

УДК 552.322:006.83(477.7)

О.В. Сливна

П.М. Баранов, доктор геологічних наук

ДВНЗ «НГУ»

# ГЕОЛОГО-ПРОМИСЛОВІ КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПИСЬМОВИХ ПЕГМАТИТІВ ЄЛИСЕЇВСЬКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

*Рассмотрены геологические особенности эталонного объекта Елисеевского рудного поля – Зеленая Могила, где выявлены закономерности распределения основных минеральных ассоциаций в пределах пегматитовых тел. Определены взаимоотношения пегматитовых жил с вмещающими метаморфическими породами и предложены критерии выявления пегматитовых жил, перспективных на камне-самоцветное сырье. Для разрабатываемого месторождения Балка Большого Лагеря дана развернутая геолого-технологическая характеристика главных типов пегматитов и предложено выделить три группы качества сырья, а по области применения – две: для камнерезного и ювелирного производства. Полученные результаты позволяют целенаправленно вести поиски необходимого сырья и разработать промышленные критерии оценки его качества.*

*The article describes the geological features of the reference object Eliseevsky ore field - «Green Grave», where the regularities of distribution of the main mineral assemblages within the pegmatite bodies are established. We are define relationship pegmatite veins with the host metamorphic rocks and proposed criteria for identifying pegmatite veins, looking for semiprecious materials. For the field «Beam great camp» the geotechnical characteristics of the main types of pegmatites are developed and invited to identify three groups of quality raw materials, and on the application of the two: for lapidary and jewelry production. The results allow purposefully conduct searches of necessary raw materials and to develop criteria for assessing industrial quality.*

## Вступ

У статті наводяться результати вивчення геології та технологічно-естетичних властивостей письмових пегматитів Єлисеївського рудного поля, що дозволяє цілеспрямовано вести пошуки необхідної сировини і розробити промислові критерії оцінки її якості.

У геологічній будові Єлисеївського пегматитового поля беруть участь докембрійські, четвертинні та сучасні відкладення. Докембрійські утворення представлені метаморфічними і магматичними породами [1].

Метаморфічні породи простежуються у північно-західному напрямку і представлені діоритовими і гранодіори-

товими мігматитами, амфіболітами, біотитовими та амфібол-біотитовими гнейсами архейського віку (AR). Переважаючими серед них є мігматити діоритового складу.

До магматичних порід належать утворення гранітоїдних комплексів з широким розвитком пегматоїдних тіл. Вони залягають серед метаморфічних порід у вигляді жил пегматитів, аплітів, польового шпату, кварцу та граніт-аплітів протерозойського віку (PR). Пегматити входять до складу слюдоносно-керамічної формації кальцій-натрій-калієвого (безрудного) геохімічного підтипу і добуваються як польовошпатово сировина для керамічної і скляної промисловості.

Єлисеївське пегматитове поле відоме своїми класичними родовищами Зелена Могила та Балка Великого Табору.

**Родовище Зелена Могила** дотепер повністю відпрацьовано (кар'єр частково затоплений). Разом з тим, добра відкритість об'єкта та доступність для вивчення дозволяють детально досліджувати будову жил, контакти з вмещаючими породами, речовинний склад і закономірності їх розміщення у просторі й часі.

На родовищі було встановлено близько 15 пегматитових та аплітових жил (потужність найбільших складає 20–90 м, довжина 90–400 м). Нині в бортах кар'єра можна спостерігати жи-

ли письмового пегматиту потужністю до 5 м, які мають субвертикальне залягання. Для них характерна зональна будова від периферії до центру: на периферії – світло забарвлені з жовтуватим відтінком породи кварц-ортоклазового складу; в центральній частині – рожеві пегматити мікроклінового складу з чіткою графікою. Перехід від одного різновиду до іншого розмітий (нечіткий), що може свідчити про метасоматичне заміщення або перекристалізацію.

