Ці показники мають вирішальне значення при встановленні можливості виготовлення виробів з будь-якої каменебарвної сировини.

II. Визначення декоративних властивостей каменю: прозорість, колір і рисунок. У результаті встановлюється область вживання та група каменебарвної сировини (ювелірна, ювелірно-виробна, виробна, колекційна).

Для кожного виду каменя існує своя шкала виміру якості й критеріїв її оцінки. Кінцевою метою розробленої методики є виявлення економічно вигідних напрямів використання каменебарвної сировини. Оцінка сировини у



т.ч. вартісна слугує одним із найважливіших інструментів впливу на розвиток вітчизняного ринку кольорового каміння і виробів з нього. Вартість та обсяг споживання залежні від асортименту товару на ринку, особливостей культури народів, економічного стану держави, моди та смаків.

Методика Гемологічного центру Державного ВНЗ «Національний гірничий університет» спрямована на вирішення проблеми забезпечення раціонального та комплексного використання каменебарвних сировинних ресурсів, а також подальшого вивчення каменесамоцвітної та ювелірної сировини з метою розширення її асортименту і розвитку вітчизняної високотехнологічної каменеобробної та ювелірної промисловостей.

## 2 ГЕОЛОГІЧНА ПОЗИЦІЯ КОЛЬОРОВОГО КАМІННЯ

### 2.1 Письмовий пегматит

Кам'яний матеріал декоративних різновидів письмового пегматиту відібраний на відслоненнях Середньопридніпровського (Дніпропетровське, Сурсько-Михайлівське, Запорізьке поля) та Приазовського (Єлисеївське поле, родовища Зелена Могила і Балка Великого Табору) мегаблоків УЩ, а також з керну свердловин. Пегматити цих полів відносяться до слюдоносно-керамічної формації кальцій-натрієво-калієвого (безрудного) геохімічного підтипу.

Середньопридніпровський і Західноприазовський мегаблоки складають Східноукраїнську пегматитову область та характеризуються близькими особливостями розвитку, що значною мірою проявляється у розвитку гранітного магматизма й формуванні пегматитових полів [21]. У будові зазначених мегаблоків відповідно два і три структурні поверхи, сформовані у відповідні етапи розвитку регіону й пов'язані в єдину купольно-трогову систему. Визначальну роль у будові зазначеної системи відіграють наступні комплекси: гнейсово-кристалосланцево-амфіболітовий; плагіограніт-мігматитовий; зеленокам'яний та інтрузій плагіогранітів і двопольовошпатових гранітів. Встановлено зв'язок процесів гранітоутворення і пегматитоутворення з трьома етапами формування структури пегматитової області.

Процес гранітоутворення першого періоду розвитку області пов'язаний з процесами ультраметаморфізму. У гранітах (особливо дніпропетровського комплексу) пегматити утворюють серії субзгідних, рідко січних жил і шліроподібних виділень, представлених високотемпературними слабо диференційованими без характерних для інтрузивних пегматитів дрібнозернистих контактних зон відмінами керамічних пегматитів ультраметаморфічного походження. Їх тіла складено слабо

диференційованими кварц-олігоклазовими, кварц-мікроклін-олігоклазовими, кварц-мікроклін-(альбіт-олігоклазовими) пегматитами з біотитом і мусковітом та невеликим вмістом акцесорних мінералів (монацит, циркон). Зональність тіл зазвичай відсутня, або вирізняються декілька зон: аплітова, письмового граніту, пегматоїдна, блокового кварцу та мікрокліну.

Процес гранітоутворення другого періоду розвитку області пов'язаний із процесами ультраметаморфізму. Існуючі дані вказують на відсутність протягом другого періоду великих масштабів ультраметаморфічного пегматитоутворення.

Гранітоутворення зеленокам'яного періоду (третій період) у Середньому Придніпров'ї та Західному Приазов'ї проходило локально з поступовим розкисленням магм і формуванням багатофазних гранітних інтрузій. У контактівні зони зеленокам'яних структур та у вулканогенно-осадову товщу укорінюються інтрузії двослюдяних і сублужних ортвмісних гранітів мокромосковського, токівського комплексів середнього Придніпров'я та краснокутських, салтичанських гранітів Західного Приазов'я, які характеризуються наявністю різко вираженої акцесорної рідкіснометалевої та рідкісноземельної мінералізації. Цей етап відзначається формуванням основної маси рідкіснометалевих пегматитів у межах трогових структур. Пегматитові поля, пов'язані з породними асоціаціями третього поверху, найбільш диференційовані за мінеральним складом, характером зональності окремих тіл, геохімічною та рудною спеціалізацією.

У основу класифікації пегматитів С.Г. Шавло (1984) покладено комплекс рудно-мінеральних, текстурних, парагенетичних, мінералогічних і геохімічних ознак. Згідно з цією класифікацією серед пегматитів УЩ виділяються 6 формацій і підформацій: рідкіснометалічна, рідкіснометалічно-слудоносна, рідкіснометалічно-рідкісноземельна, рідкісноземельна, слудоносно-керамічна і хрусталеносна.

На території Середньопридніпровського мегаблоку виділено 7 пегматитових полів: Комендантівське, Деріївське, Базавлуцьке,

Дніпропетровське, Сурсько-Михайлівське, Запорізьке і Томаківське. Найбагатший на пегматити Приазовський мегаблок, де відомі 19 пегматитових полів: Єлісеївське, Андріївське, Токмачанське, Салтичанське, Родіонівське, Федорівське, Куйбишевське, Мануїльське, Катеринівське, Кам'яномогильське, Малоянісольське, Берестовсько-Темрюцьке, Волноваське, Октябрьське, Кальміуське, Грузько-Єланчинське, Валі-Тарамське, Анадольське і Павлопільське. Райони переважного розвитку керамічних і слюдоносно-керамічних пегматитів знаходяться у межах Приазовського (Єлісеївське, Андріївське, Родіонівське, Федорівське та ін. поля) і Придніпровського (Дніпропетровське, Запорізьке, Базавлуцьке, Томаківське та ін. поля) мегаблоків.

Найякісніша декоративна сировина відібрана у межах Єлісеївського пегматитового поля, розташованого на правому березі р. Обиточної і на обох берегах р. Чокрак, приуроченого до антиклінальної складки, утвореної гнейсами і мігматитами західно-приазовської серії, плагіогранітами шевченківського і діоритами обиточненського комплексів, і витягнутого у субмеридіональному напрямку [22]. Поле представлено декількома самостійними родовищами: Зелена Могила, Дальня Камчатка, Нижня Камчатка, Балка Глибока і Балка Великого Табору.

Група пегматитових жил родовища Балка Великого Табору розташована в 2 – 2,5 км на схід від с. Єлісеївка, на вододілі між балкою і р. Чокрак (рис. 2.1). Ділянка входить до складу Єлісеївської групи пегматитових родовищ, які є основною складовою частиною Західно-Приазовського пегматитового поля. Найпотужніші жили розташовані у північній частині балки і мають ПнЗ простягання. Довжина найбільшої з них – 630 м, потужність – 40-50 м, інша жила при потужності 50-57 м протягується на 605 м, третя – на 400 м при ширині 2 – 75 м.

Родовище Зелена Могила до теперішнього часу повністю відпрацьоване (кар'єри затоплені), знаходиться на правому березі р. Чокрак, на південно-східній околиці с. Єлісеївка (рис. 2.2). На родовищі налічувалось близько

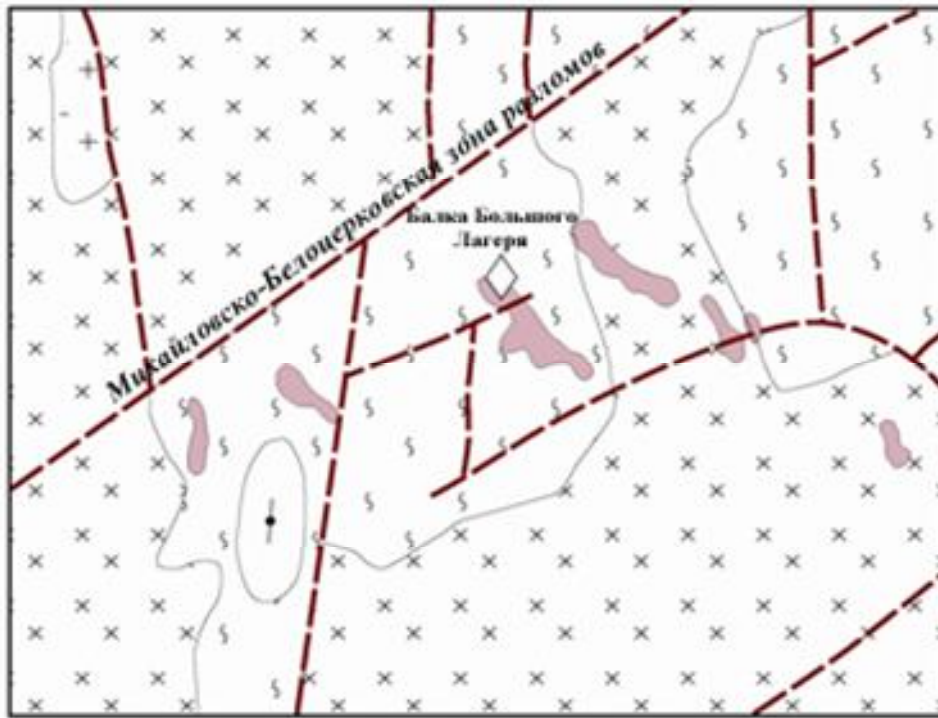


Рисунок 2.1 – Схематична геологічна карта ділянки Балка Великого Табору (М 1:200 000)



1 – граніти біотитові двослюдяні; 2 – мігматити, гранодіорити, граніти; 3 – мігматити різного складу; 4 – гнейси та сланці біотит-амфіболові; 5 – пегматитові жили.



Рисунок 2.2 – Відслонення письмового пегматиту ділянки Зелена Могила

15 пегматитових і аплітових жил (I-IV найкрупніші: потужність 20-90 м, довжина 90-400 м). У стінках кар'єрів зараз можна спостерігати жили письмового пегматиту потужністю 1,5-3 м. Вміщувальні породи представлені амфіболітами і мігматитами, що залягають і тягнуться у ПнПнС і субмеридіанальному напрямках.

## 2.2 Кольоровий кварц

У південній частині Східноєвропейської платформи розташована Українська кварценосна провінція [23], у межах якої докембрійські безрудні кварцові жили пов'язані з гранітоїдами УЩ, а більш пізні гідротермальні жили – з осадово-метаморфізованими палеозойськими відкладами Донбасу. Вся територія провінції поділена на поля, в які об'єднані площі розвитку близьких за віком кварцвмісних об'єктів, генетично пов'язаних з породами певного комплексу. Згідно з геологічним районуванням території провінції виділено шість полів підвищеної концентрації кварцвмісних об'єктів [24].

Кам'яний матеріал декоративних різновидів кварцу відібраний у межах Середньопридніпровського мегаблоку на відслоненнях Токівського гранітного масиву (граніти, гнейсо-мігматити), тектоно-метасоматичних зон (тектоніти) та Приазовського мегаблоку (Єлисеївське пегматитове поле), а також з керну свердловин.

У межах Середньопридніпровського мегаблоку УЩ знаходиться Апостолівське поле з підвищеною концентрацією кварцових жил, пов'язаних з архейськими плагіогранітоїдами дніпропетровського, сурського і гранітами токівського комплексів. У центральній частині Токівського гранітного масиву, розташованого між східною границею Широківської і Чертомликською ЗС, знаходиться Токівське родовище гранітів, де видобувається високоякісний облицювальний камінь червоного кольору з порфіроподібними вкрапленнями калієвого польового шпату та невеликими дрібнозернистими шліровими виділеннями апліту. За складом граніти масиву

неоднорідні, у них відмічені значні релікти більш древніх плагіогранітів, у різний ступінь перероблених. Крім нормальних гранітів присутні сублужні. Досліджені такі прояви кольорового кварцу у гранітах: Токівське-Яма, Токівське-Південне (жили сірого кварцу потужністю до 0,3 м у червоних гранітах), Токівське (жили буро-червоного кварцу потужністю до 1 м у ясно-рожевих гранітах) і Токівське-Водопад (жили рожевого кварцу потужністю до 0,35 м у рожевих гранітах). Жили орієнтовані у північному напрямі та відслідковані по простяганню на десятки метрів (рис. 2.3, 2.4). На ділянці Токівське-Яма видобувають найкращі по забарвленню яскраво-червоні граніти, які розсікаються жилами прозорого та напівпрозорого ясно-сірого іноді з фіолетовим відтінком кварцу. Кварц жил потужністю 3-5 см надає особливу декоративність граніту, але як самостійна сировина може використовуватися обмежено.

Найбільш крупними жилами кольорового кварцу у гнейсо-мігматитах є Шолохівська і Усть-Кам'янська з приблизно однаковою якістю кварцу. Шолохівська жила рожевого кварцу залягає у докембрійських кварц-цоїзит-роговообманкових породах [25]. Залягання жили згідне з вміщувальними породами, має близьке до широтного простягання і круте падіння (азимут падіння на південний захід  $300^\circ$ , кут падіння  $70^\circ$ ). Потужність жили складає 12-14 м, довжина по простяганню - 183 м. Центральну частину жили (завтовшки 5 м) складено рожевим кварцом, а зальбанди – білим або сірим (рис. 2.5). Всі кольорові різновиди кварцу мають щільну афонітову структуру з добре вираженою верстуватістю, орієнтованою паралельно зальбандам.

Усть-Кам'янська кварцова жила має простягання  $290^\circ$ , кут падіння  $80^\circ$ , довжина жили складає 80 м. Кварц напівпрозорий, скляноподібний з різноманітним забарвленням: сірим різних відтінків, рожевим і бурим.

У геологічному відношенні ділянка Мар'ївська входить до складу північної частини Токівського гранітного масиву Середньопридніпровського мегаблоку (рис. 2.6). Кварцова жила потужністю 10 – 15 м простежена по



Рисунок 2.3 – Жила буро-коричневого кварцу Токівського прояву



Рисунок 2.4 – Жила рожевого кварцу (с фіолетовим відтінком) прояву Токівське-Водопад





Рисунок 2.5 – Жила кольорового кварцу Шолохівського прояву



Рисунок 2.6 – Відслонення кольорового кварцу Мар'ївського прояву

простяганню на 600 м від околиці с. Токівське до р. Кам'янка. Азимут її простягання  $300^{\circ}$ , кут падіння – близький до  $90^{\circ}$ . Вміщувальними породами є рожево-червоні апліто-пегматоїдні граніти (іру).

Гранітні пегматити з жилами кольорового кварцу залягають серед мігматитів, амфіболітів та гнейсів різного складу. Вони утворюють пластові тіла і жили, що контролюються тріщинами (рис. 2.7). Скупчення кольорового кварцу пов'язані також з кварцовими ядрами у пегматитових тілах з хорошою диференціацією. Вони зустрічаються у гранітних пегматитах всіх формацій. Вважається, що кварцове ядро сформувалось безпосередньо з пегматитового розплаву у вигляді суттєво прозорих блоків, які в подальшому зазнали грануляцію і були замутнені вторинними газопо-рідинними включеннями [26]. Рожевий кварц звичайно знаходиться у частково перекристалізованих місцях кварцових ядер, складаючи 5-10% їх об'єму.

У межах Середньопридніпровського мегаблоку відомо понад 10 великих проявів метасоматично змінених (епідотизовані гранітоїди і мігматити архею) порід, що локалізуються у Дніпровському тектонічному блоці та тяжіють до зони Дніпродзержинського і опіряючих розламів. Зони тектонічно-метасоматичної переробки вихідних порід мають різну орієнтацію, неоднаковий ступінь інтенсивності проявлення і різний вік. Гідротермально-метасоматичний кварц у масиві таких порід утворює ядерні частини кварц-мікроклінових жил, а більш пізній проявляється у виді січних жил та прожилків (рис. 2.8). Вивчено жильний кварц Тритузненського прояву (рис. 2.9), де кварц в тектонітах представлений по рисунку мілонітом, брекчієподібним, прожитковим і контактним різновидами, а по кольору – сірим, молочно-білим і синьо-чорним різновидами.

Систематизація та аналіз геологічної інформації на території досліджень (Середньопридніпровський і Приазовський мегаблоки УЩ) дозволили визначити генетичні типи жильного кварцу, що перспективні як каменесамоцвітна сировина (табл. 2.1). Генезис визначає масштаби проявів, структурно-текстурні особливості, наявність і кількість мінеральних і газопо-



Рисунок 2.7 – Жили сірого кварцу у пегматитах прояву Зелена Могила



Рисунок 2.8 - Січні жили молочно-білого кварцу й гнізда кварц-мікроклінового складу Тритузненського прояву

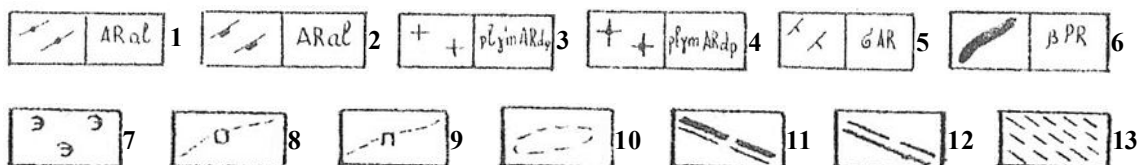
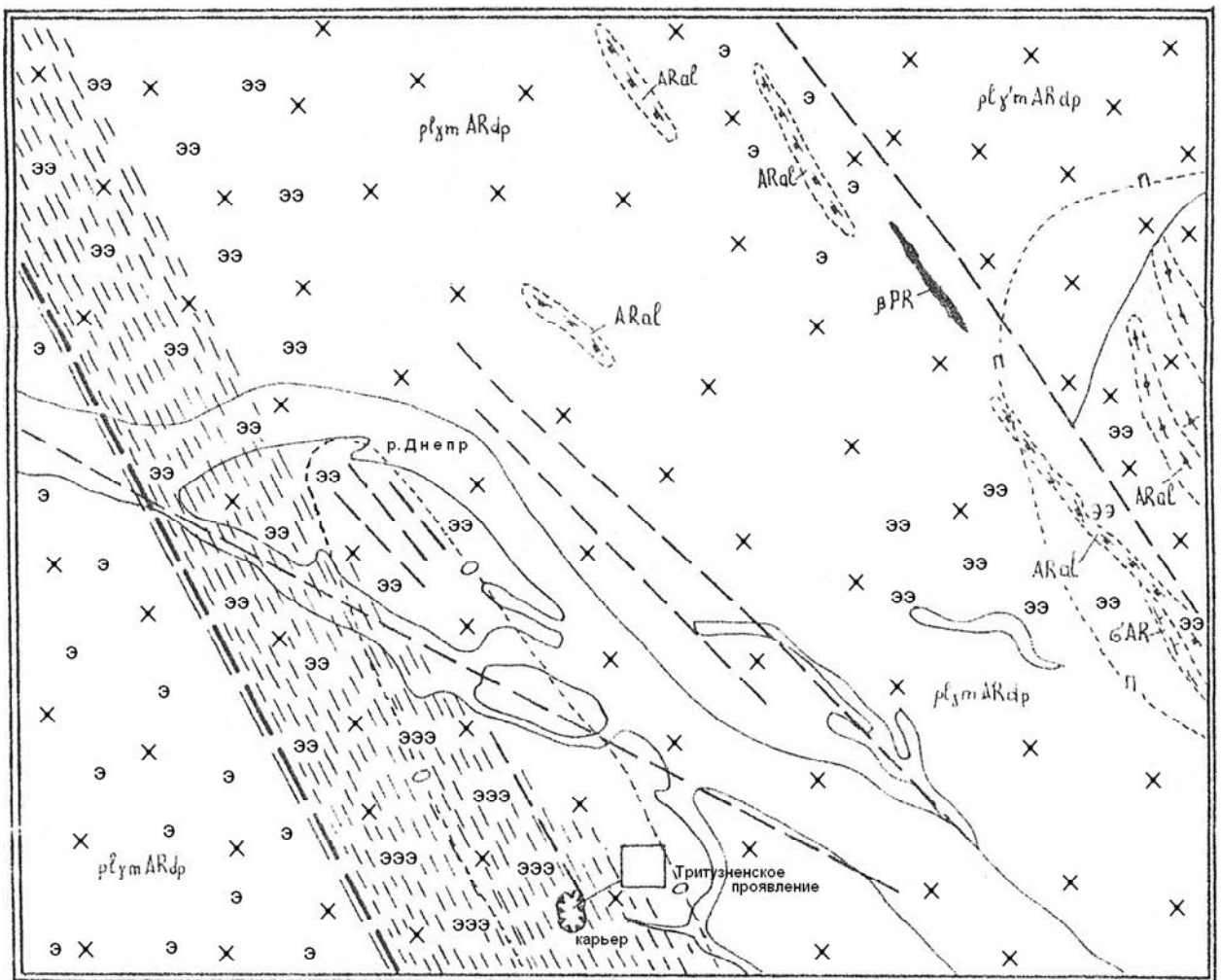


Рисунок 2.9 – Схематична геологічна карта району Тритузненського прояву (по Ю.Д. Шковирі).

Умовні позначення: 1 – гнейси і біотит-роговообманкові кристалічні сланці (аульська серія); 2 – амфіболіти з малопотужними прошарками магнетит-амфібол-плагіоклазових, магнетит-піроксен-роговообманкових, кварц-піротин-магнетитових гнейсів; 3 – плагіограніти і плагіомігматити біотитові (дніпровський комплекс); 4 – плагіограніти і плагіомігматити біотит-роговообманкові з частими реліктами амфіболів, ділянками мікроклінізовані; 5 – інтрузивний комплекс, змінені ультраосновні породи: серпентиніти і тальк-хлорит-карбонатні породи; 6 – дайковий комплекс, діабазити; 7 – епідотизація; 8 – окварцовування; 9 – піритизація; 10 – передбачувані геологічні границі; 11 – глибинний розлам; 12 – локальні і опірляльні розлами (передбачувані й достовірні); 13 – зони підвищеної тріщинуватості.

Таблиця 2.1 - Генетичні типи докембрійських кварцових жил південно-східної частини УЩ

Вміщувальні породи	Генетичний клас	Форма і потужність кварцових тіл	Декоративні різновиди	Родовища (прояви)
Граніти	Гідротермально-метаморфогенний	Жили потужністю до 30 см	Буро-коричневий, рожевий (с фіолетовим відтінком), червоний	Токівське-Південне, Токівське-Яма, Токівське, Токівське-Водопад
Гнейсо-мігматити	Гідротермально-метаморфогенний	Жили потужністю до 18 м	Рожевий, жовтий, ясно-зелений, концентрично-зональний (арбузний), плямистий	Шолохівське, Мар'ївське, Усть-Камінське, Скліяна Гора
Пегматити	Пегматитовий	Ядерний, блоковий, потужністю до 6 м; жили потужністю від 0,2 до 10 м	Молочно-білий, ясно-сірий (льодистий), димчастий, ясно-рожевий	Зелена Могила, Балка Великого Лагеря, Морвінське, Староласпінське
Тектоніти (тектоно-метасоматичні зони)	Гідротермально-метасоматичний	Жили потужністю від 0,3 до 3 м; шари потужністю від 0,2 м (мілоніт)	Сірий, молочно-білий, ясно-рожевий, мілоніт, брекчієподібний (абстрактний), контактний (пейзажний)	Тригузнінське, Новоніколаївське 1,2, Дібровське, Діївське

рідинних включень, тріщинуватість, і таким чином – спосіб видобутку, декоративні й технологічні властивості кварцової сировини.

### 2.3 Квардіт

Кам'яний матеріал декоративних різновидів квардіту відібраний у керні свердловин Жовторіченського родовища, яке в тектонічному відношенні знаходиться у північній частині Криворізького залізрудного басейну і належить до однойменної синклінальної структури (рис. 2.10). Родовище розташоване у Центральному блоці, що обмежений з півночі поперечним Ольховським розламом, а зі сходу і заходу Данілівським та Осьовим розламами.

У геологічній історії формування палеопротерозойської Жовторіченської структури виділено два етапи анорогенної ендегенної активізації: перший мав місце біля 2,0, а другий – біля 1,8 млрд. років тому [27]. З першим етапом у межах Жовторіченського родовища було пов'язане формування рідкіснометалевих суттєво калієвих сублужних гранітоїдів, а з другим – урано-рідкіснометалевих натрових метасоматитів. У будові Жовторіченської структури приймають участь породи криворізької серії, що метаморфізовані в умовах епідот-амфіболітової фації метаморфізму. Породи цієї серії утворюють симетричну ізоклінальну складку з крутим падінням крил на схід та на захід. Шарнір складки заглиблюється на північ під кутом від 60 до 75°, а на глибині біля 1,5 км набуває зворотного нахилу. Структура ускладнена також розривними порушеннями.