Жили субгоризонтального залягання – малопотужні (0,5 м) зональні тіла представлені аплітоїдними гранітами: світло-рожеві з фіолетовим відтінком знаходяться в центральній частині; світло-сірі з жовтуватим відтінком – в периферичній. Жили мають січний характер по відношенню до субвертикальних і простежуються на відстань 50 м і більше.

У північній частині кар'єра встановлені альбітові пегматити з гранатом розміром до 5–6 мм.

Кварц представлений двома генетичними типами – жильний і ядерний. Жильний кварц, як правило, молочно-білого кольору, зустрічається скрізь по всьому кар'єру і формує потужні жили до 10 м. Виходи кварцу розбиті на блоки прямокутної форми і генетично пов'язані з горизонтальними тектонічними рухами. Утворення жильного кварцу належать до завершального етапу в становленні пегматитових тіл, тому він містить ксеноліти мікроклінових пегматитів.

Ядерний кварц спостерігається у вигляді останця сильно дислокованого кварцу, що знаходиться над ложем кар'єра. Кожна окремість кварцу знаходиться в «біотитовій сорочці», яка його щільно огортає. При цьому створюється враження, що весь останець складений біотитом і лише після детального розгляду стає зрозумілим, що це кварцовий масив. Довгий час він був під дією тривалої тектонічної напруги знизу і потужного опрацювання газовими еманациями. Про це свідчить, по-перше – вигнуті лінзовидні окремісті кварцу та гігантські кристали гранату розміром до 5 см і більше в апікальній частині ядра, по-друге – біотит, проникаючий в усі, навіть найдрібніші тріщини.

Берил у пегматитах зустрічається досить рідко у вигляді гексагональних кристалів в аплітовому граніті з крупнокристалічним мусковітом. Один з таких кристалів нині знаходиться в Геологічному музеї Київського національного університету. Кристали берилу непрозорі, світло-сірого кольору з зеленуватим відтінком, розміром до 6 см у поперечнику і довжиною до 28 см.

Таким чином, цінність об'єкта Зелена Могила для науки величезна, тут видається можливість наочно побачити і детально вивчити взаємовідношення (контакти) пегматитів з вміщуючими породами, їх речовинний склад, закономірності розподілу мінеральних асоціацій у межах однієї жили. Все це дає можливість віднести цей геологічний об'єкт до розряду навчального і наукового полігону.

**Родовище Балка Великого Табору** детально розвідано в 1958–1960 рр. Харківською КГРЕ як польовошпатована сировина для керамічної і скляної промисловості. Зараз родовище розробляється відкритим способом. Потужні жили розташовані в північній частині балки і мають північно-західне простягання. Довжина найбільшої з них – 630 м, потужність – 40-50 м, друга жила потужністю 50–57 м простягається на 605 м, третя – на 400 м шириною 2-75 м.

Жили родовища Балка Великого Табору складені переважно пегматитами неясно-графічної (51,1 %) та графічної (33 %) структури. Меншу роль відіграють пегматити пегматоїдної, зернистої та блокової (1,1 %) структури. Будова пегматитових жил зональна: центральну частину займають пегматити графічної структури, які облямовані пегматитами з неясно-графічною (псевдографічною) і зернистою структурою.

Зона графічного пегматиту північно-східної частини має потужність до 10 м, а південно-західної досягає 30 м. Падіння жили під кутом 10-19°. Падіння зон з графічним пегматитами – 35–40°. Співвідношення обсягів неясно-графічних пегматитів та обсягів графічних становить 2:1. Загальні запаси пегматитів дорівнюють 5152 м<sup>3</sup>, у тому числі 1717,3 м<sup>3</sup> графічного.

Крім основних породоутворюючих мінералів, пегматити містять гранат, біотит, мусковіт, берил, турмалін. Кожен з перерахованих мінералів має тіс-

ний генетичний зв'язок з вміщуючими породами.

Якість пегматиту графічної структури оцінювалась згідно з ОСТ 41-01-143-79 «Мінерали і гірські породи для колекцій», ТУ 41-07-051-89 «Плитка декоративна з кольорових каменів. Технічні умови», ТУ 41-07-052-90 «Камені кольорові природні у сировині. Технічні умови».