У межах Жовторіченської структури метаморфічні породи складають чотири стратифіковані товщі, що за складом цілком зіставляються з відповідними світами криворізької серії: новокриворізькою, скелеватською, сакса ганською та гданцівською. Розбіжність у петрографічному складі порід Криворізької і Жовторіченської структур пов'язана насамперед з розходженнями, що обумовлені більш пізніми, щодо часу седиментації,

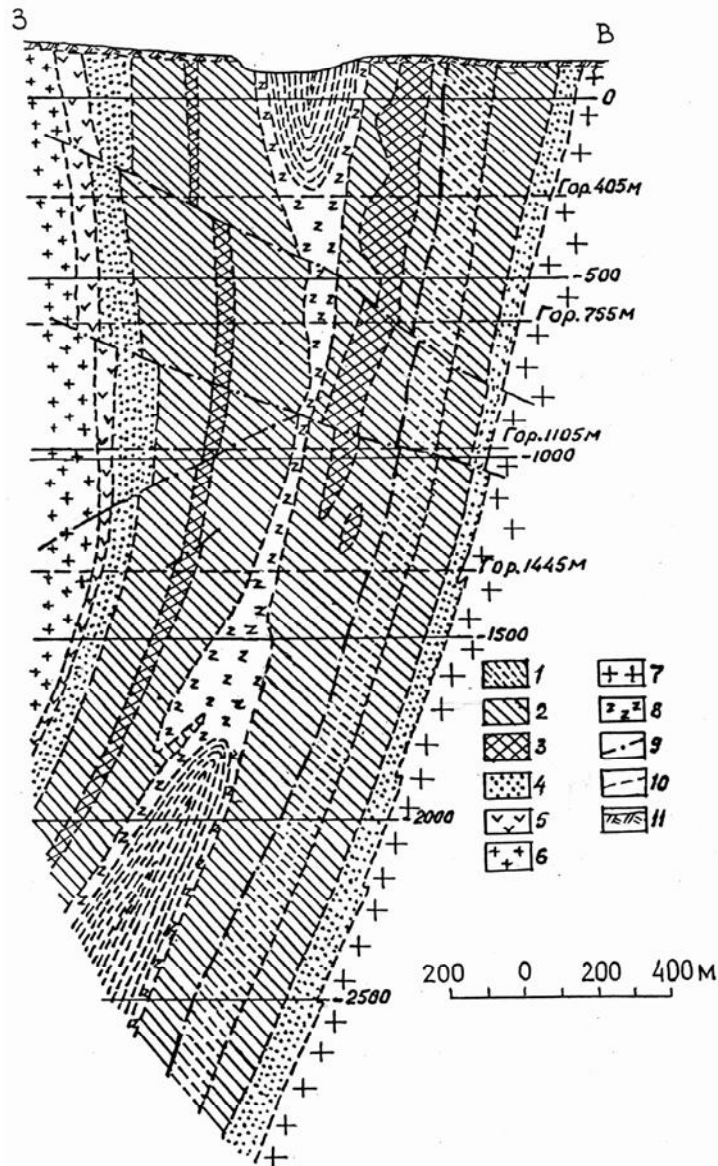


Рисунок 2.10 – Схематичний геологічний розріз центральної частини Жовторіченського родовища [27].

1- гданцівська світа; 2 – саксаганська світа; 3 – залізна руда; 4 – скелеватська світа; 5 - новокриворізька світа; вміщувальні архейські гранітоїди: 6 – двопольовошпатові, 7 – плагіоклазові; 8 – рудоносні метасоматити; 9 – розриви; 10 – контакти; 11 – ґрунтовий шар.

процесами метаморфічної та метасоматичної переробки вулканогенно-осадових товщ. Самим раннім з цих процесів, що значно інтенсивніше проявився у Жовторіченській структурі, є процеси ін'єкційної гранітної мігматизації та окварцювання похідних порід. Їх наслідки достатньо рельєфно спостерігаються серед вулканогенних відкладів нижньої товщі Жовторіченської структури, яка стратиграфічно відповідає новокиївській світі. Проявлені вони також і у відкладах залізорудної товщі, що відповідає осадовим відкладам саксаганської світи. Саме з процесами окварцювання і супутньої декарбонатизації первинних суттєво карбонатних порід, за ствердженнями деяких дослідників, пов'язане утворення у межах верхньої товщі Жовторіченської структури (аналог гданцівської світи) пачок тремоліт-діопсидових кварцитів, що не мають загального поширення, як пачки доломітів, а час від часу заміщуються у розрізі кварц-біотитовими графітвміщувальними сланцями.

Діопсидові кварцити (квардіти) розташовані у межах об'єднаної гданцівської і глеєватської світ, яку називають верхньою. Породами цієї світи, яка залягає на відкладах саксаганської світи без наочної незгідності, складено ядро Жовторіченської синкліналі. За складом порід верхня світа може бути розділена на дві підсвіти: нижню (карбонатно-кварцеву) і верхню (сланцеву). Перша, з деяким спрощенням, складена переміжними дев'ятьма горизонтами – п'ятьма горизонтами доломітових мармурів и трьома горизонтами кварцитів. Між першим і другим доломітовими горизонтами залягає пласт актинолітових сланців. У кровлі четвертого доломітового горизонту виділено пачку кварц-біотитових сланців потужністю до 20 м.

Квардіти всіх трьох горизонтів мають близький мінеральний склад (в %): кварц (60-90), діопсид (10-40), тремоліт (0-15), доломіт (0-10). На ділянках, де проявився пізній метасоматоз, у складі породи з'являється егірін (акміт), рибекіт, апатит, магнетит. Потужність квардітових горизонтів коливається у різних частинах родовища від 10-15 до 100-150 м, по падінню вони відслідковуються більш як на 1,5 км.



Більшість дослідників розглядають діопсидові квардіти як метасоматичні утворення, та поки що немає повної ясності у відношенні мінерального складу порід, що заміщалися квардітами. У останній час квардіти встановлено також на Пролетарському залізорудному родовищі.

#### 2.4 Скам'яніле дерево

У східній частині України встановлено близько 17 проявів окам'янілої деревини (рис. 2.11), які відносяться до різного за віком і літологічному складу породам і розташовані у геологічних структурах: Дніпрово-Донецька западина, Донецька складчаста область, зона зчленування Дніпрово-Донецької западини з Донецькою складчастою областю, Український щит.

У межах досліджуваного регіону окам'яніле дерево встановлено як серед пірокластичних, так і серед піщано-глинистих відкладень, тобто виділено три генетичні типи, які мають різні декоративні й технологічні властивості та закономірно розподіляються на площі дослідження:

1. Вулканогенно-осадовий (середньодевонський),
2. Осадовий (карбонівий);
3. Алювіально-делювіальний (палеоген-неогеновий і четвертинний).

Для утворень формації вулканічних туфів і попелу зі скам'янілою деревиною характерна наявність туфогенного матеріалу, а також супутніх або більш пізніх ефузивних порід. Прояви вулканізму є неодмінною умовою для силіфікації рослинних залишків. У результаті метаморфізму деревина повністю заміщується кварцом, опалом і карбонатом. Відклади скам'янілої деревини приурочено до вулканогенно-осадових утворень (окременілим туфам і туфосланцям середнього девону), які здатні швидко змінюватися з виділенням кремнезему. Силіфікації зазнали стовбури дерев, що знаходилися на місці проростання древніх лісів, а також уламки деревини, перенесені на деяку відстань. Фосилізація деревини у туфогенних відкладах викликана



Рисунок 2.11 – Схема розміщення проявів скам'янілої деревини на площі південно-східної України

1 – Залиманське, 2 – Осинівське, 3 – Хворостовське, 4 – Веселовське, 5 – Конкське, 6 – Новопсковське, 7 – Совхозне, 8 – Вилянське, 9 – Комишовське, 10 – Дружківське, 11 – Довголенське, 12 – Чепелівське, 13 – Савинське, 14 – Червоно-Гусарське, 15 – Григорівське, 16 – Роздольне, 17 – Каракубське-1.

низькотемпературними метасоматичними процесами, що розвивалися у вулканічних областях і протікали в умовах цеолітової фації метаморфізму при високій активності кремнезему.

Скам'яніла деревина формації елювіально-делювіальних відкладів залягає серед стратифікованих утворень верхнього карбону і пісковиків неогенового віку. Продуктивні товщі відносяться до річних відкладів і формувались при катастрофічній загибелі лісу і швидкого захоронення деревини в умовах, які виключали її гниття і вуглефікацію. У осадових утвореннях (пісках і алевритах) скам'яніла деревина, можливо, зв'язана з регіональним епігенезом або раннім низькотемпературним метаморфізмом (метагенезом).

Ділянка Залиманська знаходиться у північно-східній частині Красно-Донецького підняття ДДЗ. У геологічній будові району приймають участь утворення крейдової системи і палеогену. Відклади крейдового віку ( $K_2$ ) представлені білою писальною крейдою і крейдоподібним мергелем кампанського віку ( $K_2$  ср). Глибина залягання покрівлі цих порід складає (по абсолютним відміткам) 65-67м, а потужність – більше 100м.

Костянецька світа палеогенового віку у межах родовища представлена шаром пісків жовтувато-сірого і жовтого кольору, середньо -, дрібнозернистих, кварцових, середнього ступеню обкачаності, з прошарками різнозернистих пісків, які мають широке розповсюдження. У товщі пісків зустрінуті три горизонти, які складаються із лінз і прошарків кварцитоподібних пісковиків сірого кольору, з червоними та рожево-помаранчевими відтінками у відколах і тріщинах. Цемент пісковиків кварцовий і халцедоновий. Пісковики мають прихованокристалічну будову. Тріщинуватість пісковиків у природному заляганні направлена вздовж лінз і прошарків. Потужність окремих прошарків і лінз пісковиків коливається від перших сантиметрів до 0,7-1,2 метрів. Верхня товща пісковиків має лінзовидну структуру, потужність лінз і прошарків у ній рідко перевищує 10-40 см. Між лінзами і прошарками пісковіку відмічаються прошарки

віскоподібних щільних тонкосланцюватих глин зеленого і зеленувато-сірого кольору і алевритів.

Середня і нижня товща пісковиків має однорідний склад, потужність лінз і прошарків складає 0,7-1,0м, спостерігається успадкування присутності прошарків глин в нижній частині горизонтів пісковиків.

До нижньої частини горизонтів пісковиків приурочені знахідки скам'янілої деревини, які залягають або безпосередньо у нижній частині пісковика, або під ними. Знайдені уламки скам'янілої деревини мають добре виражену первинну структуру, в своїй основній масі виповнені кварцом і халцедоном. Розміри уламків деревини коливаються від перших сантиметрів до 1,5-1,5метрів.

Загальна потужність відкладів косянецької світи у межах родовища складає 35-40 метрів, при чому нижня границя відкладів не розкрита р. Сіверський Донець, що дає можливість говорити про більш потужну товщу косянецьких відкладів у цьому районі. Косянецькі відклади підстеляються утвореннями писальної крейди кампанського віку, або крейдоподібними мергелями. Верхня границя досить нечітка, у відслоненнях і розчистках спостерігається поступовий перехід до глинистих пісків київської світи.

На товщі косянецької світи з поступовим переходом залягають відклади київської світи, які представлені пісками глинистими, каоліністими, тонко - і дрібнозернистими сірувато-білого кольору та потужністю від 0,5 до 2,0 метрів. У нижній частині товщі пісків спостерігається прошарок з жовнами фосфоритів потужністю від 10 до 20 см, у окремих випадках фосфорити являють собою зростки товщиною до 5 см і довжиною до 10-15 см. Фосфорити частіше всього займають підлеглий характер, їх вміст у прошарку не перевищує 40-45%. У шарі фосфоритів зустрічаються окремі гравієві зерна і грубозернистий пісок.

Вище залягає шар зеленувато-синіх глин, в'язких, мергелеподібних, пластичних у мокрому стані. Верхня межа цього шару в межах родовищ не розкрита.

Четвертинна система. Делювіальні відклади. Костянецькі і київські відклади вздовж правого борту корінного схилу р. Сіверський Донець перекриваються делювіальними четвертинними відкладами, що утворюють суцільний чохол і представлені матеріалом, який сформувався в результаті руйнування корінного схилу. Піски дрібно-, тонкозернисті, глинисті, сірого та сіро-жовтого кольорів, часто з уламками пісковиків і скам'янілої деревини. Потужність делювіальних відкладів коливається від декількох сантиметрів (біля бровки схилу) до 2-3 метрів (у зонах накопичення матеріалу). У результаті руйнування костянецьких відкладів у делювіальному шлейфі накопичився уламковий матеріал, що складений скам'янілою деревиною і пісковиками, і представляє корисну товщу.

У нижній частині схилу, у результаті розмиву делювіальних відкладів річкою, кількість уламків пісковиків і скам'янілої деревини значно збільшується. Уламки зцементованих порід частіше всього залягають з нахилом у сторону річки і тільки подекуди дезорієнтовані. До розкривних порід відноситься ґрунтово-рослинний шар потужністю 0,2-0,3 м. Поклади скам'янілого дерева знаходяться у делювіальних піщаних товщах, які суцільним шаром (потужністю від 0,8 до 3,0 м) покривають схил.

Товща делювіальних відкладів не обводнена, підтік води у час випадіння опадів незначний. Ґрунтові води, які зв'язані з р. С.Донець, знаходяться нижче рівня подошви майбутнього кар'єру.

Осинівська ділянка розташована в Луганській області Новопокровського району на західній околиці с. Осинове, на правому схилі долини р. Айдар. У геологічному плані відноситься до основного типу проявів південного схилу Воронізького кристалічного масиву. Скам'яніле дерево виявлене у трьох кар'єрах і у верхів'ях балки. У процесі добування пісковиків і піску частина скам'янілого дерева була вилучена, а частина – подрібнена на уламки розміром від 1х1х2 см до 50х50х10 см. Зустрічаються рідкі уламки стовбурів дерев розміром 0,3х0,6х0,05 м, 1,2х0,3 м. Декоративність скам'янілої деревини дуже висока. Колір білий, жовтий, коричневий, рожевий, сірий,

чорний. Ступінь опалізації різний. Ходи мулоїдів овальної форми розміром до 1 см виповнено опалом.

Ділянка Хворостянська розміщена в Луганській області Новопокровського району в 1,5 км на північний-захід від с. Хворостяне і 2,5 км на захід від с. Ісове, на правому березі р. Айдар. У геологічному плані відноситься до екзогенного типу проявів, Південно-Донбаської площі. У східній частині видобувного кар'єру щебеневої сировини знайдено велику кількість дрібних уламків опалізованої деревини, а також відбитки стовбурів розміром від 0,5x0,2 до 1,5x0,5 м. Прояв перспективний, декоративність сировини висока.

Ділянка Новопокровська розташована у Луганській області Новопокровського району на північній околиці с. Новоросшісь, у верхній частині схилу правого берега р. Кам'янка. Тип прояву основний, у межах південного схилу Воронізького кристалічного масиву. У геологічній будові ділянки приймають участь утворення крейдового ( $K_2km$ ) і палеогенового ( $P_2kp, ks$ ) віку. Крейдові відклади підстеляють палеогенові і представлені крейдово-мергельною товщею маастрихтського, кампанського і сантонського ярусів. Палеогенові відклади представлені пісками і пісковиками канівської і косянецької світ. Корисною копалиною є скам'яніле дерево, яке залягає сумісно з лінзоподібними сірими і червоно-бурими кварцитоподібними пісковиками на межі світло-сірих і жовтих пісків косянецької світи. Потужність корисної товщі складає 5 м, потужність розкривних порід, представлених ґрунтово-рослинним шаром і пісками – від 0 до 2 м.

Ділянка Конкська розташована у Запорізькій області в 0,5 км на схід від с. Запорожець, на лівому березі р. Конка. Тут на пасовищах (неугіддях) і частково орних землях виявлено старий кар'єр по видобутку піску, у стінах якого пройдено декілька розчисток. У деяких з них виявлено фрагменти стовбурів скам'янілого дерева сіро-коричневого кольору з білою каймою.

Ділянка Куртівська розташована у Донецькій області Константинівського району в 1,1 км на захід від с. Куртівка. На площі

50x1200 м серед пісків і пухких пісковиків верхнього карбону спостерігаються виходи фрагментів стовбурів закам'янілого дерева (діаметром від 50 до 80 см) і щепок розміром від 5x10x10 см до 15x25x30 см. Забарвлення дерева змінюється від коричневого до сірого, іноді з чітким деревинним рисунком. Порода кварц-халцедонового складу, іноді по тріщинах спостерігаються корки дрібних кварцових кристалів.

Ділянка Донцовська розташована у Луганській області Новопокровського району, на правому березі р. Кам'янка біля північної околиці с. Донцовка у 0,5 км на північний схід від мосту над піщаним кар'єром. У промивинах, серед висипок бучакських кварцитоподібних пісковиків, часто зустрічаються уламки опалізованого скам'янілого дерева. У корінному заляганні вони розташовані на межі жовтого і білого дрібнозернистих піску. Площа виходів складає 40x150 м. На схилі пройдено розчистку і знайдено декілька уламків опалізованої деревини.

Ділянка Веселівська розташована у Донецькій області Добропільського району, на північний схід від околиці с. Веселе, на лівому борту р. Грузької. У середній частині кар'єру по видобутку піску і пісковіку простежуються відклади струмків, що вміщують уламки гілок скам'янілого дерева. У 300 м на північ на неугіддях знайдено зразок щільної деревини розміром 22x17x9 см темного (іноді чорного) забарвлення.

Установлено просторово-часову закономірність розподілу скам'янілого дерева у межах досліджуваного району: найдревніші (девонського віку) знахідки окам'янілого дерева виявлені на південно-західній окраїні Донецького складчастого спорудження й пов'язані з вулканогенно-осадовими утвореннями; скам'яніле дерево карбонового віку залягає у межах зони зчленування складчастого Донбасу й Дніпрово-Донецької западини. Скам'яніла деревина палеоген-неогенової системи поширюється на території Дніпрово-Донецької западини й знайдена у долині р. Сіверський Донець, а також у сарматських піщано-глинистих відкладеннях Українського щита.

### 3 ТЕХНОГЕННІ ЧИННИКІ ВИДОБУТКУ

Вимоги ринкової економіки зумовлюють перегляд багатьох традиційних оцінок та перспектив освоєння родовищ (проявів) кольорового каміння. Сучасне надкористування потребує дбайливого і раціонального підходу, застосування ефективних способів видобутку корисних копалин, розробки і впровадження нових технологій збагачення і переробки усіх видів мінерально-сировинних ресурсів, комплексного та раціонального використання природної і техногенної мінеральної сировини. Процес встановлення економічної цінності мінерально-сировинних об'єктів органічно пов'язаний з рівнем їх геологічного вивчення. Її отримання – багатоступеневий процес з поступовим уточненням і корегуванням.

#### 3.1 Супутній видобуток

У теперішній час у світовій практиці широко використовується кольоровий камінь, що видобувається у комплексі з основними корисними копалинами. Тільки незначна частина самоцвітів, які вживаються практично, утворюють родовища, вигідні для самостійної промислової розробки (коштовні камені). Ювелірно-виробна й виробна сировина, в основному, видобувається супутньо.

В Україні видобуток більшості видів коштовного та декоративного каменю теж не був цілеспрямованим – проводився обмежено чи водночас з більш масштабними видобувними роботами [28, 29]. Сьогодні державою здійснюється монопольний видобуток тільки бурштину відповідно до ЗУ «Про підприємництво».

За сучасних економічних умов в Україні багато видів кольорового каміння, у тому числі досліджувані, повинні видобуватися супутньо, що підвищить рентабельність розробки основної корисної копалини і задовольнить запити вітчизняного ринку. Супутній видобуток



каменесамоцвітної сировини підвищує вартість родовища, і в той же час знижує собівартість виробництва основної товарної продукції (при відповідному об'ємі переробки). Основний прибуток гірниче підприємство одержить при реалізації особливо цінного каміння, який визначить інформація про декоративні й технологічні властивості каменебарвної сировини, асортимент і вартість виробів з неї [30].

Кольоровий жильний кварц, квардіт і пегматит можуть рентабельно відбиратися на кар'єрах у якості супутнього компоненту. Пегматит і жильний кварц використовується у різних галузях промисловості як індустриальна сировина, тому їх декоративні різновиди можуть відбиратися на родовищах без великих витрат, що забезпечить значну статтю прибутку від експлуатації надр. Ресурси кварцу окремих жил досягають 3 -3,5 млн. т і за якістю можуть використовуватися у різних галузях промисловості як технічна сировина (фарфоро-фаянсовій, скляній, для одержання кремнію, феросиліцію, силікосплавів, вирощування синтетичних кристалів та ін.). Декоративні різновиди кольорового жильного кварцу можуть видобуватися супутньо і підвищувати рентабельність розробки кварцвмісного об'єкту.

Декоративні різновиди квардіту можливо відбирати як супутній компонент при відпрацьовуванні Жовторіченського і Пролетарського родовищ. Декоративні різновиди скам'янілої деревини можуть відбиратися при комплексній розробці проявів з будматеріалами.

Родовища кольорового каміння характеризуються різноманітністю генезису, складу, умов залягання і, внаслідок цього, методами видобутку, які впливають у подальшому на декоративність та методи обробки каменю. У всіх випадках сировина повинна видобуватися неруйнівними оощадливими методами, які не додадуть техногенну тріщинуватість породам та збережуть основну масу декоративного матеріалу родовища.

При супутньому видобутку навіть незначні запаси кольорового каменя – колекційні зразки – становлять комерційний інтерес. До колекційної

сировини відносять добре сформовані й збережені кристали, друзи, а також інші естетично ефектні зразки мінералів та гірських порід.

Кристали або їх агрегати хорошої якості (друзи, жеоди), що представляють мінералогічний інтерес і видобуті без механічних пошкоджень, можуть бути представницькими експонатами для приватних колекцій і музеїв, а також сировиною для виготовлення авторських ювелірних і декоративно-художніх виробів.

### 3.2 Методи видобутку

Перебіг технологічних процесів на кар'єрах характеризується певною послідовністю, а саме: підготовка до виймання, відокремлення від основної породи, вантаження, транспортування. Основним технологічним процесом, що змінює агрегатний стан і місцеположення каменю, є підготовка його до виймання. Підготовку провадять багатьма способами (та їх комбінаціями) напрямленого руйнування гірських порід, які забезпечують концентрацію критичних напружень строго у потрібних площинах розколу або розрізу каменю [31, 32]. На якість каменю впливає спосіб, яким він видобувається. Найпоширеніший – видобуток за допомогою вибуху. За таких умов, по-перше, страждає якість добутої породи: під час вибуху в структурі каменю виникає техногенна тріщинуватість – мікротріщини, які впливають на міцність матеріалу. По-друге, такий спосіб розробки родовища вкрай нераціональний, тому що при вибуху порода кришиться: брили, придатні для розпилювання, становлять не більше 70% об'єму, а інші 30% ідуть у відходи.

Тріщинуватість масиву – сукупність розвинутих у масиві систем тріщин – важлива гірничо-геологічна характеристика залягання порід, яка обумовлює вихід блоків у процесі їх видобування. Тріщини – розриви суцільності породи без видимого заміщення, розміри яких за простяганням і падінням на кілька порядків більші за їх потужність (розкриття). Вони виникають внаслідок різних геологічних процесів, які діють на масив порід

протягом тривалого часу. Природна тріщинуватість справляє вирішальний вплив на розробку технології та вибір комплексів устаткування для видобутку. Гірські масиви у своїй більшості характеризуються наявністю сильно розвинутої упорядкованої тріщинуватості, що є наслідком анізотропності їх будови. Для порід різних генетичних типів існують класифікації тріщин за генезисом, геометричними ознаками, властивостями й рештою характеристик. Природна тріщинуватість масиву має як негативне, так і позитивне значення у залежності від її параметрів. Негативна роль тріщин полягає у тому, що при їхній густій мережі масив виявляється розбитим на дрібні камені, з яких не можуть бути отримані великі блоки. Навпаки, наявність рідкої мережі тріщин (при відстані між ними 1-3 м) і особливе розташування їх у трьох взаємно перпендикулярних площинах полегшують видобуток блоків і відіграє позитивну роль.

На родовищах гранітів, які мають переважно правильну систему рідко розташованих тріщин, можна добувати великі блоки. Граніти Токівського масиву розбиті системою горизонтальних (пластових) і вертикальних тріщин, що утворюють паралелепіпедальні, трапецієподібні й матрацеподібні окремісті [22]. Наявність трьох систем тріщин, що перетинаються під кутами 50-90°, забезпечує одержання великих, трохи косокутних блоків, які містять жили кольорового кварцу.

Кварцова жила ділянки Мар'ївська розкрита кар'єром, в якому видобування сировини проводиться буровибуховим способом з застосуванням бризантних вибухових речовин (ВР). Кварц використовується як динасова сировина для металургійної промисловості.

Група пегматитових жил родовища Балка Великого Табору містить близько 80% всіх запасів керамічних пегматитів України і розробляється ТОВ «Пегматит» як сировина для керамічної промисловості. Видобуток пегматиту проводиться двома кар'єрами розміром відповідно 170x175 м та 100 x 100 м за допомогою вибухових робіт шляхом буріння вертикальних шпурів та закладанням у них бризантних вибухових речовин. Перший кар'єр

видобувний; на другому проводяться резервні роботи. Відстань між кар'єрами близько 50 м. Орієнтування осі обох кар'єрів: з північного сходу на південний захід згідно осі пегматитової жили. Потужність кар'єрів – до 80 м<sup>3</sup> на добу.

Такий спосіб видобутку надає породі накладену техногенну тріщинуватість і тим самим погіршує якість та декоративність каменесамощитної сировини, обумовлює нерівномірність полірування при обробці. У результаті аналітико-експериментальних досліджень стосовно виявлення чинників, що впливають на декоративність видобутої каменесамощитної сировини, встановлено:

- сировина з підвищеною техногенною тріщинуватістю при поліруванні утворює матову, тьмяну поверхню і тому не може бути використана при виготовленні виробів, або напрямки її використання обмежені;

- розробка родовища за допомогою бризантних вибухових речовин лімітує розміри вихідних зразків, що звужує види потенційних виробів, та приводить до втрати великої кількості якісного декоративного матеріалу.

Каменебарвна сировина повинна видобуватися неруйнівними ощадливими методами, які не додадуть техногенну тріщинуватість породам та збережуть основну масу декоративного матеріалу родовища.

Способи руйнування каменю для підготовки його до виймання досить різноманітні, і їх вибір значною мірою залежить від фізико-механічних властивостей і тріщинуватості масиву (рис. 3.1). Вони мають забезпечувати насамперед збереженість фізико-механічних і декоративних властивостей видобувної сировини. Із механічних способів поширення набули буроклинове, бурогідроклинове розколювання породи та різні види буріння. Серед вибухових способів переважає відокремлення породи порохом, детонуючим шнуром, малощільними вибуховими сумішами та їх комбінаціями. Фізико-механічне руйнування порід слід розглядати як сукупність нових і дуже перспективних для видобування каменю способів. Широкого застосування набуло різання каменю термогазоструминними



Рисунок 3.1 – Класифікація способів руйнування каменю для підготовки його до виймання

прямоточними пальниками та відокремлення монолітів за допомогою невибухових руйнівних засобів. Міцність, мінералогічний склад і структура каменю (за інших рівних умов) істотно впливають на продуктивність каменерізних газоструминних, канатних, бурових, гідроклинових, водометних та інших установок.

На переважній більшості кар'єрів застосовують комбінації механічних, фізико-механічних і вибухових способів підготовки каменю до виймання, причому кількість механічного руйнування порід зростає, а вибухових – зменшується. Це пояснюється тим, що незважаючи на всю велику роботу, яка проводиться у галузі на вдосконалення вибухової технології, вибух порушує монолітність породи, надає техногенну тріщинуватість, що зрештою призводить до зменшення виходу готової продукції [33-35]. Механічні способи забезпечують найбільше збереження фізико-механічних і декоративних властивостей каменю, а також сприяють збереженню великого об'єму каменебарвної сировини.

## 4 ГЕМОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

### 4.1 Декоративні властивості

Вивчення декоративних властивостей досліджуваних видів кольорового каміння (прозорість, колір, рисунок та їх співвідношення) забезпечує виявлення художніх достоїнств каменя, які враховуються при обробці, визначенні дизайну, складанні технологічних карт на виготовлення ювелірних та декоративно-художніх виробів, ціноутворенні та просуванні на ринок.

#### 4.1.1 Прозорість

Прозорість (просвічуваність у тонких зрізах) – одне із найголовніших властивостей кольорового каменя, що визначає можливість використання при виготовленні виробів зазначеного рівня і його групу (ювелірне, ювелірно-виробне, виробне). Здатність каменю пропускати через свою структуру світлові промені надає йому своєрідну оригінальність, загадковість і таємність. Непрозорі (не просвічувані) камені світловий потік частково відбивають і поглинають. Прозорість каміння визначалась за категоріями: прозорий, напівпрозорий, просвічуваний у тонких відколах, непрозорий.

*Письмовий пегматит* відносять до виробного каміння, всі його декоративні різновиди, що вивчалися, є непрозорими.

*Кольоровий кварц.* Декоративні різновиди кольорового кварцу із гнейсо-мігматитів (рожевий, концентрично-зональний, смугастий рожево-зелений), із тектонітів (прожилковий сірий, синьо-чорний), пегматитів (сірий льодистий) є напівпрозорими у полірованому виді у пластинах товщиною від 1 до 4 мм і відносяться до ювелірно-виробної сировини. Напівпрозорість кварцу обумовлена численними вторинними рідинно-газовими включеннями, розташованими уздовж залічених тріщин.

*Квардіт.* Декоративні різновиди квардіту (ясно-зелений, сірий, білий) просвічують у тонких відколах і можуть використовуватися як ювелірно-виробна сировина (рис. 4.1).

*Скам'яніле дерево.* Просвічуваність цінується у скам'янілому дереві. Слабо просвічуються халцедонові різновиди, особливо у поєднанні з білими волоконними візерунками, які в полірованому камінні слабо просвічуються, що додає їм особливу красу (рис. 4.2). Опалові різновиди не просвічують.

#### 4.1.2 Забарвлення

Колір є одним із провідних властивостей каменю, що визначають його красу й цінність. При виготовленні авторських робіт колір каменю відіграє провідну роль, бо оригінальність цього виду виробів іноді залежить від своєрідного забарвлення зразка. Вдале сполучення контрасту кольорів уможливорює отримання незвичайного дизайнерського рішення.

Видимі кольори каменю обумовлені тим, які частини спектра він поглинає. Розрізняють ідіохроматичне (власне, пов'язане із внутрішніми властивостями мінералу), алохроматичне (стороннє, пов'язане зі диспергированими домішками, хромофорами органічного й неорганічного походження) і псевдохроматичне (обумовлене інтерференцією світла на внутрішніх поверхнях, тріщинах спайності, включеннях) забарвлення.

*Письмовий пегматит.* Декоративність письменого пегматиту обумовлена забарвленням польового шпату, яке змінюється від білого, світло-сірого, блідо-жовтого, блідо-рожевого до яскраво-рожевого і м'ясо-червоного, часто з перламутровим відливом, характерним для площин спайності польового шпату. За текстурним рисунком і його забарвленням виділено дев'ять декоративних різновидів пегматитів: паркетний, кораловий, рожевий, креманий, мармуровий, степовий, авантюриновий, леопардовий і рубіновий (табл. 4.1).





Рисунок 4.1 – Просвічуваний у тонких відколах квардіт

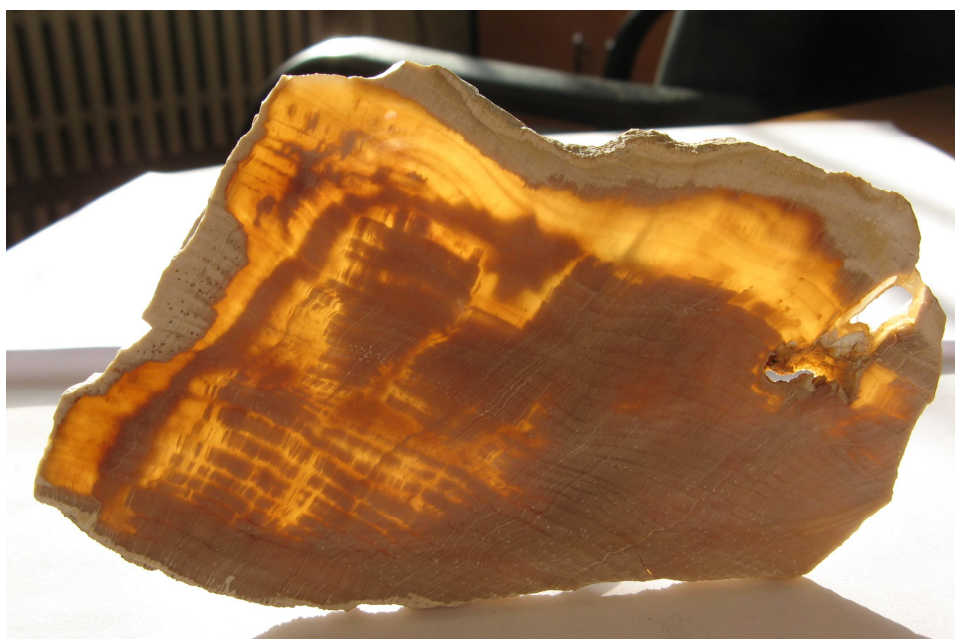

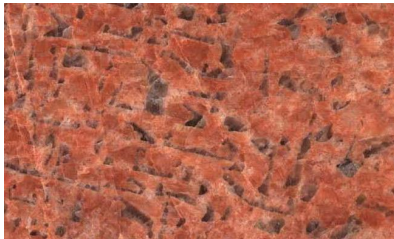
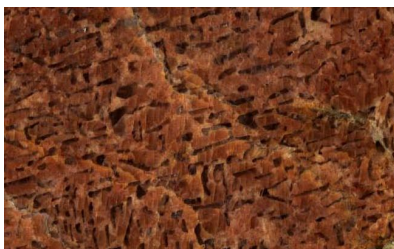



Рисунок 4.2 - Напівпрозорі халцедонові ділянки у скам'янілій деревині

Таблиця 4.1 – Декоративні різновиди письмових пегматитів східних блоків УЩ

Декоративний різновид	Загальний вигляд	Забарвлення породи	Форма і напрям текстуроутворювальних елементів (іхтіогліптів)	Мінеральний склад
1	2	3	4	5
Мармуровий		Ясно-рожеве	Іхтіогліпти погано помітні, іноді ізометричної форми	Мікроклін, альбіт-олігоклаз, кварц, біотит, мусковіт
Рожевий		Рожеве	Ізометрична та подовжена двох напрямків	Мікроклін, олігоклаз, альбіт, кварц, біотит, мусковіт, рутил, серицит, рудні мінерали, гідроокиси заліза
Степовий		Насичено-рожеве з коричневим відтінком	Подовжена, іноді ізометрична двох напрямків	Мікроклін, олігоклаз, кварц, біотит, мусковіт, рутил, циркон, серицит, рудні мінерали, гідроокиси заліза
Авантюриновий		Насичено-рожеве з фіолетовим відтінком	Ізометрична, подовжена, клиноподібна, іхтіогліпти орієнтовані в одному напрямку	Мікроклін, олігоклаз, альбіт, кварц, біотит, мусковіт, рутил, гранат, рудні мінерали, гідроокиси заліза

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5
Рубіновий		Буре з фіолетовим відтінком	Подовжена, ізометрична, іхтіогліпти орієнтовані в одному напрямку	Мікроклін, альбіт, кварц, біотит, мусковіт, рутил, серицит, рудні мінерали, гідроокиси заліза
Паркетний		Коричневе з червоним відтінком	Пластинчата, іноді ізометрична, спостерігається дві чітко виражені системи напрямів іхтіогліптів	Мікроклін, олігоклаз, кварц, біотит, мусковіт, рутил, серицит, рудні мінерали
Кораловий		Червоне	Подовжена, ізометрична, орієнтовані в одному напрямі	Мікроклін, олігоклаз, кварц, біотит, мусковіт, рутил, серицит, рудні мінерали, гідроокиси заліза
Кремовий		Ясно-рожеве з коричневим відтінком	Подовжена, ізометрична, спостерігається дві не чітко виражені системи напрямів	Мікроклін, олігоклаз, альбіт, кварц, біотит, мусковіт, рутил, рудні мінерали, гідроокиси заліза.
Леопардовий		Ясно-коричневе	Клиноподібна, ізометрична, подовжена, спостерігається дві системи не чітко виражених напрямків	Мікроклін, олігоклаз, кварц, біотит, мусковіт, рутил, рудні мінерали, гідроокиси заліза

*Кольоровий кварц.* У межах південно-східної частини України встановлено такі різновиди жильного кварцу за кольором у докембрійських утвореннях:

- гранітах – буро-коричневий, рожевий (с фіолетовим відтінком), сірий (рис. 4.3);
- пегматитах – молочно-білий, сірий (льодистий), димчастий (рис. 4.4);
- гнейсо-мигматитах – рожевий, жовтий, сірий, ясно-зелений (рис. 4.5);
- тектонитах – молочно-білий, синьо-чорний, сірий. по рисунку – брекчиевидний, прожилковий, милонит, контактний (рис. 4.6).

Прозорість, розмаїтість забарвлення й рисунка кварцової сировини визначають тріщинуватість, ГРВ, елементні й мінеральні домішки, а також розмір, форма й орієнтація зерен кварцу. У кольоровому кварці присутня велика кількість неоднорідностей, розміри яких знаходяться у межах довжини хвилі видимої частини спектру (від 0,5 мк до декількох сантиметрів у поперечнику). Вони обумовлюють колір кварцу та його відтінки (при виповненні гідроксидами заліза) і другі оптичні якості. Найчастіше ці неоднорідності є порожнинами, що заповнені мінеральною речовиною (твердою, рідкою, газоподібною).

Рожевий кварц являє собою мономінеральну кварцову породу гранобластової мозаїчної структури з зубчатими обмеженнями зерен розміром від 0,1 до 0,5 мм. Іноді спостерігається деяке видовження мозаїчних агрегатів кварцу і орієнтування лусок слюди у одному напрямку, що обумовлює паралельну текстуру зразка. Для каменю характерна наявність численних пилюватих включень, що розташовуються по контуру зерен і у місцях перекристалізації, які не співпадають з зовнішніми контурами. Забарвлення рожевого кварцу обумовлене гідрооксидами титану, а бурого – гідрооксидами заліза.

Світло-сірий кварц являє собою мономінеральну кварцову породу гетеробластової або мозаїчної структури. Зерна кварцу з хвилястим угасанням часто сильно тріщинуваті. Зустрічаються зерна мінералів групи



сірий



рожевий (з фіолетовим відтінком)



червоний сітчастий



буро-коричневий



смугастих бурий

Рисунок 4.3 - Декоративні різновиди жильного кварцу в гранітах



димчастий

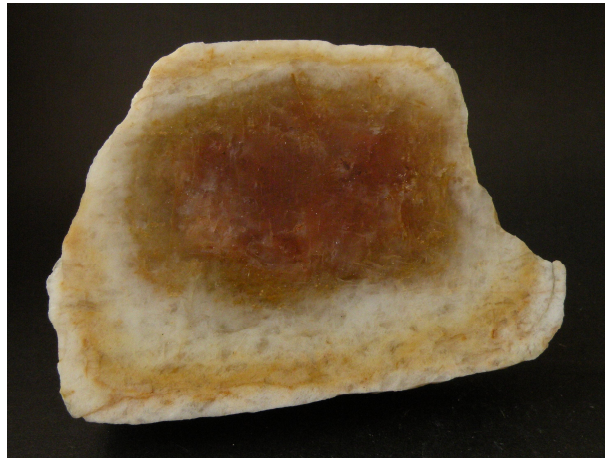


молочно-білий



сірий (льодистий)

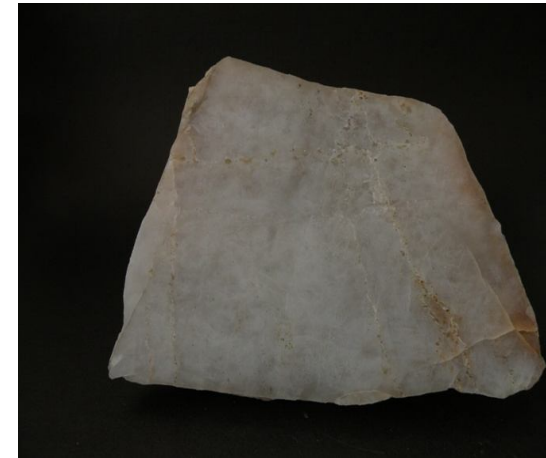
Рисунок 4.4 - Декоративні різновиди жильного кварцу в пегматитах



концентрично-зональний  
(кавуновий)



рожевий



сірий



кристали



друзи

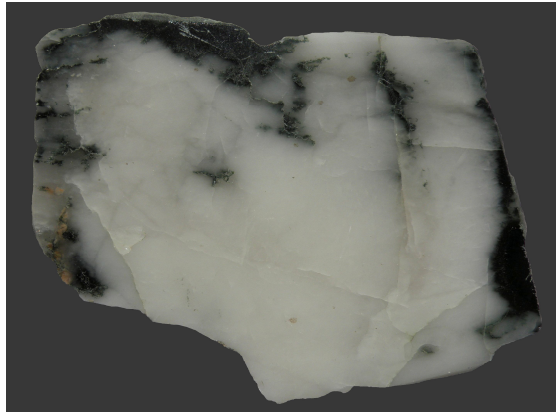


жовтий

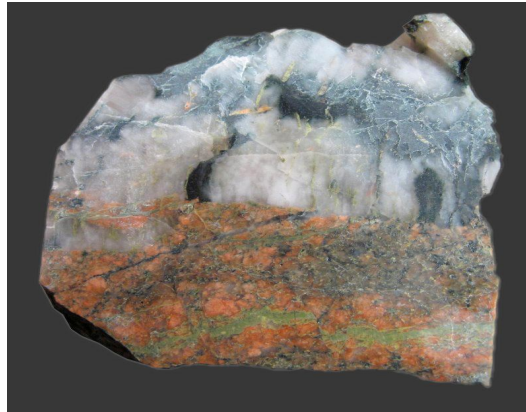


смугастий  
(зелено-рожевий)

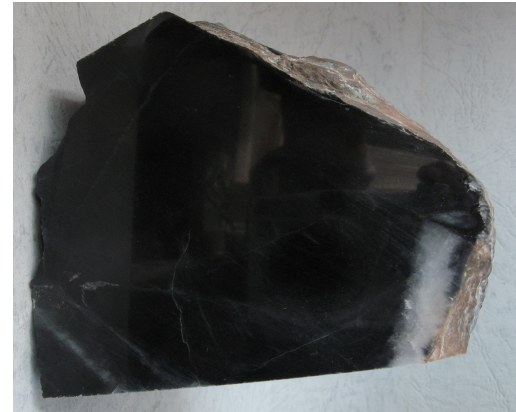
Рисунок 4.5 - Декоративні різновиди жильного кварцу в гнейсо-мігматитах



молочно-білий



контактовий (пейзажний)



синьо-чорний



мілоніт



брекчієподібний (абстрактний)



прожилковий (ажурний)

Рисунок 4.6 - Декоративні різновиди жильного кварцу в тектонітах



епідоту (цоізиту). Бурий кварц з червоними й рідкими світлими ділянками і смугами, м'яко вираженими контурами з дрібними вкрапленнями, обумовленими наявністю пилоподібних часток у місцях перекристалізації зерен кварцу.

Жовтий, сірувато-білий з жовтим відтінком кварц, колір якого обумовлений дрібноплямистими вкрапленнями гідроокисів заліза, досить щільно, іноді нерівномірно розсіяними по поверхні каменю.

*Квардіт.* Квардіт – щільний зернистий агрегат, в якому розподіл і забарвлення індивідів кварцу і діопсиду визначають текстурні особливості та художньо-декоративні якості породи. Колір каменю білий, світло-сірий, світло-зелений, зелений, темно-сірий, іноді бурий (у окислених різновидах). Зелене забарвлення визначається домішками двох і трьохвалентного заліза діопсиду, і чим більший їх вміст, тим колір породи більш насичений. Масивні різновиди зазвичай ясно-зеленого майже білого кольору і дуже схожі на кращі сорти мармуру (рис.4.1).

*Скам'яніле дерево.* Декоративні властивості скам'янілої деревини різного генезису в деякій мірі розрізняються.

Скам'яніла деревина формації вулканічних туфів і попелу забарвлена у чорний колір [36]. Для утворень цієї формації характерна присутність туфогенного матеріалу. Прояв вулканізму являється неодмінною умовою для формування яшм і силіфікації рослинних залишків. У результаті метасоматозу деревина повністю заміщується кварцом, опалом, халцедоном, або всіма цими мінералами у різному співвідношенні.

Забарвлення породи нерівномірне з поєднанням темно-коричневих і чорних буровато-сірих смуг і плям з нерівними розпливчатими границями. На основному фоні слабо просвічує пошарова будова з шириною смуг 0,03-0,5 мм і радіальна текстура (річні кільця шириною 5-10 мм). Присутні також поперечні тріщини потужністю 0,2-1 мм, виповнені світло-сірим халцедоном. Мінеральний склад (в %): халцедон (80-85), органічна речовина (10-15).

Під мікроскопом чітко спостерігається успадкована від деревини будова з розміром "клітин" 0,03-0,06 мм. Агрегати халцедону являють собою неповні мікросфероліти величиною 0,02-0,06 з перехідним погасанням у схрещених ніколях. Основна халцедонова маса сіра і прозора, видно річні кільця. Частина халцедону, яка складає внутрішню частину "клітин", чорна напівпрозора з великою кількістю дисперсних включень органічної речовини. Розподіл такого халцедону в породі нерівномірний, з чим і пов'язане плямисте забарвлення.

Скам'яніла деревина формації елювіально-делювіальних відкладів має світлі тони забарвлення. Утворення порід формації проходило у два етапи. На першому етапі деревину було силіфіковано без доступу кисню у водному середовищі з одночасним формуванням стяжінь кременю. У подальшому вони були перевідкладені, і зараз доступні у четвертинних відкладах.

Головними мінералами окременілої деревини є опал, халцедон і кварц, що знаходяться у породі у змінній кількості. У вигляді домішок зустрічаються гідроокиси заліза, вуглиста речовина і, можливо, органічні залишки, які не піддаються мікроскопічній діагностиці.

Відповідно до кількісного співвідношенням головних мінералів виділяють п'ять різновидів закам'янілої деревини:

- а) халцедон-опалова (опал – 70-85, халцедон – 15-30%);
- б) опал-халцедонова (халцедон – 50-70%, опал – 30-50%);
- в) халцедонова (халцедон – 90-95%, вуглиста речовина – 5-10%);
- г) кварц-халцедонова (халцедон – 35-60% кварц – 35-60%);
- д) гетит-халцедонова (халцедон – 80-85%, гетит – 15-20%).

Забарвлення деревини варіює від білого, нерідко із слабким рожевим відтінком, до коричневого різної густоти (рис. 4.7). У більшості випадків подібні зміни забарвлення присутні в одному зразку. Біле і світло-коричнє забарвлення характерне для халцедон-опалової і опал-халцедонової "деревини", а іноді відмічається і у халцедонових різновидів.

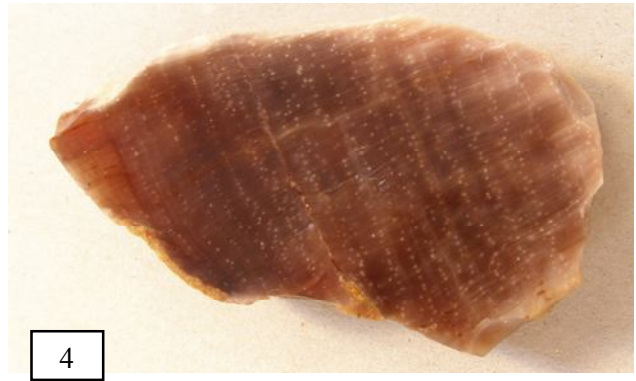


Рисунок 4.7 – Колір скам'янілої деревини: 1 – чорний, 2 – сірий, 3 – ясно-сірий, 4 – коричневий с фіолетовим відтінком, 5 – коричневий.

Кварц-халцедонові і гетит-халцедонові породи звичайно забарвлені у темно-коричневі тони.

У суттєво опаловій деревині повністю заміщені опалом "клітини" або тільки їх оболонка, а халцедоном виповнено внутрішню частину. Іноді халцедон присутній у оболонках сумісно з опалом. У халцедонових породах і на халцедонових ділянках опал-халцедонових різновидів "клітини" повністю виповнені опалом, і у зв'язку з різним оптичним орієнтуванням індивідів халцедону у оболонках і у центральних ділянках "клітин" залишаються достатньо розрізненими. Нерідко центральна частина як опалових, так і халцедонових кліток складена вуглистою речовиною. Успадкована клітинна будова краще збереглась у суттєво опалових зразках, дещо гірше у опал-халцедонових і халцедонових, і погано (або взагалі не спостерігається) у кварц-халцедонових і гетит-халцедонових різновидах.

#### 4.1.3 Рисунок

Рисунок каменю визначається текстурно-кольоровими показниками та їх просторовим закономірним розподілом на поверхні каменю. При обробці проявляються площинні та об'ємні рисунки. Вид площинного рисунка залежить від величини кута зрізу по відношенню до сторін зразка, характеризується однією видимою поверхнею і двома геометричними параметрами. Якість (оригінальність, гармонійність) рисунку обумовлена контрастністю зображення, симетрією, складністю. Об'ємний рисунок створюється сукупністю текстур кожної поверхні тіла, що поєднуються однією формою та визначають її цілісність.

*Письмовий пегматит.* У графічному пегматиті цінується оригінальний рисунок, утворений димчатыми і світло-сірими, майже безбарвними просвічуючими і напівпросвічуючими іхтіогліптами кварцу. За формою і досконалістю іхтіогліптів виділено дві групи пегматитів.

1. Пегматит графічної структури світло-рожевого і рожевого кольору складається з мікрокліну, який закономірно проростають довгі кристали (іхтіогліпти) кварцу, плагіоклаз зустрічається рідко. Мінеральний склад пегматиту (в %): мікроклін (50-75), плагіоклаз (3-15), кварц (20-35), біотит і мусковіт (до 3), рудні (до 1), інші мінерали (до 1).

2. Пегматит неясно-графічної структури, сіро-рожевого, рожевого або світло-сірого і рожево-сірого кольору з крупними зернами мікрокліну, рідше плагіоклазу, які нерівномірно проростають кристали кварцу. Зустрічаються ділянки гранобластової структури, які складені мозаїчним польовошпатовим матеріалом і кварцом. Мінеральний склад пегматиту (в %): мікроклін (20-50), плагіоклаз (10-40), кварц (20-40), біотит і мусковіт (до 3).