У результаті обробки і вивчення відібраних проб було визначено вихід кондиційної сировини (розмір 200x300x40 мм), який становить від 10 до 20 %, що економічно недоцільно для виготовлення декоративної плитки.

Зараз великим попитом на світовому ринку користуються декоративні вироби з письмових пегматитів у вигляді різних мініатюр, куль, письмового приладдя та іншої сувенірної продукції. З цією метою вивчалися властивості, які пред'являє каменерізна та ювелірна промисловості до виготовлення таких видів виробів.

**Технологічна характеристика письмових пегматитів** включає такі властивості: твердість, тріщинуватість, поліруємість, геометричні параметри (форма, розмір), колір, текстурний малюнок.

*Твердість* письмового пегматиту визначається кварцом (7 за шкалою Мооса) та польовими шпатами (6–6,5 за шкалою Мооса), що відносить його до важкооброблюваних і вимагає використання алмазного інструменту.

*Тріщинуватість* та спайність – дефекти в камені, які ускладнюють технологічний процес його обробки. Вони визначають спосіб обробки і вимагають підбору алмазного порошку за крупністю фракції та твердістю.

Тріщинуватість в генетичному відношенні поділяється на два види: природну, заліковану згодом вторинними мінералами, та техногенну, що утворилася в результаті видобутку, транспортування і т. ін. Природні тріщини виконані гідроксидами заліза і частково слюдою. Вони утворюють на полірованій поверхні пегматиту слабопомітні рудуваті «ниточки», які практично не впливають на якість текстурного малюнка. Техногенна тріщинуватість є наслідком буропідричних робіт і не дозволяє отримати блоки письмових пегматитів великих розмірів.

Деякі труднощі під час обробки письмових пегматитів може викликати і досконала спайність польових шпатів. Каміні можуть сколюватися по площинах спайності у процесі обробки, що спричинить утворення шорсткої поверхні.

*Включення* представлені акцесорними і вторинними мінералами. Насамперед це включення мусковіту, який утворює витягнуті скупчення по спайності польового шпату. Вони сильно впливають на якість письмового пегматиту, тому через низьку твердість мусковіт у процесі обробки швидко руйнується. У результаті на поверхні каменю утворюються поглиблення, які погіршують якість полірування.

Включення граната, турмаліну завдяки своїй твердості і щільності добре піддаються поліровці і тим самим надають письмовому пегматиту особливу декоративність. Винятком є включення, які піддалися фізико-хімічному руйнування. Навколо них формуються руді (жовті) плями лимоніту, що погіршують природний малюнок.

*Поліруємість* – це здатність декоративного каменю приймати дзеркальну (гладку) поверхню. Якість полірування каменю визначає придатність його в каменерізній та ювелірній промисловості. Полірована поверхня письмових пегматитів підсилює текстурний малюнок, утворений вrostками прозорого і димчастого кварцу у польовому шпаті. Між значеннями твердості польових шпатів і кварцу різниця незначна, але й вона може вплинути на якість полірування – на відполірованій поверхні спостерігаються виступи у вигляді іхтіогліптів кварцу. Ступінь поліруємість письмових пегматитів можна виразити за допомогою процентного вмісту площі дзеркальної поверхні та класифікувати на три види: 100 % поліруємість; площа дзеркальної поверхні 70–100 %; площа дзеркальної поверхні 50–70 %. Здатність письмових пегматитів приймати дзеркальне полірування дає можливість використовувати їх як ювелірну сировину.

*Розмір.* Потужність зон пегматитів письмової текстури в природному заляганні становить понад 50 м. Однак через проведення буропідричних робіт отримати блоки зі стандартними габаритами неможливо. За практичними спостереженнями, для виготовлення декоративно-художніх виробів звичайно

використовують уламки розміром 30 см і менше. Якщо виходити з можливості використання письмових пегматитів як матеріалу для декоративно-художніх виробів, то по розмірності їх можна класифікувати на такі групи: 1–2 см; 2–5 см; 5–30 см.