Перша група пегматитів, у якій графічний рисунок є головним художнім чинником якості, представляє інтерес як каменесамецвітна сировина. За текстурним рисунком і його забарвленням виділено дев'ять декоративних різновидів пегматитів: паркетний, кораловий, рожевий, кремовий, мармуровий, степовий, авантюриновий, леопардовий і рубіновий (табл. 4.1). Згідно з постановою Міністерства фінансів України про присвоєння комерційних назв каменю, для декоративних різновидів письмових пегматитів розроблено систему торгових назв, які відіграють важливу роль при просуванні каменю на світовий ринок каменебарвної сировини. При дзеркальному поліруванні текстурний рисунок проявляється більш чітко, а забарвлення стає яскравішим, що додає декоративності породі.

Пегматит неясно-графічної структури, в основному, є продуктом перекристалізації і альбітизації графічних пегматитів. Пегматит графічної структури представлено тілами лінзовидної форми з витриманою по площі ділянки потужністю. Будова пегматитових жил зональна: центральну частину займають пегматити графічної структури, які облямовані пегматитами з неясно-графічною (псевдографічною) та зернистою структурами.

Пегматитові жили родовища Балка Великого Табору складено переважно пегматитом неясно-графічної (51,1%) та графічної (33%)

структури. Меншу роль відіграють пегматити з пегматоїдною, зернистою і блоковою (1,1%) структурами.

Вид рисунка письмового пегматиту, а, отже, і декоративність, залежать також і від кута площини зрізу або відколу. Уперше цю закономірність відмітив А.Є. Ферсман [37]. Він писав, що рисунок «древньоєврейські письмена» можна спостерігати тільки при перпендикулярному перетині площини зразка пегматиту (рис. 4.8). Форма кварцових вrostків веретеноподібна, клиновидна або пластинчата, тому при косих зрізах рисунок не набуває декоративності високого рівня.

*Кольоровий кварц.* Для різного за генезисом і вміщувальними породами жильного кварцу встановлено такі рисунки:

- у гранітах – сітчастий червоний, смужкуватий жовто-бурий (рис. 4.3);
- гнейсо-мігматитах – концентрично-зональний (кавуновий), смугастий рожево-зелений (рис. 4.5);
- тектонітах – брекчієподібний (абстрактний), прожилкові-зелений (ажурний), мілоніт, контактний (пейзажний) (рис. 4.6).

Пейзажні рисунки створюють: 1) контакт вміщувальної породи з кварцовою жилою; 2) дрібна тріщинуватість, забарвлена мінеральною речовиною; 3) включення агрегатів других мінералів. При вдалому зрізі каменя проявляється неповторний рисунок, що нагадує природний пейзаж або сюжет.

Текстурний рисунок у вигляді «кілець Лизеганга» (концентрично-зональний, кавуновий) пояснюють просочуванням та дифузією розчинів через щільні та слабо міцні породи. Ширина кілець й відстань між ними у таких ритмічних агрегатах залежить від концентрації розчинів вихідних речовин: чим вона вища, тим менша відстань між кільцями; впливають також температура, в'язкість середовища і його склад.

Слабка шаруватість, що спостерігається на полірованій поверхні і у прохідному світлі, є наслідком метаморфізму і обумовлені у різних випадках витягнутістю мозаїчних агрегатів кварцу, орієнтацією лусок слюди і хлориту



Різновид  
«Степовий»

Ізометрична форма  
(поперечний зріз)



Різновид  
«Леопардовий»

Клиноподібна форма  
(поперечний зріз)



Різновид  
«Степовий»

Подовжена форма  
(поздовжній зріз)



Різновид  
«Леопардовий»

Поздовжено-хвиляста  
форма  
(поздовжній зріз)

Рисунок 4.8 – Вид рисунка і форми іхтіогліптів пегматитів у залежності від кута зрізу

в одному напрямку, а також забарвленням дрібних тріщин гідроокисами заліза.

Вперше встановлено і вивчено новий вид ювелірно-виробної сировини – синьо-чорний кварц із тектоно-метасоматичної зони Тритузенського родовища. Кварц напівпрозорий у пластинах товщиною до 4 мм й приймає дзеркальне полірування. Виготовлено вироби з цього виду сировини: кабошони і пластини (рис. 4.9).

Для визначення природи забарвлення кварцу проведено петрографічні дослідження та рентгеноструктурний аналіз. У шліфі спостерігається насичення кварцу подовженими і ромбоподібними з амфіболовою спайністю кристалами рибекіту з плеохроїзмом у синьо-зелених тонах. Цей висновок підтверджено результатами рентгеноструктурного аналізу (рис. 4.10). Таким чином, встановлено, що забарвлення синьо-чорного кварцу обумовлює безліч механічних включень рибекіту.

У результаті досліджень декоративних властивостей жильного кварцу Середньопридніпровського і Приазовського мегаблоків УЩ виділено 16 різновидів жильного кварцу за кольором і рисунком, які відносяться до ювелірно-виробної і виробної групи сировини (табл. 4.2). Треба зазначити, що розглядалися доволі широко розповсюджені різновиди жильного кварцу цих районів.

*Квардіт.* Переважають середньозернисті різновиди квардіту з розміром зерен кварцу 2-3 мм, локально відмічені ділянки з дрібно – та крупнозернистою структурою. Іноді зернисті агрегати плавно переходять у блоковий діопсид.

За текстурою встановлено такі декоративні різновиди квардіту.

1. Хвилястий або плейчатий. Зразки з таким текстурним рисунком мають пошаровий або близький до нього розподіл кварцу і діопсиду. Границі шарів нерівні і нагадують хвилі різної амплітуди. Найбільш чітко хвилястий або плейчатий рисунок можна спостерігати у штуфах з різним забарвленням шарів: білим діопсидом і темно-сірим (чорним) кварцом або зеленим



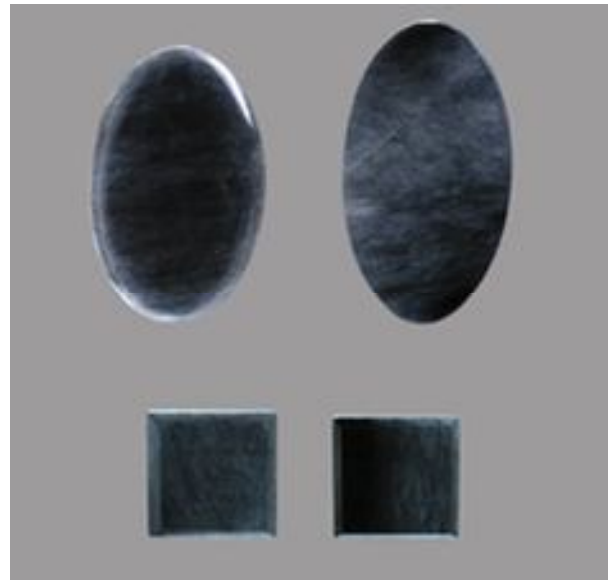


Рисунок 4.9 – Вироби з синьо-чорного кварцу тектоно-метасоматичної зони Тритузненського родовища

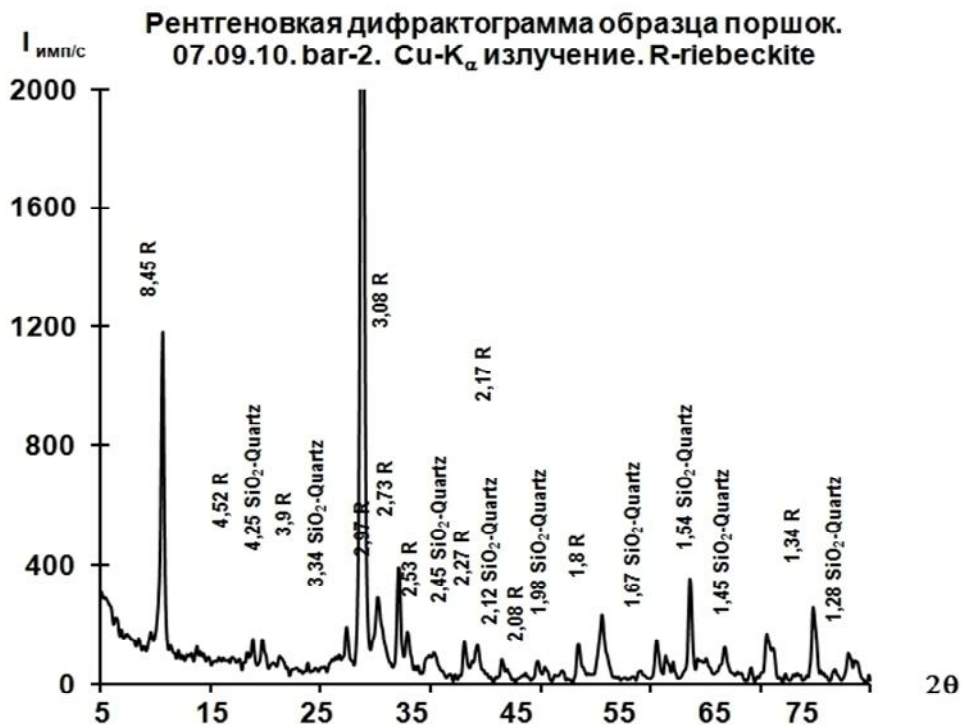


Рисунок 4.10. Результаты рентгеноструктурного анализа включень синьо-чорного кварцу


Таблиця 4.2 – Декоративні різновиди жильного кварцу південно-східної частини України

Декоративний різновид	Декоративні властивості		Фактори декоративності		
	Рисунок	Колір	Тріщинуватість	Включення, домішки	Розмір, форма й орієнтування зерен кварцу
1	2	3	4	5	6
	Концентрично-зональний (кавуновий)*	У різних зонах зразка бежевий, жовтий, червоний з фіолетовим відтінком	Нерівномірна, від периферії до центра кількість тріщин зменшується	Дрібнодисперсний гематит і гетит	Форма зерен неправильна, розмір збільшується від периферії до центра
	Смугастий бурий*	Буро-коричневий, уздовж тріщин спостерігається посвітління фарбування	Орієтована, переривчаста у вигляді дрібних хвиль, розмір тріщин у довжину до 1,5 см	Гідроокиси заліза	Зливний, окремі блоки прозорого кварцу до 2 см
	Смугасто-плямистий*	Червоно-бурий, уздовж тріщин жовтий	Орієтована в трьох напрямках	Гідроокиси заліза по тріщинах	Зливний

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6
	Смугасти* рожево-зелений	Зелено-рожевий	Орієтована у двох напрямках	Хлорит і гематит по дрібних тріщинах	Орієтовані в одному напрямку
	Неясно- смугасти (лінійний)	Рожевий * з посвітлінням забарвлення по тріщинах	Дві системи тріщин	Дрібнодисперсний гематит	Орієтовані в одному напрямку
	Сітчасто-білий*	Молочно-білий	Тріщини обмежують зерна кварцу	-	Розмір зерен до 1.5 см, різноорієтовані
	Сітчасто- червоний*	Червоний	Тріщини обмежують зерна кварцу	Гідроокиси заліза по тріщинах	Розмір зерен до 2 см, різноорієтовані

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6
	Однорідна	Молочно-білий*	Мережа дрібних різноорієнтованих тріщин	Газово-рідкі включення по тріщинах	Неорієнтовані
	Мілоніт*	Бежево-бурий	Без видимих тріщин (тріщини обмежують блоки)	Епідот різного ступеня перетворення	Дрібномелений кварц по поверхні порушення
	Однорідна	Ясно-сірий (льодистий)* прозорий на глибину до 5 мм	Густа мережа дрібних тріщин з інтенсивністю 50 штук на 1 див <sup>2</sup>	-	Неорієнтовані
	Однорідний	Димчастий*	Тріщини, що обмежують зерна	Структурні домішки $Al^{3+}$	Розмір зерен до 1.5 см, неорієнтовані

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6
	Прожилково-зелений (ажурний)*	Ясно-сірий (напівпрозорий)	Різноорієнтовані тріщини утворюють блоки кварцу розміром від 1,5 см і більше	Епідот по тріщинах	Неорієнтовані
	Однорідний	Синьо-чорний (сапфіриновий)*	Різноорієнтовані дрібні тріщини	Амфібол (рибекіт)	-
	Будинований*	Ясно-сірий	Орієнтована відповідно до шаруватості	-	Подовжені зерна орієнтовані в одному напрямку
	Брекчієподібні* (абстрактний)	На ясно-сірому тлі яскраві плями уламків порід	Різноорієнтовані дрібні тріщини	Кутасті й ізометричні уламки унакита, епідозита	Без видимого орієнтування
	Контактний* (пейзажний)	Сполучення молочно-білого кварцу із червоно-зеленою породою	Різноорієнтовані дрібні тріщини	Контакт кварцової жили з унакитом	-

\* декоративний різновид

діопсидом і білим кварцом. У таких зразках на полірованій поверхні іноді можна бачити «муаровий» ефект.

2. Графічний. Текстурний рисунок, схожий на однойменну текстуру пегматитів, обумовлено своєрідним розподілом ясно-зеленого майже білого діопсиду та димчатого або чорного (моріону) кварцу. Іноді при вдалому зрізі масивних агрегатів також спостерігається графічна текстура.

У крупнозернистих квардітах помітно збільшується доля діопсиду (до 50-60%), а у гігантозернистих утвореннях кварц, як правило відсутній, і порода перетворюється у діопсидит, що позбавлений декоративних властивостей, але представляє інтерес у якості колекційної сировини.

*Скам'яніле дерево.* Текстура зразків скам'янілої деревини зазвичай смужкувата або смугасто-плямиста, іноді особливої декоративності сировині надають ходи деревоточців (рис. 4.11). Смугастість пов'язана з наявністю слідів річних кілець росту, а плямистість – з нерівномірним розподілом у породі як головних мінералів, так і домішок-барвників (гідроокисів заліза та вуглистої речовини). Структура річних кілець росту краще виражена в опалових зразках як найменш змінених. Кожне річне кільце складається з пари прошарків, один з яких має структуру непорушеної "клітковини", а в другому "клітки" сплюснені і ряди їх розвернуті під кутом до границі прошарків, що, вірогідно, відображає перетворення деревини ще до її окреміння. У опал-халцедоновій і халцедоновій "деревині" первинна конфігурація річних кілець росту часто порушена в процесі заміщення опалу халцедоном. Опалові слойки збереглися фрагментарно, а їх границі мають звивисті контури. Розсіяна раніше у породах вуглиста речовина концентрується у формі стрічки або глобул на границях опалової і халцедонової маси.

Гемологічний інтерес також представляють зразки контакту скам'янілої деревини і вміщувального пісковика. Пісковик кварцовий буро-сірого забарвлення, містить одиничні зерна глауконіту. Цемент опаловий поровий,



1



2



3

Рисунок 4.11 – Ходи дровоточців у скам'янілому дереві:  
1 – виповнені халцедоном, 2 – заміщений дровоточець,  
3 – сталагмітовий тип отвору і отвір заповнений пісковиком.

прозорий, ділянками бурий прозорий. Поєднання різних кольорів та текстур обумовлює створення пейзажного рисунка.

Виділено такі види текстурного рисунка скам'янілої деревини (рис. 4.12): 1) однорідні – опалові; 2) плямисті – з гетитовими і вуглистими включеннями; 3) смужкувата – чергування шарів; 4) пейзажні – химерний рисунок.

Іноді скам'яніла деревина деформована, пронизана червоточинами, кількість яких варіює на окремих ділянках породи від одиничних до таких, які займають більше половини об'єму, і тому являє собою сировину не високої декоративності й якості. Забарвлення породи змінюється від рожево-сірої до матово-білої, а у місцях наявності великої кількості ходів дровоточців – чорне за рахунок домішок вуглистої речовини і гідроокисів заліза. Червоточини заповнені піщаником, аналогічним вміщувальному, або опалом.

## 4.2 Технологічні властивості

Технологічні властивості характеризують здатність каменю піддаватися обробці різними методами та обумовлюють вибір інструменту й раціональної схеми обробки.

### 4.2.1 Структура технологічного процесу

Технологічний процес виготовлення художніх виробів із кольорового каміння складається з таких основних операцій [38, 39].

*Підготовчі операції:* підбір сировини за якістю (колір, рисунок), розмітка (з урахуванням декоративних і технологічних властивостей), розпил блоків на пластини і у подальшому на штучні заготовки для виготовлення конкретних видів виробів.





Рисунок 4.12 – Текстурний рисунок скам'янілої деревини: 1 - однорідний, 2 - брекчієподібний, 3 - пейзажний, 4 - смужкуватий, 5 - ходи деревоточців.

*Свердління* застосовують для отримання циліндричних заготовок або отворів та заглиблень, що передбачені в оброблюваних виробах. У першому випадку свердлення належить до підготовчих операцій, тому що циліндричні заготовки призначені для виготовлення виробів з формою тіл обертання, або для круглих вставок у ювелірні вироби. Якщо майбутній виріб повинен мати заглиблення будь-якої форми, у камені спочатку висвердлюють його на необхідну глибину, потім змінюють свердло й висвердлюють циліндричну заготовку.

*Формоутворення заготовок.* Операція формоутворення полягає в доданні заготовці наближеної форми майбутнього виробу з припуском на оброблення. Попереднє формоутворення часто називають підбивкою (надання приблизної форми), а остаточне формоутворення виповнюють кількома операціями шліфування.

Одним із трудомістких процесів обробки каменю є шліфування, що складається з десятків проходів, після чого оброблену поверхню каменю піддають поліруванню [40, 41]. Операція шліфування поверхні каменю є тривалою за часом у загальному циклі обробки виробу. Величина й характер зміни нерівностей оброблювальної поверхні заготовки впливає на:

- продуктивність процесу механічної обробки,
- інтенсивність зношування дорогого різального інструменту,
- вибір параметрів і режимів обробки (швидкості різання, подачі, припуску на обробку, кількість проходів і т.п.),
- якість обробленої поверхні каменю.

Існує кілька видів шліфування: кругле, швидкісне, пласке, пласке шліфування периферією круга. Кругле шліфування виповнюють при виготовленні виробів, що мають форму тіл обертання, також ним можна виконати всі операції формоутворення.

*Фінішні операції* технологічного процесу – доведення й полірування виробів із кольорового каменю. Для отримання певного художнього ефекту поверхня виробу може бути доведеною (матовою) або полірованою

(блискучою). Доведення звичайно використовують тільки у виробках з однорідним забарвленням. Всі строкато забарвлені камені обов'язково полірують, тому що полірування надає яскравість кольору і чіткість природному рисунку.

Якість полірування – ступінь досконалості якості поверхні каменю, що обробляється, за результатами процесів шліфування й полірування (наявність довершеного дзеркального блиску, відсутність полірувальних ліній, каверн чи інших проявів рельєфу тощо), а також наявність або відсутність дефектів поверхні. Полірована поверхня із дзеркальним блиском не має слідів обробки попередньої операції та характеризується чітким відбиттям предметів. Полірування особливо яскраво проявляє кольори й текстурний рисунок каменю, а також підвищує його довговічність. Здатність приймати дзеркальне полірування каменем визначає придатність його використання у декоративно-художньому мистецтві.

Якість фінішної обробки – результат завершальної стадії, який забезпечує вимоги до дизайну каменя як виробу, включає точність і досконалість виготовлення елементів відповідно з якістю полірування.

#### 4.2.2 Матеріали, інструменти та обладнання

Абразивні матеріали - речовини підвищеної твердості, які застосовуються у масивному або подрібненому стані для механічної обробки (шліфування, полірування, різання, свердлення й т.д.) каменю. Природні абразивні матеріали – кварц, наждак, пемза, корунд, гранат та алмаз, штучні – електрокорунд, монокорунд, карбід кремнію, карбід бора, окис хрому, окис заліза, окис алюмінію (глинозем), боразон, ельбор, синтетичний алмаз та ін. Абразивний матеріал характеризується певними властивостями: твердістю, міцністю й в'язкістю, а також формою абразивного зерна, зернистістю, механічною й хімічною стійкістю. За зернистістю абразивні матеріали поділяють на шліфзерно, шліфпорошки і мікропорошки. Зерна крупніші за

припустимі створюють подряпини, а наявність великого процента зерен дрібніших за припустимі знижує продуктивність праці у даній операції. Абразивні матеріали повинні мати більш високу твердість ніж оброблюваний камінь.

Абразивні інструменти - шліфувальні круги, бруски, головки, шкурки, пасти. Кожен абразивний інструмент характеризується матеріалом виготовлення, зернистістю, зв'язкою, твердістю і структурою, а також ступенем урівноваженості, механічною міцністю, формою і розмірами. Зернистість обумовлена розміром зерен абразиву, впливає на шорсткість оброблених поверхонь, якість поверхневого шару, точність обробки й продуктивність праці. Абразивні інструменти виготовляються на керамічній, силікатній, бакелітовій і вулканітовій зв'язках. Твердість абразиву – спротив матеріалу зв'язки вириванню зерен. Для підвищення ефективності реалізації технологічного процесу, керування якістю обробленої поверхні виробів з каменю необхідно точно міняти взаємне положення поверхні заготовки й робочого інструмента (у межах 0,01-0,06мм), як при виконанні чергового проходу, так і при здійсненні процесу обробки у межах одного проходу. Для доводки і полірування застосовують різноманітні шліфувальні шкурки і абразивні пасти.

У абразивно-алмазних інструментах (відрізних і шліфувальних кругах, головках, брусках тощо) абразивним матеріалом є алмазний порошок, зерна якого закріплені методом порошкової металургії або гальванічним методом. Алмазні круги складаються із сталевого, дюралюмінієвого або пластмасового корпусу і алмазного шару, якій містить алмазний порошок, зв'язку і наповнювач [42]. Зернистість алмазного порошку обумовлює продуктивність обробки, шорсткість поверхні та питому витрату алмазів.

Алмазні порошки і пасти. Алмазні порошки випускають у виді шліфзерна, шліфпорошків і мікропорошків. Пасти випускають у мазеподібному (М), твердому (Т) виді з нормальною (Н), підвищеною (П) і високою концентрацією алмазів. Пасти бувають водорозчинні (змиваються

водою і спиртом), маслорозчинні (змиваються органічними розчинниками) та універсальні. При обробці кольорового каміння застосовують водорозчинні пасти підвищеної концентрації.

Сьогодні всі операції по виготовленню художніх виробів із кольорового каміння механізовані. Вони здійснюються за допомогою ручного механізованого інструменту або на верстатах. У останній час для обробки, різання, свердлення, шліфування, полірування і художньої різки каменю використовують універсальні опіловочні і шліфувальні машини з гнучким валом – бормашини. Для обробки кольорового каміння застосовують універсальні металорізальні (свердлильні, токарні, фрезерні і полірувальні) верстати або спеціальні, призначені тільки для обробки каміння (розрізні, алмазно-свердлильні, шліфувальні, доводочно-полірувальні та ультразвукові).

У теперішній час фінішна обробка виробів із кольорового каменю здійснюється на універсальних бабках, планшайбах та механізованим способом на верстатах і автоматах. Через неоднорідність структури деяких видів каменебарвної сировини та наявність включень їх поверхні обробляються тільки за допомогою ручної подачі на верстатах. Обробка кольорового каміння, що вивчається, здійснювалася згідно з таблицею 4.3.

Ультразвукові верстати широко використовуються при обробці твердих крихких каменів при виповненні художніх рельєфних зображень (камей і інталій), отримання заготовок і отворів складних форм, гравірування й таврування. Обробка ультразвуком ґрунтується на дії ультразвуковими коливаннями у водному середовищі з абразивними порошками на лицьову поверхню каменю з отриманням матової поверхні з проявленими кольором і рисунком.

Таблиця 4.3 – Інструменти і матеріали обробки кольорового каміння

Способи обробки	Обладнання	Інструменти і матеріали
Різання	Відрізний верстат	Алмазні круги з різною фракцією зерна
Фрезерування	Фрезерний верстат, свердлильний верстат	Алмазні коронки, головки, свердла
Шліфування	Шліфувальний верстат	Чавунна планшайба, шліфувальні порошки F90, F 220, F500; шліфувальні пасти, шкурки
Полірування	Полірувальний верстат	Чавунна планшайба, головки, полірувальні круги (повсть, тканина, фетр); полірувальні порошки F800, F 1000; полірувальні пасти; суспензія окису хрому
Створення рельєфу	Ультразвуковий верстат, електрична бормашина	Водна суспензія абразивного порошку карбіду кремнію або карбіду бора; бор фрези, надфілі, алмазні бруски

### 4.2.3 Технологічні схеми обробки

Процес складання технологічних карт ґрунтується на комплексному вивченні всіх властивостей каменю і знанні особливостей технології його обробки. Основними етапами технологічного процесу є: вибір виду дизайнерського рішення; розмітка; грубе обдирання; шліфування; фінішні операції: доведення, полірування, промивання готового виробу.

У залежності від технології обробки вироби з кольорового каменю розділяються на чотири основні групи різного ступеню складності обробки (рис. 4.13):

- тіла обертання (вази, келихи, кулі, колони, свічники);
- вироби з плоскими поверхнями (скриньки, панно, картини-зрізи, мозаїка);
- різьблені вироби – скульптурне різьблення, геми (камеї, інталії);
- ограновані камені (фасетна, гладка).

Основна задача дизайну природного каменю полягає у найбільш повному розкритті його декоративних властивостей через визначення виду виробу. Ця мета може бути досягнута за допомогою стандартних і нестандартних дизайнерських рішень. Стандартні дизайнерські рішення встановлені у результаті багатовікового досвіду обробки каменю. Відомо, що для виявлення астеризму в зірчастому рубіні, необхідно огранувати його у формі круглого кабошона. При цьому основа виробу повинна бути перпендикулярною до осі шостого порядку, а центр кабошона - збігатися з центром кристала. Такі стандартні рішення вдало застосовуються для відносно нових різновидів самоцвітів (квардіт).

Виготовлення виробу починається з визначення технології обробки і вибору інструмента. У ході цих операцій передбачається робота над дизайном кольорового каменю (нестандартне дизайнерське рішення) з метою вдалої подачі характерних, відмітних, рідких, унікальних властивостей

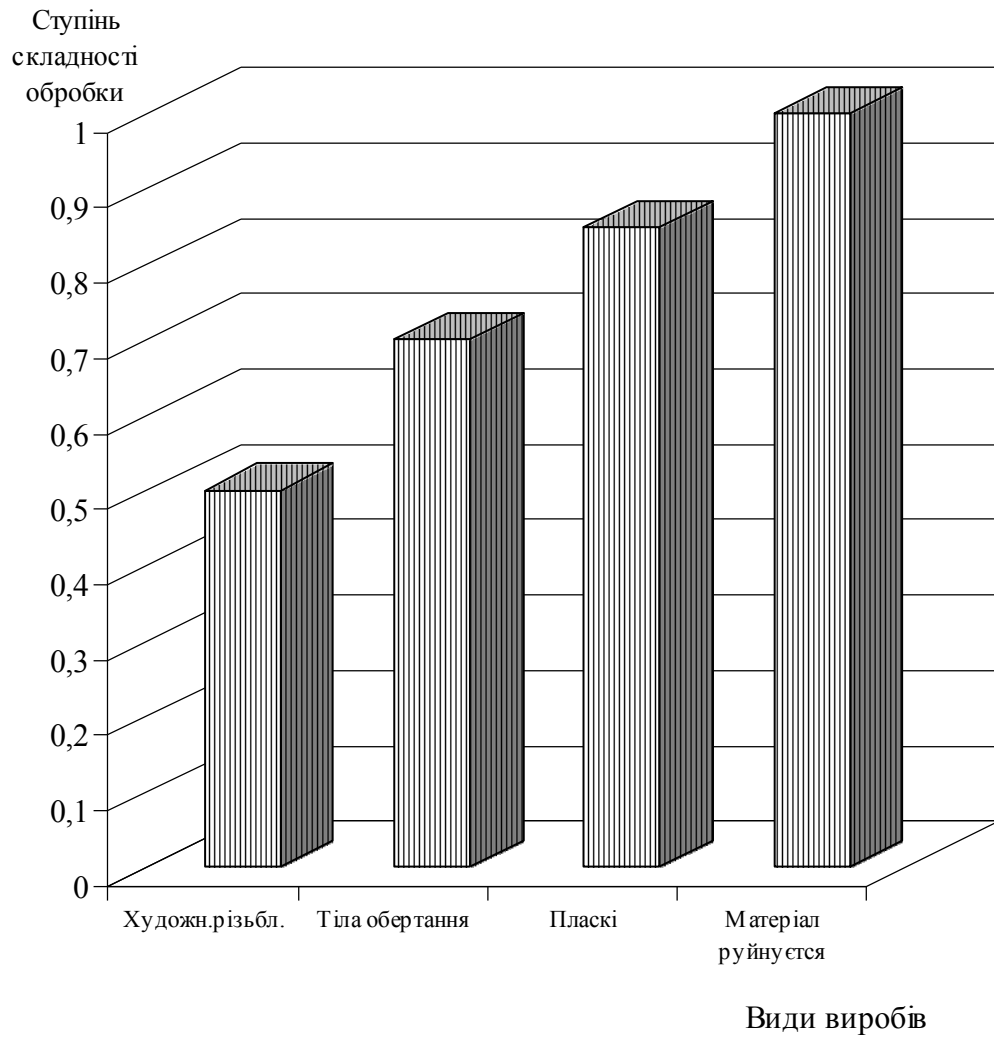


Рисунок 4.13 - Залежність складності обробки від виду виробів



каменю за допомогою форми, розміру, фактури, стилю декоративно-художніх і ювелірних виробів або абстрактних предметів.

*Вироби у формі тіл обертання.* До тіл обертання відносяться вироби, що виготовлені на токарських верстатах – вази, колони, кулі й т.д. Технологічний процес виготовлення ваз і колон складається з наступних операцій: заготівельна, розмічальна, свердлильна, шліфувальна, доводочна, полірувальна.

Камінь вибирають за декоративними ознаками і якістю. Крім візуального огляду, камінь простукують для виявлення тріщин за звуком.

Свердління складається з двох операцій.

1. Свердління отвору для вази.

2. Висвердлювання заготовки з блоку. Операцію виконують на спеціальному свердлильному верстаті. Свердла порожнисті алмазні, частота обертання інструмента 2 500 об/хв., подача ручна. Для ваз невеликого розміру (до 120 мм) можна використовувати керн свердловин.

Після цих операцій заготовку наклеюють на спеціальне оправлення, діаметр і довжина якого повинні відповідати розмірам поглиблення вази. Обробка зовнішньої поверхні ведеться на тім же верстаті. Ця операція складається з трьох етапів.

1. Попередня обробка зовнішньої поверхні за копіром алмазним відрізним диском. Частота обертання диска 3 000 об/хв., виробу 96 об/хв.

2. Чистова обробка зовнішньої поверхні за копіром з припуском 0,3 мм на сторону під остаточну обробку.

3. Остаточна обробка зовнішньої поверхні за копіром плоским алмазним колом з напівкругло-опуклим профілем. Подача – ручна.

У окремих випадках у технологічну схему включають етап просочення каменю спеціальними композитними матеріалами та клеями для зменшення пористості та тріщинуватості при виготовленні виробу.

Полірування зовнішньої поверхні вази виконується повстяним диском із застосуванням водного розчину окису хрому в суспензії. Відклеювання виробу з оправлення і промивання.

Іншим можливим варіантом виробів у формі тіл обертання є сфера (табл. 4.4) або скринька (табл. 4.5). Виготовлення сфери завжди починається з підготовки заготовки у вигляді куба, потім, відповідно до технологічної карти, вирізують 8-кутник, 18-к, 32-к і т.д. У лабораторії обробки каменесамодіючої сировини Державного ВНЗ «Національний гірничий університет» виготовлено сфери різного діаметру із кольорового кварцу, пегматиту, квардиту. Виготовлення сфер великих діаметрів (більше 20 см) здійснюється за наступною технологією: вибір зразка каменю; виготовлення шаблону; сколюванням з попереднім прогрівом (за допомогою вогнемета) зразкові додають форму, близьку до сфери; доведення до ідеальної форми; шліфування і полірування сфери проводять за допомогою дреля вручну.

*Вироби з плоскими поверхнями* – різні види мозаїки (флорентійська, римська, руська), декоративна плитка, піраміди, куби й інші види виробів. Виготовлення мозаїчних виробів з кольорового каменю складається з наступних операцій:

- виконання акварельного малюнка або макета (в залежності від характеру мозаїки);
- розбивка малюнка або макета на окремі елементи мозаїки;
- підбір каменю за кольором;
- розмітка кам'яних плиток на заготовці;
- різання заготовок;
- формоутворення;
- з'єднання окремих деталей елемента мозаїки;
- з'єднання всіх елементів у загальну композицію;
- шліфування і полірування мозаїчного виробу.

Декоративну плитку одержують меншим числом операцій: різання, шліфування і полірування. Декоративні різновиди можуть застосовуватися як

Таблиця 4.4 – Технологічна карта на виготовлення кулі із кварцу

№	Найменування операцій	Обладнання	Інструменти, матеріали (маркування)	Час, хв.
1	Розмітка каменю неправильної форми		Лінійка, алюмінієвий олівець	5
2	Розпилювання каменю й виготовлення куба	Розпилювальний верстат	АОК діаметром 500мм АСР 400/315-100-М1	20
3	Розмітка куба для виготовлення восьмигранника		Олівець, циркуль, лінійка, косинець	5
4	Виготовлення 8-ка з куба	Розпилювальний верстат	АОК діаметром 500мм АСР 400/315-100-М1	20
5	Розмітка 8-ка для виготовлення 18-ка		Олівець, лінійка	5
6	Виготовлення 18-ка	Розпилювальний верстат	АОК діаметром 500мм АСР 400/315-100-М1	15
7	Зрізка 32 вершин з 18-ка	Підрізний верстат	АОК діаметром 200мм АСР 250/200-100-М1	15
8	Профілювання кулі	Токарський верстат, електродриль	Алмазна коронка, діаметр 70мм АСК 315/250-100-М1	30
9	Доведення кулі на металевій трубці	Токарський верстат	Металева оправлення, абразивний порошок карбід бора М150 – М14	20
10	Полірування	Полірувальний верстат	Повстяний полірувальник, суспензія окису хрому й води	5
11	Промивання виробу		Тепла вода, мило, м'яка щітка	2
РАЗОМ				127

Таблиця 4.5 – Технологічна карта на виготовлення скриньки з пегматиту

№	Операція	Обладнання	Інструменти, матеріали (маркування)	Час, хв.
1	Підготовка блоку до свердління – планування сторін	Розпилувальний верстат	АОК діаметром 500мм (АСР 400/315-100-М1)	35
2	Свердління наскрізного отвору	Свердлильний верстат	Алмазний свердел діаметром 40, (АСК 315/250-100-М1)	80
3	Приклеювання металевої оправы до підставки	Електроплита	Клей на основі сургучу й шелаку	15
4	Розмітка заготовки й формоутворення по шаблоні (обдирання)	Токарський верстат, відрізне пристосування	АОК діаметром 200мм (АСР 80/63-100-М1)	180
5	Шліфування й формоутворення за допомогою профільної планшайби	Токарський верстат, відрізне пристосування	Опукла планшайба з радіусом 4мм, (АСК 125/100-100-М1)	180
6	Остаточне шліфування виробу	Токарський верстат	Абразивний порошок (карбід бора М150-М14)	240
7	Відклеювання металевого оправлення	Електроплита	Лещата	15
8	Розмітка дна		Циркуль, олівець	10
9	Одержання окружності	Підрізний верстат	АОК діаметром 200мм (АСР 250/200-100-М1)	15
10	Шліфування	Шліфувальний верстат	Алмазна планшайба (АСР 250/200-100-М1)	75
11	Приклеювання дна		Епоксидний клей	30
12	Фінішне полірування виробу, промивання	Полірувальний верстат	Повстятий круг, розчин окису хрому й води	60
РАЗОМ				935

самостійні архітектурні елементи для створення панно, великих підлогових і настінних композицій, обробки дверей, а також таких предметів інтер'єра, як стільниці, стільці, каміни.

*Художнє різьблення* застосовується у двох випадках: при виготовленні об'ємної мозаїки і при створенні виробів з рельєфними зображеннями (табл. 4.6, 4.7). Технологія різьблення складається з наступних етапів: пошук сюжету і його графічне зображення; грубе обдирання заготовки (здійснюється на універсальній бабці); нанесення рисунку за допомогою бормащини з гнучким валом. У якості інструмента використовують спеціальні алмазні бори, що виготовляються, як правило, самим майстром. Доведення, шліфування і полірування виробу здійснюється за допомогою мікропорошків. Висота рельєфу залежить від розміру каменю або дизайну. Різьблення на камені є найбільш трудомістким видом робіт (табл. 4.8) з каменю при будь-якому його виді: скульптура, рельєф, горельєф, барельєф, дрібна пластика, гліптика (камеї, інталії).

#### 4.2.4 Технологічні параметри обробки

Технологія обробки припускає процес додання каменю необхідної форми й зовнішньої обробки за допомогою розпилювання, фрезерування, свердління, шліфування, полірування, операцій доведення (травлення, парафінування), гравірування (різцем, ультразвуком). Глибоке вивчення технологічних властивостей каменю є основною складовою правильного вибору інструменту і параметрів процесу обробки на всіх стадіях виготовлення виробів, грамотного призначення раціональних технологічних режимів обробки кожного виду каменю [43]. Вихідні показники параметрів технологічних процесів визначаються з урахуванням мінералогічного складу, наявності у камені мікротріщин і пор, характеру зчеплення зерен, а також ступеня свіжості мінеральних компонентів. Загальновідомо, що більшість ювелірної, ювелірно-виробної і виробної сировини обробляється

Таблиця 4.6 – Технологічна карта на виготовлення художнього різьблення з квардіту

№	Операція	Обладнання	Інструменти, матеріали (маркування)	Час, хв.
1	Розмітка ручок на пластині		Лінійка, олівець	15
2	Випилювання по шаблоні	Підрізний верстат	АОК діаметром 200мм (АСР 250/200-100-М1)	25
3	Формоутворення 2-х ручок з квардіту	Бормашина	алмазний бор, алмазні круги D=3-15мм (АСМ 200/160-50-М1)	240
4	Шліфування й полірування ручок	Бормашина	Шліфувальні круги (алмазна паста АСМ 3/2П)	180
5	Свердлення отворів для штифтовки ручок	Свердлильний верстат	Трубчасті свердла з алмазним напилюванням	60
6	Приклеювання ручок		Епоксидний клей	25
РАЗОМ				545

Таблиця 4.7 – Технологічна карта на виготовлення мозаїки «Пелюстки» із скам'янілої деревини

№	Операція	Обладнання	Інструменти, матеріали (маркування)	Час, хв.
1	Виготовлення шаблонів по готовому ескізу		Олівець, лінійка, гумка, ножиці	15
2	Розпилювання матеріалу на пластини	Розпилювальний верстат	АОК діаметром 500 мм (АСР 400/315-100-М1)	90
3	Розмітка пластин по шаблоні		Шаблон, олівець, черкалка	30
4	Розпилювання пластин на заготівлі	Підрізний верстат	АОК діаметром 200 мм (АСР 250/200-100-М1)	180
5	Виготовлення «вікна» під мозаїку	Гідроабразивна установка	Гранатовий абразивний порошок М 160	20
6	Припасування заготівель під «вікно» у вигляді пелюсток	Бормашина	Алмазні бори, хонинги, круги різної конфігурації	360
7	Монтаж і склейка мозаїки		Епоксидна смола	360
8	Шліфування виробу	Шліфувальний верстат	Чавунний шліфувальний диск (абразивний порошок карбід бора М150 – М14)	90
9	Полірування виробу	Полірувальний верстат	Пластикові круги із закріпленим абразивом (600 – 3000)	180
10	Промивання		Мило, гаряча вода	10
РАЗОМ				1335

Таблиця 4.8 – Технологічна карта на виготовлення камеї із квардита

№	Найменування операції	Обладнання	Інструменти, матеріали (маркування)	Час, хв.
<b>Виготовлення вручну</b>				
1	Розпилювання заготівлі на пластини	Розпилювальний верстат	АОК діаметром 500мм (АСР 400/315-100-М1)	30
2	Розмітка		Олівець, лінійка	20
3	Розпилювання пластин на заготівлі	Підрізний верстат	АОК діаметром 200мм (АСР 250/200-100-М1)	130
4	Нанесення малюнка на заготівлю		Олівець	720
5	Різьблення портрета (утворення барельєфа)	Бормашина	Алмазні бори, хонинги, круги різної конфігурації	1440
6	Шліфування й полірування	Бормашина	Шліфувальні круги (алмазна паста АСМ 3/2П)	560
7	Промивання		Мило, гаряча вода	10
Разом				48,5 години
<b>Виготовлення за допомогою ультразвукової установки</b>				
1	Підготовка й розмітка матеріалу		Олівець, лінійка	20
2	Розпилювання	Розпилювальний верстат	АОК діаметром 500мм (АСР 400/315-100-М1)	40
3	Додання заготівлі геометричної форми	Шліфувальний верстат	Чавунний шліфувальний диск (абразивний порошок карбід бора М150 – М14)	40
4	Обробка ультразвуком	Ультразвукова установка	Карбід бора (М 53, М 28, М 14, М 10)	50 20 20 10
5	Полірування	Бормашина	Полірувальні круги (алмазна паста АСМ 3/2П)	140
6	Промивання		Мило, гаряча вода	20
Разом				6 годин



(шліфується) переважно з використанням алмазного інструменту [44, 45]. Крім того, деякі з напівдорогоцінних каменів, наприклад, всі камені групи кремнезему (агат, кахолонг, хризопраз, сердолік), а крім того, яшми, кольоровий кварц, скам'яніле дерево, кремій не можуть бути оброблені без застосування процесів алмазного шліфування.

За своїми фізико-механічними властивостями квардіт достатньо міцний (твердість 6,5) матеріал, що добре приймає полірування до дзеркального блиску. Квардіти легко обробляються – пиляються (алмазним інструментом з фракцією алмазного зерна до 200 мк), шліфуються й поліруються твердими полірувальниками (фанера, пластик). Для квардітів характерні непостійний склад і неоднорідна структура, що обумовлюють різну технологію обробки окремих різновидів. Різновиди з підвищеною тріщинуватістю при поліруванні утворюють матову, тьмяну поверхню і тому не використовуються при виготовленні виробів. Діапазон використання квардітів широкий: від облицювального до ювелірно-виробного матеріалу, що вживають у каменерізному мистецтві і художній мозаїці.

Висока твердість (до 7,5) жильного кварцу обумовлює механічну міцність, що дозволяє різати (алмазний інструмент з фракцією алмазу від 250 до 400 мк) сировину на міліметрові пластинки, які просвічують при товщині до 1,5 см і прозорі при товщині до 5 мм. Сировина вищої якості (прозора, напівпрозора з однорідним забарвленням) приймає дзеркальне полірування (повстятий круг з окисом хрому) і придатна для виготовлення ювелірних виробів. Виробна сировина застосовується при виготовленні камей, скриньок, фігурок тварин та людей, а ювелірно-виробна при виготовленні прикрас.

Графічні пегматити піддаються всім видам обробки, приймають полірування твердими полірувальниками (фанера, пластик) до дзеркальної поверхні, а також ріжуться алмазним інструментом з фракцією алмазного зерна до 200 мк. Змінення напрямку зрізу утворює новий текстурний рисунок, що не знижує декоративність каменя. Можливим дефектом обробки деяких

різновидів декоративних пегматитів може бути накладена тріщинуватість і нерівномірність полірування (обумовлена різною твердістю породоутворювальних агрегатів і їх орієнтуванням у просторі). Використовують цей виробний матеріал при виготовленні каменерізних виробів, плитки, мозаїчних робіт, підставок, ваз.

Якість полірування скам'янілої деревини різного генезису, а також зразків, відібраних на різних ділянках відслонень, змінюється залежно від ступеня окременіння. Полірування зразків з дрібними пустотами за допомогою пасти окислу хрому приводить до попадання пасти у пори каменя, що псує зовнішній вигляд виробу. Для уникнення подібних дефектів при обробці необхідно проводити закладення пустот епоксидною композицією: для різновидів із світлими кольорами – з безбарвним ствердителем, для кольорових - із забарвленим. Більшу частину різновидів скам'янілої деревини полірують твердими полірувальниками (фанера, пластик).

Першу операцію формоутворення виконують на режимах грубого (попереднього) шліфування абразивними або алмазними інструментами зернистістю 60/40 – 40/28. Остаточне формоутворення виконують декількома операціями шліфування абразивними або алмазними інструментами зернистістю 14/10, 7/5 і M28. Розпилювання кольорового кварцу і пегматиту здійснюється відрізними дисками діаметром 500, 400, 200, 150 і 100 мм із суцільним алмазним шаром з розміром зерен 400/250. Зерна алмаза повинні відповідати найменшій крихкості і великій міцності (маркірування АСК). Зв'язка для закріплення зерен алмаза повинна відповідати марці М 10, концентрація алмазного порошку у відрізнних дисках – 100%. Товщина алмазного шару для діаметрів 500, 400 складає 4 мм, для 300, 200 – 2 мм, для 150 і 100 – 1,5 мм. В якості охолодних рідин для щільних і масивних пегматиту, квардіту, жильного кварцу використовувалися спеціальні рідини – суміш гасу й мастила, а для пористих зразків – розчин води з пральним миючим засобом. Площинні заготовки з кольорового каміння, що вивчається,

шліфують на горизонтальній планшайбі. На обертове коло подають суспензію з карбіду кремнію, а оброблювану заготовку притискають до площини планшайби вручну. Шліфування площинних заготівель можна робити і на плоскошліфувальних верстатах. Для свердління кольорового каміння застосовують алмазні трубчасті свердла з природного алмаза (AP 200, 200/160, AP 120, 125/100) на металевій зв'язці M10.

Досить важливим фактором, що впливає на продуктивність процесу свердління і стійкість алмазного інструмента, є система охолодження зони обробки. Охолодні рідини – ті ж, що і при операціях розпилювання.

#### 4.2.5 Технологічні властивості досліджуваної сировини

До основних технологічних властивостей каменю, що обумовлюють здатність каменю піддаватися обробці різними методами та вибір інструменту, відносять: твердість, в'язкість, тріщинуватість, абразивність, анізотропність, спайність, здатність приймати дзеркальне полірування, форма і розмір вихідних зразків.

*Твердість* – це здатність каменю чинити опір механічному впливу під час обробки. У залежності від твердості камені поділяють на легко оброблювані та важко оброблювані. При твердості каменю від 1 до 4 (за шкалою Мооса) при обробці використовують побідитовий інструмент, а при твердості більш як 5 (за шкалою Мооса) – тільки алмазний. Твердість кольорового кварцу, письмового пегматиту, квардіту більша 5, тому ці види обробляються алмазними інструментами.

*В'язкість* характеризує спротив до переміщення часток каменю під впливом прикладеної сили. За ступенем в'язкості розрізняють крихкі, середньої в'язкості, в'язкі та високої в'язкості каменів. Висока в'язкість утруднює обробку. Серед кольорового каміння, що вивчається, не має в'язких каменів.

*Абразивність* каменю характеризується зношуванням обробного інструмента у процесі роботи. Ця властивість залежить від вмісту в камені абразивних мінералів (кварцу, корунду й ін.). Згідно з методом Л. І. Барона й А. В. Кузнєцова (ИГД ім. А.А. Скочинського) абразивність порід оцінюється середньою втратою у вазі (у міліграмах) тупого циліндричного стрижня з вуглецевої срібної сталі шляхом стирання його об породу при обертанні зі швидкістю 400 об/хв. під осьовим навантаженням 15 кгс протягом 10 хв. Всі гірські породи за абразивністю розділяються відповідно до цього методу на 8 класів. У результаті експериментальних робіт з обробки кольорового каміння, що вивчається, встановлено клас порід за абразивністю (табл. 4.9).

*Здатність приймати дзеркальне полірування* не пов'язана з фізико-механічними характеристиками каменю, а цілком залежить від петрографічних особливостей. За поліруванням камені поділяються на два класи: такі, що поліруються, і такі, що не поліруються. Кожен вид каменю характеризується граничним блиском, після досягнення якого якість полірованої поверхні в процесі обробки не поліпшується. Граничний блиск групи гранітів визначається мінералогічним складом породи, в якому домінуюча роль належить кварцу і польовим шпатам. До групи каменів, що добре поліруються, належать основні декоративні різновиди кварцу, квардіту, пегматиту та скам'янілої деревини. До порід, що не піддаються поліруванню, належать у основному породи крупнозернистої структури та пузирчастої текстури, у складі яких переважають мінерали, що не поліруються (глинисті, оксиди заліза, рудні мінерали, алюмосилікати та подібні до них). Якісна оцінка каменів, що вивчаються, надана за допомогою вимірювання блискоміром НИИКС-М за відбивною здатністю гранично відполірованої поверхні (табл. 4.10). Встановлено, що декоративні різновиди жильного кварцу, пегматиту, скам'янілої деревини, квардіту мають різні категорії полірування в залежності від генетичного типу і вмісту мінералів - домішок. На якість полірування також впливає техногенна тріщинуватість, яка погіршує, або унеможлиблює одержання дзеркальної поверхні.

Таблиця 4.9 – Класифікація порід за абразивністю (за Л.М. Бароном і А.В. Кузнецовим)

Номер класу абразивності	Характеристика породи	Абразивність, мг	Вид кольорового каменю
II	Малоабразивні	5...10	скам'яніла деревина
IV	Середньоабразивні	18...30	квардіт
VI	Підвищеної Абразивності	45...65	пегматит
VII	Високоабразивні	65...90	жильний кварц

Таблиця 4.10 – Класифікація кольорового каміння за ступенем полірування

Категорії	Полірованість (граничний блиск)		Вид кольорового каменю
	відносні одиниці	% від еталону	
I (відмінна)	170...200*	85...100	Пегматит, жильний кварц, квардіт, скам'яніла деревина в залежності від різновиду конкретного каменю
II (хороша)	140...170	75...85	
III (середня)	70...140	35...75	
IV (погана)	<70	<35	

\* Блиск еталону (скла).