Така класифікація визначається насамперед тими видами виробів, які в середньому характеризують їх розмір. Також при визначенні сфери застосування необхідно враховувати такий чинник, як розмір текстуротвірних елементів (іхтіогліптів кварцу). За розміром вrostки кварцу письмових пегматитів Єлисеївського родовища поділяються на: гігантські (більше 10 до 30 мм); великі (5–10 мм); середні (2–5 мм); дрібні (до 2 мм); подовжені (довжина 5–10 мм і більше, ширина 1 мм).

*Форма.* Пегматити графічної текстури родовища Балка Великого Табору представлені витриманими за потужністю тілами лінзоподібної форми довжиною 25–30 м. Уламки письмових пегматитів характеризуються різноманітними формами: ізометричною, пластинчастою, подовженою, неправильною. Форма і розмір уламків і зразків каменесамоцвітної сировини визначають форму і розмір виробу.

До естетичних властивостей самоцвіту належать малюнок і колір. Ці властивості безпосередньо впливають на художню цінність виробу.

*Малюнок.* Письмові пегматити Єлисеївського рудного поля мають ефектний «графічний» малюнок, утворений закономірними зрощеннями кварцу та польового шпату. Досліджувані пегматити багаті різноманітністю форм вrostків кварцу. Виходячи з цього, іхтіогліпти кварцу класифікують за формою і розміром. Спостерігаються такі різновиди форм графічних проростань: хвилеподібні (великі, вигнуті іхтіогліпти); пластинчасті (у вигляді пластинок, орієнтовані в двох напрямках під кутом 70–75°); пунктирні (до 5 мм завдовжки); оліццеподібні (тонкі, більше 5 мм завдовжки); ізометричні; клиновидні.

Слід зазначити той факт, що клиноподібну форму іхтіогліптів кварцу можна побачити тільки при поперечному зрізі. При поздовжньому зрізі ці та включення інших морфологічних різновидів в основному мають оліццеподібну форму, що призводить до втрати графічного малюнку каменю. З цього ви-

пливає, що найвдалішими будуть ті виробу, які мають плоскі або трохи опуклі поверхні. Кулі та інші тіла обертання не дуже добрий варіант для дизайну виробів з письмових пегматитів, але при бажанні він цілком допустимий.

Письмові пегматити родовища Балка Великого Табору багаті різноманітністю текстурних малюнків і розмірами текстуротвірних елементів (іхтіогліптів). Для таких каменів необхідний індивідуальний підхід. А саме, слід знайти таке технологічне рішення, при якому найбільшою мірою розкривається малюнок текстури письмового пегматиту.

Дрібнографічний малюнок каменю розкриває свою красу у виробках різних розмірів. Письмові пегматити із середньогграфічним і крупнографічним малюнками більш ефектно виглядають у предметах інтер'єру середніх розмірів (шкатулки, підсвічники, вази, рамки для фотографій, письмове приладдя та інше). Середньогграфічні пегматити, які мають високий ступінь поліруємість, можуть бути використані як вставки в ювелірні прикраси. Крупнографічний і гігантографічний малюнок найбільш розкривається у виробках великих розмірів. Отже, їх краще застосовувати як архітектурні елементи, а також для прикрашання інтер'єру великих розмірів.

У сучасному дизайні може використовуватися декоративна галька (галтовка). Для такого виду виробів підійдуть письмові пегматити дрібнографічної та середньогграфічної текстури незалежно від якості полірування.

Текстурний малюнок письмових пегматитів є його діагностичною ознакою і головною цінністю, що і визначило його назви: «графічний пегматит», «письмовий пегматит», «єврейський камінь». Слід зауважити, що це відомий бренд на світовому ринку.

*Колір.* Письмові пегматити мають багато варіацій відтінку рожево-червоного і світло-бежевого кольорів часто з перламутровим відливом, характерним для площин спайності польових шпатів. Вони представлені такими кольорами: світло-рожевий; рожевий; світло-червоний; насичений рожевий з коричневим відтінком; насичений рожевий з фіолетовим відтінком; світло-бежевий.