Полірована поверхня письмових пегматитів розкриває декоративний малюнок від дрібнографічного до гігантографічного, утворених вrostками прозорого й димчастого кварцу в польових шпатах. Між значеннями твердості польових шпатів (6,5 за Моосом) і кварцу (7 за Моосом) незначна різниця, але й вона може вплинути на якість полірування – на відполірованій поверхні іноді спостерігаються виступи у вигляді іхтіогліптів кварцу. Здатність письмових пегматитів приймати дзеркальне полірування дає можливість використовувати основні різновиди як ювелірну сировину. Якість полірування залежить від декількох факторів: мінеральний склад письмових пегматитів, орієнтування площини зрізу стосовно спайності породоутворювального польового шпату. Ступінь полірування кольорового каміння можна оцінювати за допомогою процентного вмісту площі дзеркальної поверхні й класифікувати на три види: 100% полірування, площа дзеркальної поверхні 70-100 %, площа дзеркальної поверхні 50-70%.

*Анізотропність* - здатність каменю розколюватися в одних напрямках легше, ніж в інших. Анізотропність обумовлена неоднаковістю фізичних властивостей каменю у різних напрямках. Найбільшою мірою ця властивість характерна для гранітів і пегматитів. Анізотропність варто враховувати при ударній обробці каменю.

*Спайність* – властивість мінералів розколюватися під дією механічних сил по визначених кристалографічним напрямкам, паралельним дійсним або можливим граням. Камені з досконалою і дуже досконалою спайністю погано обробляються до сферичної поверхні. Деякі утруднення при обробці письмових пегматитів може викликати досконала спайність польових шпатів. Камені можуть сколюватися по площинах спайності при обробці, що спричинить утворення шорсткуватої поверхні.

*Тріщинуватість* каменів ускладнює технологічний процес обробки каменю і обумовлює сколювання на сферичній поверхні. Такі камені звичайно використовують для виготовлення виробів з плоскими поверхнями. Тріщинуватість у генетичному відношенні підрозділяється на два види:

природну, заліковану згодом вторинними мінералами; і техногенну, що утворився в результаті видобутку, транспортування. Кольорові камені, що вивчаються, мають як природну, так і накладену тріщинуватість. Природні тріщини буро-коричневого кварцу гранітів і пегматитів виконані гідроксидами заліза, у пегматитах іноді частково слюдою. Перші утворюють на полірованій поверхні пегматиту слабо помітні рудуваті "ниточки", які практично не впливають на якість текстурного малюнка. Але, тріщини, виконані слюдою, погіршують якість полірування. На зразках, у місцях, де вони зустрічаються, іноді можна побачити неглибокі й тоненькі жолобки, що залишилися після випадання лусочок слюди.

*Форма і розмір зразків і блоків* регламентують сферу використання каміння при виготовленні виробів із заданими параметрами й обмежуються технічними можливостями обробки сировини. Зазвичай ці параметри визначають на початкових стадіях вивчення сировини, тобто у польових умовах. Стандартний розмір для першого сорту багатьох видів виробної сировини становить 10x10 см для виготовлення облицювальної плитки, але кабошон, виготовлений із зразка 7x 5x 0,5 см може коштувати дорожче, ніж облицювальна плитка більшої площі. Тому сучасний ринок сприймає всі розміри і більш позитивно ставиться до сировини дрібних розмірів.

Форма блоків і зразків жильного кварцу обумовлені природними умовами утворення (блоки) та способом видобутку (уламки). Наявність у гранітах Токівського масиву трьох систем тріщин, що перетинаються під кутами 50-90°, уможлиблює отримання косокутних блоків, форма яких забезпечена лінійними розмірами та їх співвідношенням, паралельністю площин сторін. Тріщини проявів Мар'ївське і Шолохівське розбивають жильний кварц на плитчасту або глибово-кубічну окремість. Відстань між горизонтальними тріщинами від 6 до 80 см (у середньому 18-20 см), між вертикальними – 10-60 см (у середньому 20-30 см). Форма уламків у основній масі сировини ізометрична і подовжена, розмір у поперечнику – до 30 см.

За результатами досліджень виділено такі групи форми зразків: подовжені, плоскі, ізометричні, вигадливі (рис. 4.14), що визначаються параметрами вихідного дерева і тріщинуватістю. Подовжена або витягнута форма переважає серед досліджуваних зразків, при цьому встановлені два види, що у кількісному вираженні представлені співвідношенням сторін 1:1:5 і 1:2:5 (і більше). Перший – це уламки відносно нетовстих стовбурів дерев і сучків, другий визначається діагональними і поперечними тріщинами, а також річними кільцями.

Плоскі форми мають ледь вигнуті обриси у поперечному зрізі, успадковуючи округлу форму вихідного дерева. Тонкі пластини (товщиною 0,5 см і менше) являють собою якісний декоративний матеріал.

Ізометрична форма зразків також утворюється за допомогою тріщин, що формувалися у процесі силіфікації деревини або після окремінення скам'янілого дерева (наприклад, під впливом тиску вищезалігаючих порід). У такому випадку мали поперечний напрямок.

Зразки з вигадливою (химерною) формою деревини навіть без попередньої обробки мають мінералогічну і колекційну цінність. Крім того вони можуть слугувати матеріалом для авторських робіт. Причини виникнення таких форм різні: вибіркоче фізико-хімічне руйнування, дефекти дерев, червоточини, випадковий відкол.

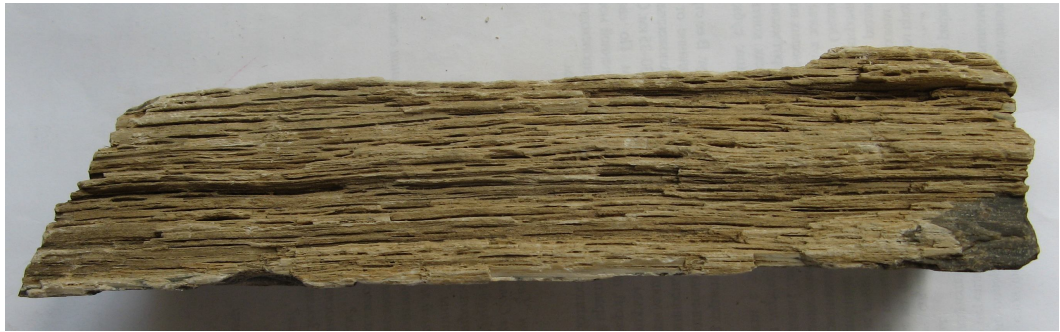
Відомо, що розмір сировини (у природному стані або після видобутку) визначає технологію обробки і вид виробів. Обробка інформації за видами виробів, що виготовлені із певної форми і розміру зразків деревини (112 штук) забезпечили виділення п'яти груп за розміром: до 5 см, 5 - 10 см, 10 - 20 см, 20 – 30 см, і більше 30 см, які відображують широку область застосування скам'янілої деревини (рис. 4.15).

Результати комплексного вивчення технологічних властивостей кольорового кварцу, графічних пегматитів і скам'янілого дерева наведено у таблицях 4. 11, 4.12, 4.13.





1



3



4

Рисунок 4.14 – Форма зразків скам'янілої деревини: 1 – ізометрична, 2 – пласка, 3 – видовжена, 4 – химерна.

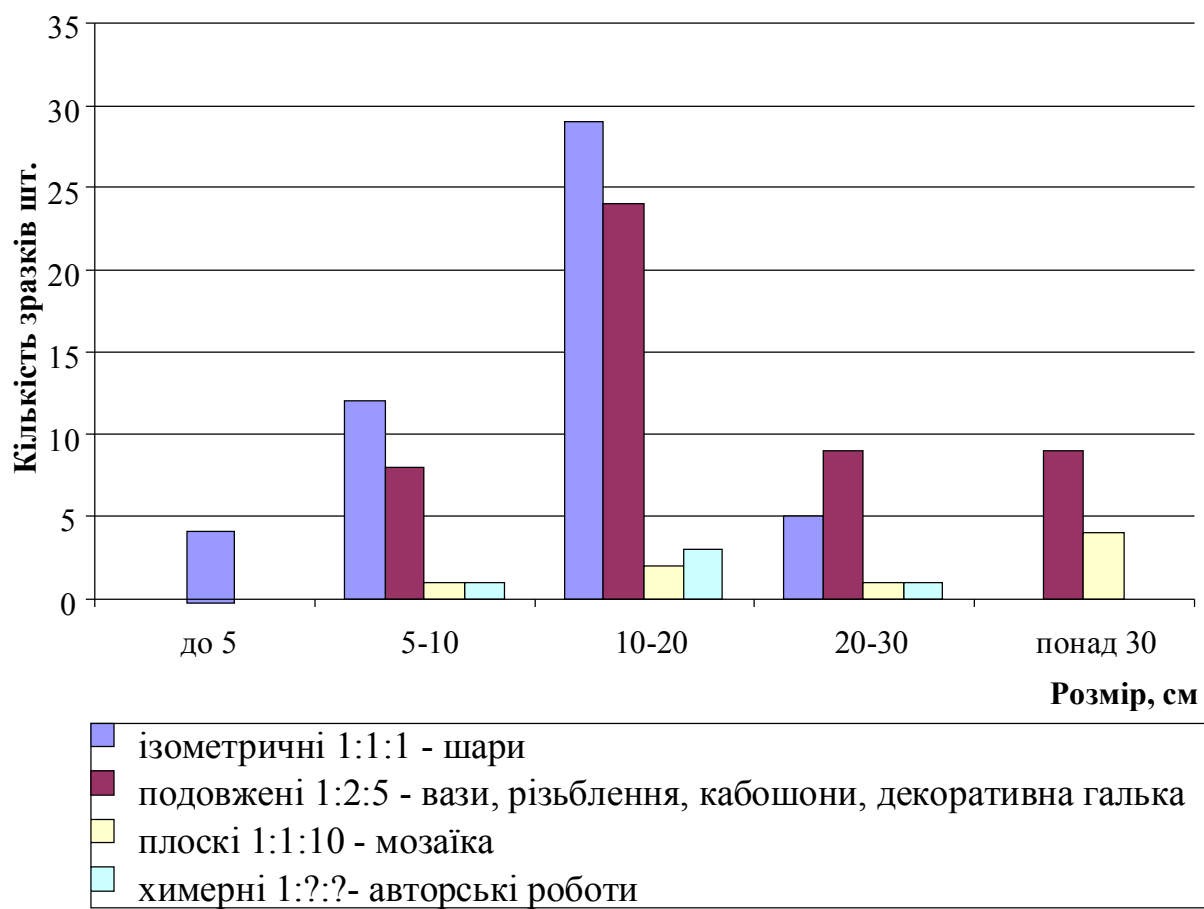


Рисунок 4.15 – Вплив форми і розміру зразків на напрямки використання скам'янілої деревини

Таблиця 4.11 – Технологічні властивості жильного кварцу

Вміщувальні породи	Розмір, мм	Форма зразків	Твердість	Питома вага, г/см <sup>3</sup>	Тріщинуватість	Полірування, %
Гнейси, мігматити	200×240×300	Паралелепі- педальна, трапецієподібна	7	2,69-2,77	Середня	95
Пегматити	100×250×200	Блокова, неправильна	7	2,66- 2,70	Середня	75-90
Граніти	15×20×200	Ізометрична, неправильна	7	2,58 – 2,67	Середня, підвищена	55-70
Тектоніти (тектоно- метасоматичні зони розломів)	100×2×150	Неправильна	6,5 - 7	2,54 – 2,61	Середня, підвищена	75-80

Таблиця 4.12 – Декоративні та технологічні властивості пегматитів

Вид виробів		Форма	Розмір, см	Рисунок	Кольори	Тріщинуватість	Полірування
Ювелірні вставки		Ізометрична, пластинчаста	1-2	Дрібнографічний	Яскравий	Виключена	100% дзеркальної поверхні
			2-5	Дрібнографічний, середньогграфічний			
Декоративно- художні вироби	Вироби із пласкими поверхнями	Ізометрична, пластинчаста, подовжена	5-30	Дрібнографічний, великографічний	Всі кольори та їх насиченість	Припустима, не порушує цілісність зразка	100% або 70-100% дзеркальної поверхні
	Тіла обертання						
Архітектурні елементи		Ізометрична, пластинчаста, подовжена	30 і вище	Великографічний, гігантографічний	Всі кольори та їх насиченість	Припустима, не порушує цілісність зразка	100% , 50-70% площі дзеркального полірування
Декоративна галька		Ізометрична	2-5	Дрібнографічний, середньогграфічний	Всі кольори та їх насиченість	Припустима, не порушує цілісність зразка	100%, 70-100% площі дзеркального полірування
Колекційний матеріал		Пластинчаста, ізометрична	5-30	Дрібнографічний, середньо графічний, великографічний, гігантографічний	Всі кольори та їх насиченість	Припустима, не порушує цілісність зразка	100% площі дзеркальної поверхні

Таблиця 4.13 – Декоративні та технологічні властивості скам'янілого дерева

Сортові групи	Розмір	Форма	Ступінь полірування	Забарвлення	Рисунок	Тріщинуватість
I	Понад 5 см	Неважлива	Дзеркальний	Яскраве	Вихідного дерева	Без тріщин
II	Понад 5 см	Вигадлива	Дзеркальний, гарний, середній	Різні кольори	Пейзажний	Не порушує цілісність зразка
III	10 см і вище	Неважлива	Гарна середня	Різні кольори	Вихідного дерева	Не порушує цілісність, зразка
Колекційний матеріал	Понад 5 см	Форма вихідного дерева і його частин (гілка, стовбур)	Неважливий	Незвичайне, пов'язане з геологічними процесами	Вигадливий, пов'язаний з геологічними процесами	Природні тріщини, пов'язані з геологічними процесами

#### 4.2.6 Технологічна класифікація

Першу спробу класифікувати неорганічні тіла зробив Аристотель, а його учень Теофаст описав деякі види коштовного каміння. Римський вчений Пліній Старший у своїй енциклопедії «Природна історія» п'ять томів присвятив опису мінералів. Значний внесок у вивчення каменів належить Аль-Біруні, Ф.Б. Брікману, а у Росії та СРСР – В.М. Севергіну, М.І. Пиляєву та іншим. На початку ХХ століття відомий російський знавець каменю академік О.Є. Ферсман на основі класифікації німецького вченого К. Клуге створив свою класифікацію природного каміння. Надалі значний внесок у класифікацію каміння внесли В.І. Соболевській, Є.Я. Києвленко та інші дослідники. Необхідно відзначити, що жодна з класифікацій каменесамощвітної сировини - К. Клуге (1860), О.Є. Ферсмана (1920), В.І. Соболевського (1971), Є.Я. Києвленко (1980), класифікація України (постанови КМ України від 27.07.94 і 08. 04.98) і деякі інші – не є універсальними, оскільки не дають кількісних показників або характеристик, а базуються на вартісних та органолептичних оцінках природного каміння [46, 47]. Сьогодні звичайно користуються класифікацією Є.Я. Києвленка, що є по своїй суті, більш сучасною логічною розробкою класифікації А.Е.Ферсмана, у якій врахована ринкова вартість мінералів і характер використання в ювелірних виробках і предметах художньо-каменерізного промислу. Відповідно до результатів досліджень Є.Я. Києвленка (1983), оцінка якості каменесамощвітної сировини вимагає спеціальних мінералого-петрографічних і технологічних досліджень, що проводяться у визначеній послідовності:

- вивчення «сирого» каменю, що включає точну діагностику, виділення декоративних різновидів за кольором та інтенсивністю забарвлення, ступенем прозорості, текстурним малюнком, визначення специфічних ефектів (іризація, астеризм і т.п.), а також характеристику дефектів;

- технологічні іспити: огранювання (ювелірні камені); виготовлення кабошонів і плоских ставок (ювелірні і ювелірно-виробні); виготовлення полірованих зрізів (ювелірно-виробні і виробні);

- оцінка – остаточна оцінка кольорового каменю в обробленому вигляді і його зіставлення з мінеральною сировиною відомих родовищ, що дозволяє прогнозувати можливий попит;

- стандартизація – сортування проби за вимогами галузевих стандартів або технічних умов. Для каменів, не охоплених стандартами, підбирається аналог, наприклад, декоративні роговики уподібнюються яшмам і т.д. Одночасно визначається придатність некондицій у якості колекційного матеріалу.

Ця схема лежить сьогодні в основі вивчення будь-якого виду каменесамоцвітної сировини, причому вибір і роботу за кожним пунктом діючі підприємства здійснюють самостійно.

Технологічна класифікація А.І. Цюрупи узагальнює позицію ювелірів і оброблювачів кольорового каміння і спирається на певні об'єктивні кількісні показники, що визначають здатність природного каміння приймати необхідну форму та фактуру в процесі обробки і зв'язані з його об'єктивними властивостями. Твердість мінералів, з яких складається камінь, покладена в основу цієї класифікації, яка дозволяє обґрунтовано визначати способи й трудомісткість обробки каменю. На трудомісткість обробки каменю, крім твердості, впливає однорідність каменю і його структура. Чим менше опір каменю стиранню, тим легше його обробляти. Основним критерієм класифікації є розподіл всієї сукупності природних ювелірних і виробних матеріалів на типи, підтипи, групи згідно з провідними технологіями обробки, єдиним для кожної аксонометричної одиниці. Оскільки технологія визначається фізико-механічними й декоративними якостями каменю, то саме ці якості й властивості винесені у визначення. Природно, що для різних виробів і способів обробки першорядними будуть різні властивості

матеріалу: твердість, прозорість, кольори, спайність, рисунок і т.д. Виділено три типи каміння: ювелірні, ювелірно-виробні й виробні.

*Ювелірні камені* за відносною роллю провідних декоративних факторів – прозорість, блиск і колір – підрозділяються на чотири підтипи: прозорі, непрозорі блискучі, просвітчасті й непрозорі матові. Головна властивість, що визначає достоїнства цих каменів, – *світлозаломлення*, для виявлення якого каменю надається правильна фасетна огранка. Форма огранювання підбирається так, щоб забезпечити максимальну дисперсію світла (гру) і максимальне внутрішнє відбиття (блиск). Для анізотропних мінералів важливе ще й правильне орієнтування виробу. Твердість обумовлює дві найважливіших властивості: застосовність алмазних абразивів і стійкість, довговічність виробу. З каменів цього підтипу виготовляють й кабошони, але звичайно тоді, коли каменю властиві різні дефекти, або надмірно густе фарбування, або астеризм, відомий у корундах, гранатах, хризоберилі. Єдиний камінь цієї групи - алмаз - обробляється тільки алмазом, у виробках практично вічний.

Камені твердістю 7 і нижче допускають обробку корундом, стійкі стосовно кварцового пилю, а з твердістю від 7 до 5 обробляються практично будь-якими абразивами, стійкі відносно скла. Камені твердістю менше 5 не стійкі стосовно скла, при постійному носінні протягом багатьох років тьмяніє полірування і «завалюються» ребра. Підрозділяються на дві групи: однорідні камені й рисунчасті. Наявність рисунка визначає вибір форми виробів. Яскравозафарбовані камені звичайно використовують при виготовленні кабошонів. Форма виробів каменів з малюнком або декоративними включеннями довільна, часто сплющена. Непрозорі матові камені з чистим фарбуванням і надзвичайно щільною, однорідною фактурою поверхні розділяються на дві групи: матеріали, що піддають механічній обробці (вироби довільної форми, кабошони, бусини) і використовувані з неопрацьованою поверхнею.



*Ювелірно-виробні* камені підрозділяються на три підтипи за співвідношенням механічних якостей: в'язкості (міцності) і твердості. Камені із твердістю більше 5 і підвищеною в'язкістю можуть бути конструкційним матеріалом ювелірних прикрас, у тому числі браслетів, кілець. Форма виробів з твердих каменів середньої в'язкості, непрозорих або таких, що тільки слабо просвічують, визначається винятково декоративними властивостями поверхні. До цієї групи належать скам'яніле дерево і графічний пегматит. Камені, що можуть використовуватися з неопрацьованої поверхнею, – аметистові й кварцові щітки. М'які й середньої твердості камені допускають токарську обробку, способи їх використання досить різноманітні: гліптика, мозаїка, скульптура, кабошони й плоскі вставки. Деякі камені допускають термічну обробку, або обробляються тільки у холодному стані.

*Виробні камені* підрозділяються по твердості, а, отже, по техніці обробки на три підтипи. Тверді (твердість 5 і вище) камені використовуються у різних виробках із пласкополірованими й криволінійними поверхнями, іноді у комбінації з металом. Групування каменів усередині цього підтипу пов'язане з особливостями їхньої обробки (різання й полірування), які залежать від розміру мінеральних зерен, характеру спайності, розкиду твердості й стійкості до масляних емульсій при розпилюванні. До цієї групи належать льодистий кварц, жильний кварц (різання не можна робити на масляних емульсіях через здатність просочуватися ними), джеспіліти (приймають досить неоднорідне полірування через наявність м'яких компонентів), пегматит (камені, позбавлені специфічних дефектів).

Камені середньої твердості (від 5 до 3) по ступені просвічуваності розділяються на дві групи. До першої належать просвітчасті камені («онікси»), які широко використаються в тонких просвітчастих виробках, як у різьблених, так і у пласкополірованих формах. Непрозорі або слабо просвітчасті камені крім пласкополірованих форм особливо широко застосовуються в скульптурі.

М'які (твердість менше 3) камені: просвітчасті й прозорі камені, непрозорі або слабко просвітчасті камені. Обробка каменів цієї групи здійснюється металічними інструментами.

Кольорове каміння, що вивчається, згідно з основним законодавчим документом України про каменесамощвітну сировину від 18 листопада 1997 року «Про державне регулювання видобутку, виробництва і використання дорогоцінних металів і коштовних каменів і контроль операцій над ними» відноситься до напівкоштовного каміння другого порядку, тобто це ювелірно-виробні й виробні камені. Вони широко застосовуються при виготовленні авторських робіт, ювелірних виробів, в декоративно-прикладному мистецтві для виробництва різних рельєфних, скульптурних і мозаїчних художніх робіт. Декоративні й технологічні властивості ювелірно-виробного (різновиди кольорового кварцу, пегматиту, квардиту і скам'янілого дерева) і виробного (пегматити, квардіт, скам'яніле дерево) каміння як моно - так і полімінеральних агрегатів залежать від їх речовинного і мінерального складу, текстури і структури, і визначають можливість виготовлення виробів різних форм, технологію обробки каменя, діапазон і напрям його практичного використання.

## 5 ГЕОЛОГО-ПРОМИСЛОВІ КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ

Розробка сучасних вимог до визначення якості і області вживання кожного окремого виду кольорового каміння дозволить позиціонувати сировину і вироби з неї як товар, що є дуже актуальною задачею при ринкових умовах господарювання.

### 5.1 Критерії оцінки якості

Критерії оцінки якості досліджуваних видів каменесамоцвітної сировини визначалися згідно з методикою гемологічної оцінки каменесамоцвітної сировини, що розроблена у 1999-2002 рр. у Гемологічному центрі Державного ВНЗ «НГУ», є результатом всебічного вивчення багатьох видів вітчизняного кольорового каміння і складається з наступних етапів: діагностика, дизайн, обробка і оцінка [48]. Основні стадії оцінки: 1) визначення розмірів, форми зразка і його декоративних і технологічних властивостей; 2) дизайн (встановлення видів виробів, що максимально розкривають природну красу каменя); 3) складання технологічних карт виготовлення виробів; 4) вартісна оцінка сировини і виробів з нього. Апробація методики дозволила встановити критерії оцінки якості для таких видів вітчизняного каменя, що видобуваються супутньо: джеспіліт, епідозит, агати Рафалівського родовища базальтів.

Методика постійно уточнювалась та верифікувалась на нових видах кольорового каміння. Вдосконалення методики, яка має стати науково-практичною основою сучасної гемології, базується на новітніх положеннях теорії обробки матеріалів та узагальненні результатів експериментальних даних. Системний підхід до вивчення сировини забезпечив ефективне розв'язання проблеми. У даний час алгоритм гемологічної оцінки з визначенням критеріїв якості відображено у наступних етапах.

1. Встановлення принципової можливості використання конкретного виду сировини у якості каменебарвної. Результатом аналітико-експериментальних досліджень цього етапу є визначення ступеню тріщинуватості та здатності приймати дзеркальне полірування. Ці властивості мають вирішальне значення при встановленні можливості виготовлення виробів з будь-якої каменебарвної сировини.

2. Визначення декоративних властивостей каменю та його різновидів: прозорість, колір, текстурний рисунок, що дозволяють встановити область можливого вживання та віднести кольорове каміння до конкретної групи сировини (ювелірна, ювелірно-виробна, виробна, колекційна).

Для кожного виду каменя існує своя шкала виміру якості й критеріїв її оцінки. Кінцевою метою розробленої методики є виявлення економічно вигідних напрямів використання каменебарвної сировини. Оцінка сировини у т.ч. вартісна слугує одним із найважливіших інструментів впливу на розвиток вітчизняного ринку кольорового каміння і виробів з нього.

Методика Гемологічного центру Державного ВНЗ «НГУ» спрямована на вирішення проблеми забезпечення раціонального та комплексного використання каменебарвних сировинних ресурсів, а також подальшого вивчення каменесамецвітної та ювелірної сировини з метою розширення її асортименту і розвитку вітчизняної високотехнологічної каменеобробної та ювелірної промисловостей.

**Письмовий пегматит.** Досліджено декоративні властивості близько 80 зразків письмових пегматитів родовища Балка Великого Табору, а також складено колекцію декоративних різновидів. Оцінка декоративності здійснювалась спочатку в процесі польових спостережень, а потім продовжувалась у лабораторних умовах з корекцією категорії декоративності по мірі отримання нової інформації про властивості каменю при виготовленні різних видів виробів. Варто відмітити наявність допустимих дефектів: неоднорідного забарвлення, нечіткого текстурного рисунка,

одиначних тріщин, що не порушують цілісність зразка. Встановлені такі групи сировини: ювелірно-виробна і виробна.

Визначення критеріїв оцінки якості письмових пегматитів ділянки Балка Великого Табору здійснено згідно з методикою, розробленою в Гемологічному центрі Державного ВНЗ «Національний гірничий університет». Вивчення каменю згідно з розробленим алгоритмом дозволяє також встановити групи якості або сорт сировини.

*1 етап.* Визначення принципової можливості використання письмових пегматитів в якості каменебарвної сировини. Всі декоративні різновиди приймають дзеркальне полірування. Недоліком сировини є накладена тріщинуватість, яка утворилася в результаті розробки родовища за допомогою бризантних вибухових речовин. У зв'язку із застосуванням нових технологій різання каменю, які дозволяють зменшити товщину плитки до 0,5-0,3 см, істотного значення набуло вивчення мікротріщинуватості, причому не тільки з точки зору її наявності, а й у смислі вивчення закономірностей її поширення, що можливо здійснити при петрографічному описі шліфів, і, найголовніше, при експериментальних роботах з пробного нарізання плит різної товщини та виготовлення виробів.

*2 етап.* Дослідження декоративних властивостей письмового пегматиту: текстурного рисунка і забарвлення.

У результаті гемологічного вивчення зразків різновидів письмового пегматиту та систематизації геологічної інформації ділянки «Балка Великого Табору» визначено, що вихід кондиційної сировини (розмір від 50x50x5 мм до 200x300x40 мм) у середньому складає 55-56%. При виготовленні виробів (промислових зразків) із письмового пегматиту встановлено, що всі декоративні різновиди приймають полірування від доброго до дзеркального ступеню, ріжуться на пластини завтовшки до 3-5 мм. Отже, критеріями якості письмового пегматиту ділянки Балка Великого Табору є здатність приймати дзеркальне полірування, тріщинуватість, текстурний рисунок і

його забарвлення (табл. 5.1). Ці чинники визначають технологію обробки сировини та види можливих виробів.

За результатами досліджень пегматит графічної структури ділянки Балка Великого Табору відповідає вимогам ТУ 41-07-052-90 «Камни цветные природные в сырье», відноситься до типу «Український рожевий» першого сорту (з чітко вираженими дрібно - та крупнозернистими іхтіогліптами кварцу розмірами від 150x150x100 мм до 200x300x400 мм) і придатний для комплектації мінералогічних колекцій згідно з ОСТ 41-01-143-79 та виготовлення полірувальної декоративної плитки - ТУ 41-07-051-89.

**Кольоровий кварц.** Згідно з класифікацією природного каменю України рожевий кварц є дорогоцінним каменем 4 порядку. Різнокольоровий жильний кварц відноситься до категорії стійкого природного матеріалу з високими художньо-естетичними та технологічними властивостями. Декоративні якості жильного кварцу обумовлені гармонійним поєднанням кольору, оптичних (прозорість, астеризм, опалесценція) і текстурних особливостей. У результаті аналітично-технологічних та гемологічних досліджень кварцової сировини встановлено, що основними властивостями, які надають можливість використання жильного кварцу в якості ювелірно-виробної сировини, є колір, текстурний малюнок, хімічна стійкість, твердість, наявність оптичних ефектів та здатність приймати дзеркальне полірування.

Вивчено кольоровий жильний кварц ділянки Мар'ївська Токівського гранітного масиву. Вихід кондиційних блоків (розміром 100x100x100 мм) становить 50% від загальної кількості декоративних різновидів, відсоток виходу декоративних різновидів кварцу (30%). Відібрано 86 зразків, дослідження яких виконано у лабораторії Гемологічного центру, а також виготовлено 25 приполіровок по 5 різновидах кварцу. Спостережувані у зразках декоративні характеристики утворилися, в значній мірі, завдяки накладенню вторинних процесів зміни – метаморфізму. У жильному кварці є велика кількість неоднорідностей, розміри яких знаходяться в межах

Таблиця 5.1 – Геолого-промислові критерії оцінки якості письмових пегматитів

Геологічні		Промислові				
Регіонально-структурне положення	Генетичний тип	Забарвлення, рисунок	Форма, розмір зразків	Полірування	Тріщинуватість	Область застосування
Дніпропетровський блок	Метаморфічний	Ясно-сірий	Жили до 1,5 м, керн	Дзеркальне	Відсутня	Виробна сировина
		Червоний	Жили до 0,5 м, керн	Дзеркальне	Відсутня	Виробна сировина
Приазовський мегаблок	Метаморфічний	Рожевий, степовий, авантюриновий, мармуровий	Блоки потужністю до 25 м	Дзеркальне	Техногенна	Виробна, ювелірно-виробна сировина
		Кремовий, паркетний, леопардовий, кораловий	Блоки до 10 м	Дзеркальне	Техногенна	Виробна сировина

довжини хвилі видимої частини спектру (від 0,5 мк до декількох сантиметрів в поперечнику), що обумовлюють колір та його відтінки (при виповненні гідроксидами заліза) і другі оптичні якості. Найчастіше ці неоднорідності є порожнинами, що заповнені мінеральною речовиною (твердою, рідкою, газоподібною). Смушковатість орієнтована паралельно зальбандам жили, і при червоному і темно-бурому забарвленні смуг надає кварцу сардоніксовий текстурний рисунок.

Гемологічне вивчення жильного кварцу району досліджень дозволило встановити, що якість сировини різних генетичних груп є різною. Опрацювання даних за основними декоративними якостями уможливило розподіл за певними групами сировини: ювелірно-виробна, виробна та колекційна (табл. 5.2).

Кольоровий жильний кварц району досліджень вивчався згідно з методикою гемологічної оцінки, яка розроблена у Гемологічному центрі Державного ВНЗ «НГУ». Як уже відзначалося, ефективно розв'язання проблеми визначення критеріїв оцінки якості каменебарвної сировини ґрунтується на вивченні каменю відповідно до визначеного алгоритму, що складається з двох етапів.

*1 етап.* Виявлення принципової можливості використання сировини в якості каменебарвної. Для цього проведено аналітико-експериментальні роботи по вивченню здібності кварцу приймати дзеркальне полірування та визначенню ступеню тріщинуватості. Ці властивості є визначальними при виготовленні будь-яких видів виробів. Всі кольорові різновиди кварцу приймають полірування від доброго до дзеркального ступеню. Сировина з високим та середнім ступенем тріщинуватості не використовується в якості каменебарвної, бо при обробці порушується її цілісність. Виключенням є кварц з тектоно-метасоматичних зон, де окремі зразки є пейзажними рисунками (наприклад, контакт кварцу з епідозитом) і не потребують обробки для виготовлення виробу.



Таблиця 5.2 – Групи кварцової сировини різного генезису

Вмісні породи	Гемологічні властивості				Група сировини
	Колір	Прозорість	Текстура (рисунок)	Розмір бездефектних зон (мм)	
Граніти	Сірий різних відтінків, рожевий, бурий	Напівпрозорий, непрозорий	Масивна (однорідний), смугастість по тріщинам	100×100×100	Ювелірно-Виробна, колекційна
Гнейсо-мігматити	Рожевий і сірий різних відтінків та насиченості, зеленувато-сірий, жовтий	Напівпрозорий; прозорість кристалів різна: від горського кришталю до непрозорого	Масивна текстура з добре вираженою шаруватістю, паралельна текстура	50× 50 × 50 20× 20 × 20 15× 15 ×12	Ювелірно-виробна, колекційна
Пегматити	Рожевий, сірий різних відтінків, димчастий, молочно-білий	Напівпрозорий	Масивна (однорідний)	50× 50 × 50 100×100×100	Ювелірно-виробна виробна
Тектоніти (зони тектонічних порушень)	Сірий, молочно-білий, рожевий	Непрозорий	Плямиста, фрагментарна, масивна	100×100×100	Виробна

*2 етап.* Вивчення декоративних властивостей кольорового жильного кварцу: кольору і прозорості. Кварц різних генетичних типів дещо відрізняється за декоративними властивостями. Жильний кварц гранітоїдів має більше різновидів за кольором, найчастіше буває прозорим, тому кращі зразки можуть бути віднесені до групи ювелірно-виробної сировини.

Кольоровий кварц обробляється алмазним інструментом, добре і швидко приймає дзеркальне полірування на пластмасових полірувальниках різної зернистості. Недоліком сировини, що обмежує її широке використання, є наявність природної та техногенної тріщинуватості.

Види можливої продукції. Відповідно до технологічних властивостей жильний кольоровий кварц прояву може використовуватись при виготовленні ювелірних виробів, мозаїки, художнього різьблення, куль, кабошонів, авторських робіт. Організація виробництва можлива не тільки при значних запасах сировини. Розробка навіть невеликого гемологічного об'єкта при визначенні оригінального дизайнерського рішення і області застосування кожного декоративного різновиду, а також у разі супутнього видобутку каменю може принести значний прибуток. Тому цей вид діяльності в усьому світі знаходиться в сфері малого і середнього бізнесу. Відтак, критеріями якості кольорового жильного кварцу є прозорість, колір, тріщинуватість та здатність приймати дзеркальне полірування (табл. 5.3).

За результатами вивчення жильного кольорового кварцу ділянки Мар'ївська Токівського гранітного масиву встановлено, що сировина відповідає 1 сорту згідно з ТУ 41-07-052-90 «Камни цветные природные в сырье» та ОСТ 41-01-143-79 «Минералы и горные породы для коллекций». Відповідно до ТУ 41-07-051-84 «Плитка декоративная из природных цветных камней» можливе використання кварцу у якості декоративної лицювальної плитки розмірами від 50x50x10 мм до 150x200x15 мм.

Відносна стабільність складу, структури та фізичних властивостей кольорового жильного кварцу різних генетичних типів обумовлюють

Таблиця 5.3 - Геолого-промислові критерії оцінки якості жильного кварцу в докембрійських породах південно-східної частини УЩ

Група якості	Геологічні		Гемологічні
	Літологічні	Структурно-тектонічні	
I	Гнейсо-мігматитові комплекси	Центральна частина потужних кварцових жил	Рожевий просвітчастий у тонких відколах і непрозорий однорідний кварц
II	Жильний і ядерний кварц пегматитів	Добре диференційовані тіла слюдоносних і рідкометальних пегматитів; наявність зон розламів	Сірий, молочно-білий, димчастий напівпрозорий і непрозорий кварц пегматитів
III	Плагіоклазові й плагіоклаз-мікроклинові мігматити й граніти, сієніти (тектоно-метасоматичні зони)	Наявність протяжних тектонічних зон в ендоконтактах гранітоїдів, а також зон дроблення й тріщинуватості	Порода з пейзажним і текстильним малюнком, утвореним прожилками, лінзами різної потужності прозорого, напівпрозорого сірого, ясно-рожевого й молочно-білого кварцу
IV	Гранітні комплекси	Екзоконтакти гранітних масивів	Непрозорий тріщинуватий кварц рожевий і коричневий кольори різних відтінків
<b>Колекційна сировина</b>	Гнейси, граніти, пегматити	Альпійські жили, що оперяють тріщини в куполах антиклінальних структур, виклинцювання, перетинання, збільшення потужності кварцових жил	Кристали кварцу розміром до 10 см, друзи й щітки

можливість його використання як виробного каменю, а деяких напівпрозорих різновидів – ювелірно-виробного.

**Квардіт.** Проведення апробації методики гемологічної оцінки, розробленої у Гемологічному центрі Державного ВНЗ «НГУ», дозволило визначити критерії оцінки якості квардіту. Гемологічне вивчення сировини у кількості 54 зразків здійснювалось згідно з такими етапами.

*1 етап.* Визначення принципової можливості використання квардіту в якості каменебарвної сировини. Для цього вивчено такі властивості каменю: здатність приймати дзеркальне полірування та ступінь тріщинуватості. За результатами досліджень встановлено, що всі різновиди квардіту приймають дзеркальне або хороше полірування, а ступінь тріщинуватості досить слабкий, а іноді вона зовсім відсутня. Тому є підстави стверджувати, що квардіт може використовуватися як каменебарвна сировина.

*2 етап.* Вивчення декоративних властивостей сировини: прозорість, забарвлення, види текстурного рисунку, визначення груп сировини за розмірами і формою.

Здатність приймати дзеркальну поліровку, відсутність (слабка) тріщинуватості, колір і текстурний малюнок зумовлюють можливість використання квардіту як ювелірно-виробного каменя. За цими властивостями, які є критеріями якості, визначають сортові групи сировини і, таким чином, види потенційних виробів (табл. 5.4).

**Скам'яніле дерево.** З метою дослідження декоративних властивостей і оцінки якості скам'янілого дерева було відібрано понад 126 зразків різної форми і розміру. Декоративні властивості скам'янілої деревини різного генезису в деякій мірі розрізняються.

Згідно з методикою гемологічної оцінки зразки скам'янілої деревини вивчались за такими етапами.

*1 етап.* Визначення здатності сировини приймати дзеркальне полірування.

Таблиця 5.4 – Геолого-промислові критерії оцінки якості квардіту

Геологічні		Промислові				
Регіонально-структурна позиція	Генетичний тип	Колір, рисунок	Форма, розмір	Полірування	Тріщинуватість	Область застосування
Криворізький залізорудний басейн, Жовторіченська синклінальна структура	Метасоматичний	Білий, зелений, сірий; хвилястий (плойчатий), графічний	Шари потужністю від 10-15 до 100-150 м	Добре, дзеркальне	Техногенна	Виробна, ювелірно-виробна сировина
Пролетарське залізорудне родовище	Метасоматичний	Сірий, ясно-зелений; однорідний, плойчатий	Потужні шари потужністю до 100 м	Добре, дзеркальне	Техногенна	Виробна сировина

Якість полірування скам'янілого дерева великою мірою залежить від мінерального складу. Головними мінералами окреміненої деревини є опал, халцедон і кварц, що знаходяться в різних її зразках у змінних кількостях. У вигляді домішок сировина містить гідроксиди заліза, вуглисту і органічну речовину, яка не піддається мікроскопічній діагностиці. При наявності вуглистих і гетитових включень різко знижується якість полірування, разом з тим, при халцедон-опаловому мінеральному складі сировини якість полірування підвищується. Якість поліровки залежить також від напряму площини зрізу зразка. Якщо площина зрізу орієнтована вздовж волокон деревини, то одержимо полірування більш вищого ступеня, ніж при поперечному зрізі.

За якістю полірованої поверхні виділено такі групи скам'янілого дерева:

1 група. Ювелірна сировина. Дзеркальна поліровка поверхні досягає 100 % площі зразка. Зазвичай це характерно для скам'янілої деревини з однорідним забарвленням.

2 група. Ювелірно-виробна сировина. Дзеркальна поверхня при поліруванні складає не менш як 70 % площі зразка. Особливістю цього різновиду є текстурний рисунок з чорними смугами опалу, що виповнені вуглистою речовиною і розподіляються по річних кільцях.

3 група. Виробна сировина. Дзеркальна поліровка складає не менш як 50 % площі поверхні каменя. Для цього різновиду характерне чергування тонких опалових і халцедонових шарів.

4 група. Декоративна та колекційна сировина. Дзеркальна поверхня складає менше 50 % площі поверхні каменя.

5 група. Сировина не приймає дзеркальне полірування. Поверхня каменю стає матовою і набуває більш декоративного вигляду при обробці (шліфовці) дрібними порошками.

2 етап. Визначення груп сировини за різним ступенем тріщинуватості (різного генезису й інтенсивності її прояву).

За тріщинуватістю всі зразки скам'янілої деревини, що вивчалися, розподілено на три групи: 1) тріщинуватість відсутня; 2) слабка тріщинуватість; 3) сильна тріщинуватість.

Тріщинуватість обумовлює якість полірування, а також товщину пластин при розпилюванні, тому ця властивість теж є критерієм розподілу сировини на сортові групи, і, таким чином, визначає галузь застосування деревини: ювелірна, каменерізна, або використання при виготовлення дешевих сувенірних виробів.

*3 етап.* Визначення груп сировини за розмірами та формою.

Вимоги до розмірів різних видів потенційних виробів (сировина для виготовлення кабошонів, рядова або для авторських робіт) обумовили структуру класифікації. Відомо, що із зразків з розміром до 5 см можливо виготовити дрібні і середні кабошони, з розміром від 5 до 10 см – крупні кабошони, з розміром від 10 до 20 см – сувенірні вироби, з розміром від 20 до 30 см – каменерізні вироби, а з розміром понад 30 см – цільні великогабаритні вироби. З огляду на вищевикладене, всі зразки деревини розділено на 5 груп за розміром: 1) до 5 см; 2) від 5 до 10 см; 3) від 10 до 20 см; 4) від 20 до 30 см; 5) більше 30 см.

Урахування вищевикладеної інформації уможливило виділити 5 груп скам'янілої деревини за формою зразків: 1) плоскі; 2) довгі; 3) подовжені; 4) ізометричні; 5) унікальної (хімерної, фантазійної) форми - особливої цінності. Форма зразка також обумовлює вид майбутнього виробу і, в деякій мірі, його дизайн.

*4 етап.* Визначення текстурного рисунка. Ця декоративна властивість додає сировині особливу гемологічну привабливість, оскільки містить залишки деревини, що існувала багато мільйонів років тому, а також сліди подальших геологічних і мінералогічних процесів, які сприяли перетворенню дерева у камінь. Найяскравіше реліктова клітинна будова дерева в мінералогічному "виконанні" виявляється під мікроскопом.

5 етап. Визначення кольору та прозорості. Колір скам'янілого дерева: білий, сірий, коричневий, чорний. Кожний колір характеризується наявністю декількох відтінків.

Твердість скам'янілої деревини 5,5-6 (по Моосу), питома вага складає  $2,6 \text{ г/см}^3$ . Кондиційні зразки мають товщину до 5 см, а довжину до 10 см.

Таким чином, такі властивості сировини як здатність приймати дзеркальне полірування та тріщинуватість визначають можливість її використання в ювелірній, каменерізній галузях, або в якості колекційного матеріалу (табл. 5.5). Розмір, форма, колір, текстурний рисунок і прозорість (у тонких зрізах) скам'янілого дерева визначають вид і дизайн потенційних виробів, а також їх вартість.

Розуміння походження скам'янілого дерева здатне розбудити будь-яку фантазію і підказує різноманітні сюжети процесу перетворення дерева в каменесамоцвітну сировину. Художніми достоїнствами цього каменя є текстурний рисунок, форма і природна поверхня, які зберегли зовнішній вигляд і внутрішню будову деревини, що існувала 130 млн. років тому.

## 5.2 Сортність і область застосування сировини

Досліджувані види каменебарвної сировини відносяться до ювелірно-виробної та виробної групам. Сорт і група сировини визначають такі види виробів (промислові зразки): кабошони, художнє різьблення, дрібна пластика, пласкі вставки, декоративно-художні вироби, авторські роботи, галтовка. У процесі аналітико-експериментальних робіт із досліджуваних видів кольорового каміння виготовлені декоративно-художні та ювелірні вироби (рис. 5.1-5.5) – промислові зразки, а також визначені основні гемологічні характеристики сировини представлені декоративними і технологічними властивостями.

Кожний вид виробів доцільно виготовляти з сировини певної якості [49, 50]. Кабошони застосовуються як вставки у перстні, запонки, сережки,



Таблиця 5.5 - Геолого-промислові критерії оцінки якості скам'янілого дерева

Геологічні		Промислові				
Структурне положення	Генетичний тип	Колір, рисунок	Форма, розмір	Полірування	Тріщинуватість	Область застосування
Донецька складчаста область	Вулканогенно-осадовий	Чорний, темно-коричневий	Фрагменти стовбурів	Хороше, середнє	Поперечна й поздовжня	Каменерізнi вироби, колекційні зразки
Зона зчленування ДСС із ДДЗ	Уламково-осадовий	Темно-сірий, сірий, ясно-сірий	Уламки (тріска)	Дзеркальне, хороше, середнє	Поздовжня	Ювелірні, каменерізнi вироби, колекційні зразки
ДДЗ	Уламково-осадовий, Алювіально-делювіальний	Темно-сірий, сірий, ясно-сірий	Уламки (тріска)	Дзеркальне, хороше, середнє	Поздовжня, поперечна	Ювелірні, каменерізнi вироби, колекційні зразки
Український щит	Уламково-осадовий	Темно-сірий, сірий, ясно-сірий	Уламки (тріска)	Хороше, середнє	Поздовжня, поперечна	Каменерізнi вироби, колекційні зразки



Рисунок 5.1 – Кольє: квітка, бутон – рожевий кварц, листя – хризопраз, маточка – огранка з фіаніту.



Рисунок 5.2 – Декоративно-художній виріб "Равлик": підставка – чорна скам'яніла деревина, мушля – коричнева скам'яніла деревина, равлик – рожевий кварц.



Рисунок 5.3 – Вироби зі скам'янілої деревини: 1 - декоративна галька, 2 - ювелірні вставки, 3 - сувеніри, 4 - авторські роботи.



Рисунок 5.4 – Вироби з пильмового пегматиту: 1 – коцьє (підвіська-яшма, огранка зі штучного рубіну), 2 – пильмовий прибор.



Рисунок 5.5 – Вироби з квардіту: 1 – скринька, 2 – куля.

брошки, кулони. До сировини цього виду виробів пред'являються високі вимоги і, перш за все, – це здатність приймати дзеркальне полірування, а також - яскраві кольори, дрібний рисунок, відсутність тріщин. Звичайно використовують прозоре і напівпрозоре каміння (різновиди), а також каміння з шовковистим блиском або ефектом іризації. Пласкі вставки в ювелірні прикраси і вироби доцільно робити з щільних однотонних (білий, зелений квардіт, рожевий кварц, скам'яніле дерево), а також яскраво забарвлених каменів з ефектним рисунком (письмовий пегматит, рожево-зелений кварц).

Ювелірно-виробне каміння застосовують при виготовленні гем і художньому різьбленні. Камеї формою можуть бути прямокутні, квадратні, овальні і круглі. До якості сировини для таких виробів пред'являють наступні вимоги: дзеркальне полірування, рисунок однорідний, двох - або тришаровий. Для виготовлення камей особливо підходить рожево-зелений кварц із різноколірними шарами або різновиди скам'янілого дерева з чергуванням світлих і більш темноколірних шарів.

Авторські роботи виготовляються згідно з індивідуальним дизайнерським рішенням, яке диктується формою, кольором, малюнком й іншими властивостями самоцвіту. Особливо цінні унікальні картини, виготовлені з пластин породи з пейзажним або другим оригінальним рисунком (кольоровий кварц). Можливе використання колекційної сировини і зразків з нестандартними декоративними і технологічними властивостями (скам'яніла деревина, друзи і окремі кристали кварцу, квардіт).

При виготовленні виробів дрібної пластики допускається застосування сировини з поліруванням різного ступеня: від хорошого до дзеркального. Колір різноманітний; рисунок простий (хвилясто-смугастий, паралельно-смужкуватий, однорідний); можлива наявність невеликих тріщин, що не порушують цілісність зразка. Вироби виготовлені з такої сировини іноді покривають лаком, тріщини і пори заповнюють мастикою. Головне достоїнство цього виду виробів – відома назва каменя.

Колекційна сировина – це добре створені кристали, друзи, жеоди і інші ефектні мінеральні агрегати і гірські породи, що не вимагають промислової обробки, їх форма часто відображає генетичні особливості утворення. Область вживання такого каміння широка: музейні експонати, прикраси інтер'єрів, предмети індивідуального колекціонування і продажу у вигляді окремих зразків і колекційних наборів. Колекційна сировина має стійкий попит на внутрішньому і зовнішньому ринках. Декоративне колекційне каміння розглядається як самостійна корисна копалина, що підлягає виявленню, оцінці, експлуатації і охороні у надрах. Колекційне каміння, в основному, відбирається супутньо на родовищах іншої корисної копалини, а самостійне значення можуть мати тільки родовища з високою якістю сировини.

## ВИСНОВКИ

У науково-дослідній роботі «Геолого-промислові критерії оцінки якості письмових пегматитів, кольорового кварцу, квардіту, скам'янілого дерева» знайшли відображення результати теоретичних і експериментальних досліджень по вивченню особливостей геологічної позиції, декоративних та технологічних властивостей, впливу техногенних чинників видобутку на декоративні властивості каменесамоцвітної сировини південно-східної частини України, які проведено у Гемологічному центрі Державного ВНЗ «Національний гірничий університет». Найважливіші наукові і практичні підсумки вивчення кольорових каменів полягають у наступному.

1. Створено колекції декоративних різновидів письмового пегматиту, кольорового кварцу, квардіту та скам'янілої деревини.

2. Вивчено особливості геологічної позиції каменесамоцвітної сировини та формаційну приналежність вміщувальних геологічних комплексів.