Колірне позначення пегматитів ґрунтується на характері забарвлення пороутворюючого польового шпату. Письмові пегматити досліджуваного

родовища в основному складені мікрокліном, тому забарвлення цих порід означає забарвлення саме цього мінералу. Рожево-червоне, рожеве з рудуватим відтінком і світло-бежеве забарвлення мікрокліну зумовлене мікрочленими оксидів і гідроксидів тривалентного заліза, в основному гематиту і гетиту [2]. Утворення цих хромофорів пов'язано з розпадом твердого розчину, що містить у складі залізистий компонент  $KFeSi_3O_8$ . Різноманітність відтінків забарвлення мікрокліну викликано їх кількісним вмістом у ньому. Рожево-червоний колір надає мікрокліну гематит, а за жовтизну та рудувато-коричневий відтінок відповідає гетит. Зменшення концентрації пігментуючих фаз призводить до знебарвлення кольору. Появу бузкового відтінку спричинює домішок титану.

За кольором і текстурним малюнком виділяється вісім різновидів пегматитів: рожевий, кремовий, паркетний, степовий, авантюриновий, леопардовий, мармуровий, кораловий. В основу виділення цих декоративних різновидів покладені художні якості каменю. В одному випадку перевагою каменю є малюнок, в іншому – колір (рис. 1).

Одне з головних завдань, яке зазвичай стоїть перед надрокористувачем – сортування каменів на якісні групи, оскільки на світовому ринку сортовані камені – товар, несортовані – сировина. Відповідно ціни на цю продукцію різняться в рази.

Для сортування каміння необхідно знати асортимент виробів цього виду сировини, що існує на ринку, і вимоги до цих виробів [3].

Основні вимоги, які пред'являє промисловість до письмових пегматитів – тріщинуватість, поліруємість, малюнок.

На визначення стандартних дизайнерських рішень впливає форма та розмір уламків і зразків, тріщинуватість, поліруємість, малюнок.

Для ювелірних вставок використовується якісна сировина: без тріщин, з дзеркальною поліровою та чітким графічним малюнком.

Тіла обертання (вази, кулі) і художня різьба більш вимогливі до геометричних параметрів (форма, розмір) і тріщин, ніж до декоративних властивостей каменю.

Використовуючи ці властивості, можливо виділити три групи якості сировини (можна і більше), а за сферою застосування – дві: каменерізне та ювелірне виробництво.

Крім перерахованих вище властивостей, існують ще й інші параметри, які також впливають на оцінку якості письмових пегматитів. До таких характеристик належать фізико-механічна, хімічна, термічна стійкість, екологічна чистота.

**Фізико-механічна стійкість.** Ця характеристика є комплексною і включає в себе ряд параметрів: опір до стирання, морозостійкість, міцність, твердість, крихкість. Письмові пегматити мають високу фізико-механічну стійкість, оскільки є твердими породами. Однак породоутворюючі польові шпати своєю досконалою спайністю роблять цей камінь крихким. Тому необхідно враховувати ці особливості під час розробки технології способу обробки каменю.

**Хімічна стійкість.** Цей параметр визначає стійкість каменю до хімічно активних речовин (кислоти, луги), до дії атмосферних опадів та інших явищ, у результаті яких відбувається хімічна реакція, яка псує або руйнує його. Уламки письмових пегматитів розміром більше 30 см з крупно- і гігантографічним малюнком дають можливість використовувати їх в архітектурі (як для внутрішньої обробки, так і для зовнішньої), оскільки мають високу хімічну стійкість.

**Термічна стійкість** характеризує здатність каменю не змінювати свої властивості під дією тепла, що також не суперечить широкому використанню письмових пегматитів для оздоблювальних робіт.