3. Здійснено гемологічну оцінку досліджуваних видів кольорового каміння: встановлено декоративні і технологічні властивості, виготовлено художні вироби і з'ясовано область вживання. Результати оцінки кольорового каміння гемологічних об'єктів можуть стати основою розробки стандартів якості на кожному родовищі або проявленні каменесамоцвітної сировини, що у виробничих умовах суттєво спростить процес сортування і визначення кола застосування видобутої сировини.

4. Встановлено, що для кожного виду кольорового каміння існує своя шкала виміру якості й критеріїв її оцінки. Основними критеріями оцінки якості гемологічної сировини є наступні: прозорість, колір, текстурний рисунок, тріщинуватість та здібність приймати дзеркальне полірування.

5. Вивчено вплив техногенних чинників на декоративність видобутої каменесамоцвітної сировини:



- сировина з підвищеною техногенною тріщинуватістю при поліруванні утворює матову, тьмяну поверхню і тому не може бути використана при виготовленні виробів, або напрямки її застосування звужуються;

- розробка родовищ за допомогою бризантних вибухових речовин зменшує розміри вихідних зразків сировини, що лімітує кількість видів потенційних виробів та приводить до втрати великого об'єму якісного декоративного матеріалу.

Кольорове каміння, що відбирається супутньо, повинне видобуватися неруйнівними ощадливими методами, які не додадуть техногенну тріщинуватість та збережуть основну масу декоративного матеріалу родовища.

6. Визначено технологічні параметри та розроблено оптимальні технологічні схеми з обробки досліджуваних видів кольорового каміння.

7. У межах Тритузненського родовища відкрито і вивчено новий вид ювелірно-виробної сировини – синьо-чорний кварц з тектоно-метасоматичної зони. Встановлено, що забарвлення кварцу обумовлене включеннями амфіболіту (рибекіту).

8. Розроблено геолого-промислові критерії оцінки якості письмового пегматиту, кольорового кварцу, квардіту, скам'янілого дерева.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Тарханов А.В., Кудлаев А.Р., Петрин А.В. Желтореченское ванадий-скандиевое месторождение // Геология рудных месторождений. – 1991. – №6. – С. 50-56.
2. Новый поделочный камень Украины: минералогия, использование / Павлишин В.И., Индутный В.В., Калиниченко А.М. и др. // Минералогический журнал. – 1994. – № 5/6. – С. 8-22.
3. Цветные камни Украины / Семенченко Ю.В., Агафонова Т.И., Солонинко И.С. и др. – К.: Будівельник, 1974. – 188с.
4. Баранов П.Н., Шевченко С.В. Камнесамоцветное сырье Украины // Горный журнал. – 2005. – № 8. – С. 39-43.
5. Жильный кварц України: мінералогічна характеристика перспективних рудопроявів / Павлишин В.І., Возняк Д.К., Галабурда Ю.А. та ін. // Мінералогічний журнал. – 2001. – 23, № 1. – С. 11-22.
6. Нестеровський В.А. Геологія і гемологія скам'янілої деревини території України // Науковий вісник НГУ. – 2005. – №9. – С. 48-55.
7. Ферсман А.Е. Очерки по истории камня: В 2 т. /АН СССР. – М., 1961. – Т.2: Камень в истории культуры. – 371с.
8. Корнилов Н.И., Солодова Ю.П. Ювелирные камни. – М.: Недра, 1986. – 282 с.
9. Философия и история культуры: Под ред. В.А. Карпушина. – М.: Наука, 1985. – 288 с.
10. Дмитриева Н.А. Краткая история искусств. – М.: Искусство, 1985. – 320 с.
11. Индутный В.В. Деякі актуальні проблеми сучасної гемології // Минералогический журнал. – 2001. – Т.23, № 4. – С. 89-97.
12. П. Дж. Рид. Геммология: Пер. с англ. – М.: Мир, ООО "Изд-во АСТ", 2003. – 366 с.
13. Киевленко Е.Я., Сенкевич Н.Н., Гаврилов А.Н. Геология месторождений драгоценных камней. – М.: Недра, 1982. – 279 с.

14. Киевленко Е.Я., Сенкевич Н.Н. Геология месторождений поделочных камней. – М.: Недра, 1983. – 280 с.
15. Киевленко Е.Я., Чупров В.И., Драмшева Е.Е. Декоративные коллекционные минералы. – М.: Недра, 1987. – 223 с.
16. Декоративные разновидности цветного камня СССР / Путолова Л.С., Менчинская Т.И., Баранова Т.Л. и др. – М.: Недра, 1989. – 272 с.
17. Петров В.П. Драгоценный и поделочный камень как полезное ископаемое // Драгоценные и цветные камни как полезное ископаемое. – М.: Наука, 1974. – С.16-35.
18. Гелета О.Л., Сергієнко І.А. Основні особливості фінансово-товарознавчої оцінки родовищ декоративного каміння // Коштовне та декоративне каміння. – 2005. – № 2. – С. 8-15.
19. Дронова Н.Д. Современные подходы к оценке рыночной стоимости месторождений ювелирных камней // Драгоценные металлы и драгоценные камни. – 2000. – №9. – С. 96-98.
20. Баранов П.Н. Геммология: диагностика, дизайн, обработка, оценка самоцветов. – Днепропетровск: Изд-во "Металл", 2002. – 208 с.
21. Пегматити Середньопрідніпровського і Західноприазовського блоків УЩ // Мінеральні ресурси України. – 2008. – С. 18-19.
22. Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины: В 2 т. / Госуд. геол. служба Украины. – Киев – Львов: Изд-во «Центр Европы», 2005. – Т.2: Неметаллические полезные ископаемые. – 785 с.
23. Дроздов В.П., Мирочников И.И., Коваленко В.П. Жильный кварц СССР и перспективы его промышленного использования. – М.: ВИЭМС, 1979. – 65 с.
24. Панченко В.И., Василишин И.С., Павлишин В.И. Жильный кварц Украины, возможности его промышленного использования // Минералогия рудных месторождений Украины. – К.: Наук, думка, 1984. – С. 237-245.
25. Жильный кварц України: мінералогічна характеристика перспективних рудопроявів / Павлишин В.І., Возняк Д.К., Галабурда Ю.А. та ін. // Мінералогічний журнал. – 2001. – 23, № 1. – С. 11-22.

26. Дроздов В.П., Комов И.Л., Воробьев Е.И. Поиски и оценка месторождений пьезооптического и камнесамоцветного сырья. – М.: Недра, 1986. – 224 с.
27. Яковлев В.М. Особенности стратиграфии Желтореченской железорудной полосы // Геологический журнал. – 1987. – №6. – С. 73-80.
28. Гошовський С.В. Мінерально-сировинна база України (Аналіз стану та перспектив розвитку) // Науковий вісник НГУ. – 2003. – №8. – С. 3-10.
29. Нестеровский В.А. К вопросу о попутной добыче камнесамоцветного сырья в горнодобывающих регионах Украины // Науковий вісник НГУ. – 2003. – № 9. – С. 62-63.
30. Г.Б. Мильгром. Геолого-экономическая оценка месторождений камнесамоцветного сырья по конечной продукции в виде изделий // Геологический журнал. – 1999. – №6. – С. 96-97.
31. Агеев С.Г. Разработка гранитов с использованием устройств динамического направленного раскола пород // Сб. тр. Физико-технические проблемы разработки и обогащения твердых полезных ископаемых. – М.: ИПКОН АН СССР, 1989. – С. 101-102.
32. Бака М.Т., Кузьменко О.Х., Савченко Л.С. Видобування природного каменю. – К.: Наукова думка, 1993. – 348 с.
33. Зрелова Т.Ф. Перспективы управления декоративными свойствами природного камня. Совершенствование технологии, механизации и организации горных работ на карьерах. – М.: МГИ, 1985. – С. 166-170.
34. Артамонов С.М., Стадницкий Б.Я., Богомоллов А.Б. Рекомендации по применению невзрывчатых разрушающих средств (НРС) для добычи блоков природного камня на карьерах. – М.: МПСМ, 1986. – 55 с.
35. Гайдуков Э.Э. Гидроклинные устройства для разработки горных пород и пути их усовершенствования // Машины и оборудование для промышленности строительных материалов. – М.: ЦННИТЭстроймаш, 1989. – 199 с.

36. Гемологічна оцінка якості скам'янілого дерева: мінеральний склад, форма і розмір / П.М. Баранов, С.В. Шевченко, М.М. Фощій та ін. // Коштовне та декоративне каміння. – 2009. – №4. – С. 10-16.
37. Ферсман А.Е. Пегматиты. – М.: Наука, 1984. – 156 с.
38. Индутный В.В. Лекції з гемології. К.: Вид-во ДГЦУ, 1999. – 55 с.
39. Белицкая Э.И. Художественная обработка цветного камня. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 200 с.
40. Якимов А.В., Кигель И.Г., Кудашкин В.Н. Шлифование прерывистыми кругами из синтетических алмазов // Синтетические алмазы. – 1989. - №1. – С. 32-37.
41. Захаренко И.П. Алмазные инструменты и процессы обработки. – К.: Техніка, 1980. – 215 с.
42. Данилов Ф.Б. Теория и практика алмазной обработки. – М.: НИИмаш, 1989. – 375 с.
43. Синкенкес Дж. Руководство по обработке драгоценных и поделочных камней / Пер. с англ. – М.: Мир, 1980. – 423 с.
44. Френкель Ш.Г. Алмазный инструмент для сверления отверстий в неметаллических материалах // Синтетические алмазы. – 1978. - №2. – С. 12-15.
45. Маслов Е.Н., Постникова Н.В. Основные направления в развитии теории резания абразивным, алмазным и эльборовым инструментом. – М: Наука, 1998. – 342 с.
46. Индутный В.В., Манохіна Л.В., Индутна Т.В. Загальна класифікація зразків природного каміння і скам'янілих решток тварин і рослин // Коштовне та декоративне каміння. – 1999. – №4. – С. 3-10.
47. Киевленко Е.Я. Поиски и оценка месторождений драгоценных и поделочных камней. – М.: Недра, 1980. – 166 с.
48. Баранов П.Н., Шевченко С.В. Алгоритм геолого-геммологической оценки самоцветов // Науковий вісник НГУ. – 2004. – № 11. – С. 38– 40.
49. Индутный В.В. Уявлення про красу і гемологія // Коштовне та декоративне каміння. – 1998. – №3. – С. 9-16.

50. Дронова Н.Д. Ювелирные изделия. – М.: Ювелир, 1998. – 352 с.
51. Основні типи породних комплексів докембрію Українського щита (геологія, металогенія) / Бобров О.Б., Гурський Д.С., Єсипчук К.Ю. та ін. // Збірник наукових праць УкрДГРІ. – 2004. – №1. – С. 5–24.
52. Закономірності розміщення родовищ твердих корисних копалин на території України / Гурський Д.С., Калінін В.І., Лебідь М.І. та ін. // Мінеральні ресурси України. – 1998. – №1. – С. 15–19.
53. Глевасский Е.Б., Каляев Г.И. Тектоника докембрия Украинского щита // Минералогический журнал. – 2000. – №2/3. – С. 77–91.
54. Промышленные типы месторождений неметаллических полезных ископаемых / Романович И.Ф., Конмус А.В., Тимофеев И.Н. и др. – М.: Недра, 1982. – 207 с.
55. Самсонов Я.П., Туринге А.П. Самоцветы СССР. – М.: Недра, 1984. – 335с.

## Додаток А

### ВИТЯГ

з протоколу № 3 засідання Гемологічного центру Державного ВНЗ  
«Національний гірничий університет»

м. Дніпропетровськ

9 грудня 2010 р.

**ПРИСУТНІ:** директор гемологічного центру, д. геол. н., проф. Баранов П.М.; проректор, зав. каф. ЗСГ, к. геол. н. Хоменко Ю.Т.; заст. нач. НДЧ, к. геол. н. Шевченко С.В.; с.н.с. Цоцко Л.І.; доц. каф. ЗСГ, к. геол.-мін. н. Козловський Л.М.; доц. каф. ЗСГ, к. геол. н. Нікітенко І.С.; ст. викл. каф. ЗСГ Лузанов П.М.; зав. лаб. Алмазов В.В.

#### **СЛУХАЛИ:**

1. Доповіді виконавців теми ГП-413 «Геолого-промислові критерії оцінки якості письмових пегматитів, кольорового кварцу, квардіту, скам'янілого дерева», розділ III (заключний звіт) про результати роботи за 2008-2010 рр. Назва етапу: «Розробка геолого-промислових критеріїв оцінки якості письмового пегматиту, кольорового кварцу, квардіту, скам'янілого дерева».

2. Доповідь наукового керівника теми д. геол. н., професора Баранова П.М. про основні наукові та практичні результати науково-дослідних робіт за 2010 рік та викладених у заключному звіті.

**ЗАПИТАННЯ ПОСТАВИЛИ:** заст. нач. НДЧ, к. геол. н. Шевченко С.В.; к. геол.-мін. н. Козловський Л.М.; ст. викл. каф. ЗСГ Лузанов П.М.

#### **УХВАЛИЛИ:**

1. Робота виконана відповідно до календарного плану і технічного завдання у належний термін.

2. Основні наукові результати за звітний період:

- визначено сортність і область застосування для письмового пегматиту, кольорового кварцу, квардіту, скам'янілого дерева;
- розроблено геолого-промислові критерії оцінки якості досліджуваних видів каменесамоцвітної сировини;
- встановлено закономірності розподілу геологічних об'єктів з каменебарвною сировиною на площі південно-східної частини України;
- вивчено новий вид каменесамоцвітної сировини – синьо-чорний кварц з тектоно-метасоматичної зони Тритузненського родовища;
- за результатами досліджень підготовані до захисту дисертаційні роботи:

1. Фоцій М.М. Геолого-економічна оцінка скам'янілої деревини (на прикладі ділянки Залиман).

2. Цоцко Л.І. Геолого-гемологічні критерії оцінки якості кольорового кварцу південно-східної частини Українського щита.

Науковий керівник теми ГП-413,  
професор

П.М. Баранов

Секретар

Л.І. Цоцко

## Додаток Б

### ВИТЯГ З ПРОТОКОЛУ №2

засідання ради за науковим напрямком «Технології прогнозування, пошуку та розвідки корисних копалин»

м. Дніпропетровськ

13 грудня 2010 р.

**ПОРЯДОК ДЕННИЙ:** Розгляд та затвердження звітів з держбюджетної тематики ради з наукового напрямку «Технології прогнозування, пошуку та розвідки корисних копалин».

**ПРИСУТНІ:** голова ради, декан геологорозвідувального факультету, доктор геологічних наук, професор Приходченко В.Ф., заступник голови, завідувач кафедри загальної геології, кандидат геологічних наук Хоменко Ю.Т., секретар – доктор геологічних наук, професор Рузіна, завідувач кафедри гідрогеології та інженерної геології, доктор технічних наук, професор Садовенко І.О., професор кафедри загальної геології, доктор геологічних наук Баранов П.М., керівник Центру аналітико-технологічних досліджень, кандидат геолого-мінералогічних наук, провідний науковий співробітник Поповченко С.Є.

**СЛУХАЛИ:** повідомлення наукового керівника теми ГП-413 «Геолого-промислові критерії оцінки якості пегматитів, кольорового кварцу, квардіту, скам'янілого дерева» професора Баранова П.М. про результати досліджень, виконаних у 2010 році.

В обговоренні взяли участь професор Садовенко І.О., професор Приходченко В.Ф., провідний науковий співробітник Поповченко С.Є.

#### **УХВАЛИЛИ:**

1. Робота по держбюджетній темі ГП-413 виконана повністю згідно з календарним планом та технічним завданням на 2010 рік.
2. Науково-технічний рівень НДР відповідає сучасному рівню вітчизняних розробок.
3. Робота актуальна, має фундаментальний характер і комплексний підхід.
4. Основні результати:
  - 4.1. Створено колекції декоративних різновидів письмового пегматиту, кольорового кварцу, квардіту, скам'янілої деревини.
  - 4.2. Вивчено особливості геологічної позиції каменесамоцвітної сировини та формаційну приналежність вміщувальних геологічних комплексів.
  - 4.3. Здійснено гемологічну оцінку зазначених видів кольорового каміння: встановлено декоративні і технологічні властивості, виготовлено художні вироби, з'ясовано область вживання.
  - 4.4. Встановлено, що для кожного виду кольорового каміння існує своя шкала виміру якості й критеріїв її оцінки. Основними критеріями оцінки якості гемологічної сировини є наступні: прозорість, колір, текстурний рисунок, тріщинуватість та здібність приймати дзеркальне полірування.



4.5. Вивчено вплив техногенних чинників на декоративність видобутої каменесамоцвітної сировини.

4.6. Визначено технологічні параметри та розроблено оптимальні технологічні схеми з обробки досліджуваних видів кольорового каміння.

4.7. У межах Тритузненського родовища відкрито і вивчено новий вид ювелірно-виробної сировини – синьо-чорний кварц з тектоно-метасоматичної зони. Встановлено, що забарвлення кварцу обумовлене включеннями амфіболу (рибекіту).

4.8. Розроблено геолого-промислові критерії оцінки якості письмового пегматиту, кольорового кварцу, квардиту, скам'янілого дерева.

4.9. Виявлено закономірності розподілу геологічних об'єктів з досліджуваними видами каменесамоцвітної сировини на території південно-східної України.

#### 5. Практичне значення роботи.

Найважливіші практичні підсумки вивчення кольорового каміння полягають у визначенні сортності, геолого-промислових критеріїв та закономірностей розподілу досліджуваних видів каменебарвної сировини. Впровадження отриманих результатів у практику геологорозвідувальних робіт дозволить збільшити приріст запасів сировини, проведення ефективних пошуково-оціночних робіт та розширення мінерально-сировинної бази району досліджень.

Результати оцінки кольорового каміння гемологічних об'єктів можуть стати основою розробки стандартів якості на кожному родовищі або проявленні каменесамоцвітної сировини, що у виробничих умовах суттєво спростить процес сортування і визначення кола застосування видобутої сировини.

У результаті аналітико-експериментальних досліджень стосовно виявлення чинників, що впливають на декоративність видобутої сировини, встановлено:

- сировина з підвищеною техногенною тріщинуватістю при поліруванні утворює матову, тьмяну поверхню і тому не може бути використана при виготовленні виробів, або напрямки її застосування звужуються;

- розробка родовищ за допомогою бризантних вибухових речовин зменшує розміри зразків сировини, що лімітує кількість видів потенційних виробів та приводить до втрати великого об'єму якісного декоративного матеріалу;

- кольорове каміння повинне видобуватися неруйнівними ощадливими методами, які не додадуть техногенну тріщинуватість породам та збережуть основну масу декоративного матеріалу родовища.

Практичні результати дослідження можуть використовуватися у роботі підприємств малого і середнього бізнесу, геологорозвідувальної й каменеобробної галузях.

#### 6. Виконавці: штатні – 2, сумісники – 2.

#### 7. Цінність результатів для навчально-наукової роботи:

Висновки та матеріали науково-дослідної роботи використані при розробці методичних вказівок до курсового проекту з дисципліни «Вартісна оцінка дорогоцінного каміння», до курсового проекту та лабораторних робіт з дисципліни «Видобуток і переробка дорогоцінного каміння», методичних

вказівок до проведення першої навчальної практики у Криму»Унікальні геологічні об'єкти: процеси і їх еволюція».

8. За результатами досліджень опубліковано 23 наукових роботи.

9. У звіті немає авторських свідоцтв та звісток, що мають державну таємницю. Результати можуть бути опубліковані у відкритій печаті.

10. Результати досліджень можуть бути використані у роботі підприємств малого і середнього бізнесу, геологорозвідувальної та камінеобробної галузях.

11. Заключний звіт по темі ГП-413 затвердити.

Голова ради

Приходченко В.Ф.

Секретар

Рузіна М.В.

## Додаток В

### РЕЦЕНЗІЯ

на заключний звіт по темі ГП-413

«Геолого-промислові критерії оцінки якості письмових пегматитів, кольорового кварцу, квардіту, скам'янілого дерева», виконаний у Гемологічному центрі Державного ВНЗ «Національний гірничий університет»

Підготовка геологічного об'єкту каменесамоцвітної сировини до промислового освоєння та надання йому інвестиційної привабливості передбачає всебічне вивчення каміння у якості матеріалу для ювелірних та художньо-каменерізних робіт. Сьогодні вимоги промисловості до якості більшості видів кольорового каменю не розроблено, що унеможлиблює надання їм об'єктивної характеристики, виявлення основних напрямів використання та залучення у господарчий обіг як об'єктів інвестування.

Актуальність науково-дослідної роботи, що рецензується, полягає у визначенні геолого-промислових критеріїв оцінки якості та закономірностей розподілу каменесамоцвітної сировини південно-східної частини території України, що в цілому забезпечить прирощення запасів кольорового каміння, підвищення культури його використання та ефективне освоєння активного мінерально-ресурсного потенціалу країни.

Визначення критеріїв оцінки якості досліджуваних видів кольорового каміння здійснювалось авторами згідно з методикою гемологічної оцінки каменесамоцвітної сировини, розробленою у Гемологічному центрі ДВНЗ «Національний гірничий університет». За результатами оцінки вирішуються питання технології обробки та дизайну виробів, визначення сортності, області застосування сировини та її вартість, і, таким чином, забезпечується об'єктивне оцінювання, що відповідає сучасним ринковим економічним умовам. На підставі результатів проведених аналітико-експериментальних досліджень авторами роботи зроблені висновки, що визначення й удосконалювання технології обробки трудомістких процесів (різання, свердління,

формування й полірування) засновані на знанні художніх і технологічних достоїнств і недоліків кольорових каменів, а також сучасних методів обробки й технологій виготовлення виробів. Оптимальні параметри технологічних процесів визначаються з урахуванням мінералогічного складу, твердості, в'язкості сировини, а також наявності в ній мікротріщин і пор. Відзначається, що встановлені параметри дозволять знизити собівартість продукції й забезпечити підвищення конкурентоздатності досліджуваних видів кольорового каменю.

Велика увага авторами приділяється методам видобутку каменесамощвітної сировини й ступеню впливу техногенних факторів на вибір оптимальних схем його обробки. Розробка родовищ за допомогою бризантних вибухових речовин, що найчастіше застосовують сьогодні, лімітує розміри вихідних зразків (зменшує види потенційних виробів) і приводить до втрати великої кількості якісного декоративного матеріалу. Слід зазначити, що видобуток кольорового каменю на діючих кар'єрах повинен здійснюватися із застосуванням технологій (фізико-технічні, механічні або нестандартні методи руйнування порід), що забезпечуватимуть зберігання найбільшого об'єму декоративного каміння та запобігання утворення техногенної тріщинуватості, яка знижує декоративність і спричиняє нерівномірність або неможливість полірування сировини при обробці.

Результати науково-дослідної роботи можуть бути використані для вирішення актуальних проблем пошукової геології, регіональної геології і оцінки ресурсів каменесамощвітної сировини у геологічних формаціях України.

Текст звіту супроводжується рисунками й таблицями, у яких вдало систематизуються результати досліджень.

У цілому, звіт по темі відбиває сучасний рівень наукових досліджень у даному напрямку.


Кандидат геол. наук,  
головний геолог КП «Південукргеологія»

/М.А. Козар/

## Додаток Г

**ПОГОДЖЕНО**

Проректор з наукової роботи  
Державного ВНЗ  
«Національний гірничий університет»

  
О.С. Бешта  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2010 р.



**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Директор  
КП «Південукргеологія»

  
М.В. Фощій  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2010 р.



### АКТ УПРОВАДЖЕННЯ

результатів науково-дослідних робіт  
у вищих навчальних закладах

Цим актом підтверджується, що результати досліджень за договором про науково-технічну співпрацю при виконанні робіт за темою ГП-413 з прогнозної оцінки каменесамоцвітної сировини південно-східної частини Українського щита, проведених у Державному ВНЗ «Національний гірничий університет» у 2008-2010 рр. упроваджені

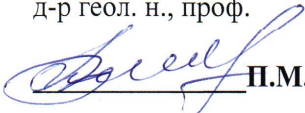
Найменування організації, де проводиться впровадження: КП «Південукргеологія»

Прізвище, ініціали керівника організації: Фощій М.В.

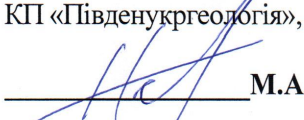
### Характеристика робіт

1. Вид упроваджених результатів: виділення декоративних різновидів, визначення показників якості кольорового жильного кварцу проявів Токовського гранітного масиву (Дніпропетровська обл.).
2. Характеристика масштабу упровадження: одинична.
3. Форма упровадження: методика гемологічної оцінки кольорового кварцу південно-східної частини Українського щита.
4. Новизна результатів науково-дослідних робіт: отримано якісно нові результати досліджень з визначення декоративних і технологічних властивостей кольорового кварцу.
5. Очікуваний річний економічний ефект: 10 тис. грн.
6. Соціальний аспект ефективності: збільшення числа робочих місць на підприємствах по здобичі каменесамоцвітної сировини, а також на підприємствах з виготовлення декоративно-художніх і ювелірних виробів.

Від ВНЗ  
керівник НДР  
д-р геол. н., проф.

  
П.М. Баранов

Від підприємства  
Головний геолог  
КП «Південукргеологія», к.геол.н.

  
М.А. Козар