**Екологічна чистота** – характеристика, яка визначає наявність або відсутність негативного впливу каменю на організм людини. Пегматити вміщують багато рідкісних мінералів, коштовних металів та деякі радіоактивні елементи. Таким чином, параметр екологічної чистоти для письмових пегматитів є край необхідним. Радіаційна активність письмових пегматитів родовища Балка Великого Табору становить від 280,4 до 294,3 Бк/кг, що менше допустимого значення (370 Бк/кг). Отже, цей камінь можна використовувати для оздоблювальних робіт.

## Висновки

1. Єлисейське пегматитове поле містить субгоризонтальні жили потужністю до 0,5 м та субвертикальні – до 50 м. Вивчення закономірностей розподілу мінеральних асоціацій у жильних утвореннях дозволило визначити, що субвертикальні жили потужністю понад 3 м перспективні на каменесамоцвітну сировину (пегматити). Для них характерні пегматити з чітко вираженою графікою та закономірно приурочені до центральних зон жил.

2. Технологічними критеріями оцінки якості письмових пегматитів є ступінь тріщинуватості, досконалість форм їхті огліптів, здатність каменю приймати поліровку, наявність мінеральних включень. В основу розроблених критеріїв покладені сучасні вимоги світового ринку, які пред'являють до ювелірних та декоративно-художніх виробів.

## Використана література

3. Шавло С.Г., Кирикилиця С.А., Князев Г.И. Гранитные пегматиты Украины. – К.: Наукова думка, 1984. – 264 с.
4. Платонов А.Н. Природа окраски минералов. – К.: Наукова думка, 1976. – 264 с.
5. Баранов П.Н. Геммология: диагностика, дизайн, обработка, оценка самоцветов. – Днепропетровск: Металл, 2002. – 208 с.



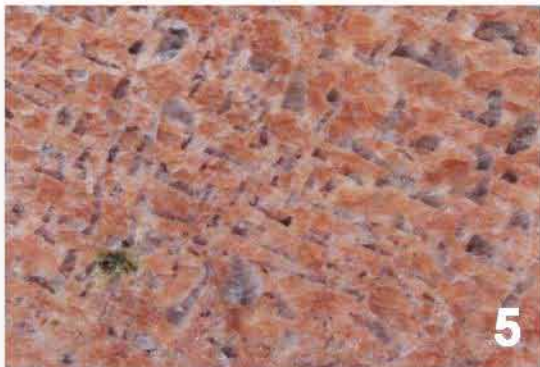
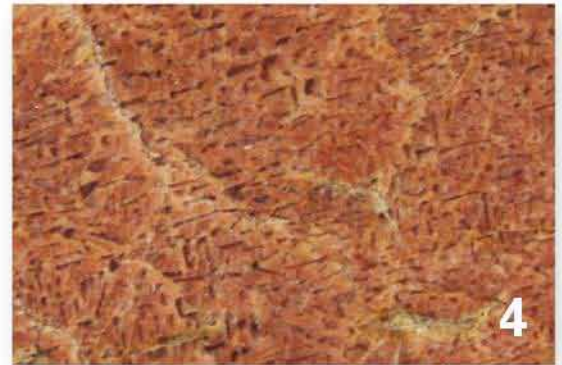
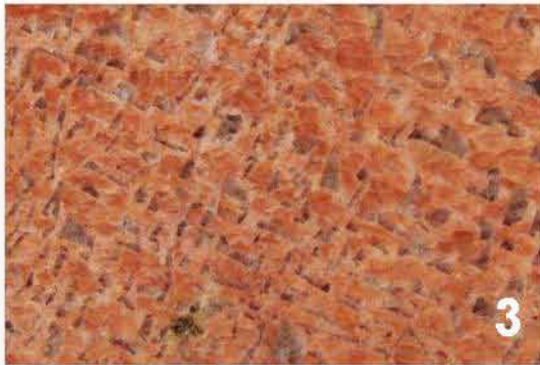


Рисунок 1. Декоративні різновиди письмових пегматитів родовища Балка Великого Табору: 1 – паркетний, 2 – мармуровий, 3 – рожевий, 4 – степовий, 5 – кораловий, 6 – авантюриновий, 7 – кремовий, 8 – леопардовий