

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Олександра Павловича Вовка
**“Кристаломорфологія топазу і берилу камерних пегматитів
Коростенського плутону (північно-західна частина Українського щита)”,**
подану на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук
за спеціальністю 04.00.20 – мінералогія, кристалографія

Актуальність теми дисертації. Пошукова оцінка перспективних проявів колекційної та ювелірної сировини нерозривно пов'язана з камерними пегматитами Волині як єдиним джерелом ювелірного топазу і берилу в Україні. Їхні унікальні кристали прикрашають музеї не лише держави, але й світу. Вартість гігантських кристалів топазу і берилу важко виразити у грошовому еквіваленті – вони є однією з вагомих складових золото-валютних резервів України. При оцінці топазу і берилу, насамперед, враховують зовнішній вигляд та огранення кристалів. Однак на відміну від забарвлення, хімічного складу, і, особливо, генезису топазу і берилу, які достатньо вивчено, встановлення особливостей їхньої кристаломорфології потребує систематичних цілеспрямованих досліджень, які сприятимуть з'ясуванню рівня кондиційності кристалів як каменів-самоцвітів II порядку.

Це визначає актуальність дисертації О. П. Вовка “Кристаломорфологія топазу і берилу камерних пегматитів Коростенського плутону (північно-західна частина Українського щита)”, роботу над якою автор розпочав у час навчання в аспірантурі з відривом від виробництва у відділі геохімії глибинних флюїдів Інституту геології і геохімії горючих копалин (ІГГГК) НАН України (м. Львів) із завершенням досліджень на кафедрі географії географічного факультету Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки (м. Луцьк). Отримані матеріали кристаломорфологічних досліджень використовуються у науково-дослідних роботах відділу геохімії глибинних флюїдів ІГГГК НАН України за відомчими бюджетними темами (державні реєстраційні номери 0197U009484 і 0112U000047). Зазначимо, що перші кристаломорфологічні дослідження волинських топазів автор проводив ще під час навчання на геологічному факультеті Львівського державного університету імені Івана Франка в 1990–1996 рр.

Дослідження за темою дисертаційної праці виконували у рамках наукового напрямку Відділення наук про Землю НАН України “Геохімія, термобарометрія флюїдів мінералоутворюючого середовища” (постанова Президії НАН України від 30.03.2011 № 117).

Дисертація складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел із 177 найменувань. Обсяг праці – 226 сторінок, в які входять 73 рисунки і 12 таблиць. Структура рукопису відповідає вимогам.

У **розділі 1** “Історія і стан проблеми мінералого-генетичних і кристаломорфологічних досліджень самоцвітів камерних пегматитів Коростенського плутону” на підставі виконаного огляду літературних джерел обговорено історію понад 100-літніх досліджень камерних пегматитів Коростенського плутону. Розглянуті типи багатогранників топазу, характерні для родовищ Уралу, Забайкалля та інших. Порівняння волинських топазів та згаданих вище родовищ дало змогу віднести їх до ільменського та адунчільонського типу (термін коростенський тип вважають зайвим). Акцентовано увагу на недостатній вивченості кристаломорфології топазу і берилу, неясних моментах і неточностях в окремих наукових працях, недостатній кількості, а то й відсутності графічних матеріалів, відсутності досліджень багатогранників топазу з різних мінералого-структурних зон пегматитових тіл, крім заноришів, а також відсутності спроб поєднати кристаломорфологію топазу і берилу з кристалічною структурою та умовами утворення тощо.

У **розділі 2** “Матеріали до геологічного вивчення району розвитку камерних пегматитів” на основі опрацювання фондових та опублікованих матеріалів розглянуті основні елементи геологічної будови району досліджень. Наведено дані з класифікації і внутрішньої будови камерних пегматитів та їхнього зв’язку з гранітною інтрузією.

У **розділі 3** “Методи дослідження кристаломорфології та генезису топазу і берилу камерних пегматитів” описано комплекс методів, які застосовувалися у дисертації: гоніометричний, статистичний, аналіз впливу структурних чинників на кристаломорфологію, термобарогеохімічний.

Розділ 4 “Мінералого-кристалографічна характеристика топазу” присвячений результатам авторських гоніометричних досліджень огранених індивідів топазу і, в меншій мірі, узагальненню літературних даних з хімічного складу та забарвлення топазу.

З простих форм, знайдених автором на кристалах топазу із заноришів камерних пегматитів Коростенського плутона, морфологічно найважливішими є $M \{110\}$ і $l \{120\}$ у вертикальному поясі, $c \{001\}$, $f \{011\}$, $u \{021\}$, $d \{101\}$, $o \{111\}$, $u \{112\}$ – на головках. Опис кристаломорфології вдало доповнює велика кількість авторських рисунків, які демонструють кристали топазу від найбідніше огранених адун-чілонських до найбагатше огранених ільменських. Індивіди топазу із зон вилуговування мають бідніше огранення, кристали топазу пізньої генерації із метасоматично змінених порід – ще бідніше. На їхніх головках наявна лише призма $f \{011\}$.

Велика кількість фактичного матеріалу сприяла проведенню статистичного аналізу результатів гоніометричних досліджень. Статистичні дослідження виявили значну кореляцію між розмірами індивідів і багатством їхнього огранення: на великих (понад 10 см за однією або кількома кристалографічними осями) знайдено більше простих форм.

Застосовані методи дозволили статистично обґрунтувати типи огранювання головок топазу. Статистичний аналіз проілюстрований численними таблицями, діаграмами та рисунками.

В розділі наведено дані визначення врівноважених структурно зумовлених форм огранених індивідів: розраховано ретикулярну густину простих форм, визначено вплив симетрії грані або РВС-векторів на кристаломорфологію.

У **розділі 5** “Мінералого-кристалографічна характеристика берилу” наводяться результати кристаломорфологічних досліджень берилу з різних мінералого-структурних зон камерних пегматитів Коростенського плутону.

Берил досліджували за тими самими методиками, що і топаз, але через малу кількість кристалів, придатних для гоніометрії, статистичний аналіз не проведений. Автору вдалося з’ясувати відмінності багатогранників берилу із

різних мінералого-структурних зон камерних пегматитів Коростенського плутона. На відміну від топазу морфологія кристалів берилу із зон вилуговування дещо багатша, ніж індивідів із заноришів. На них, крім пінакоїда $\{0001\}$, гексагональних призм $\{10\bar{1}0\}$ і $\{11\bar{2}0\}$, гексагональних дипірамід $\{10\bar{1}1\}$ і $\{11\bar{2}1\}$, ідентифіковано грані дигексагональної дипіраміди $\{21\bar{3}1\}$. Останню автором виявлено вперше.

Вплив кристалічної структури на кристаломорфологію берилу розглядається з тих самих позицій, що і для топазу. Відповідно до методик дослідження кристалічної структури найважливішими формами на кристалах берилу повинні бути: $\{0001\}$, $\{10\bar{1}0\}$, далі $\{11\bar{2}0\}$ і $\{10\bar{1}1\}$.

У розділі 6 “Умови формування топазу і берилу камерних пегматитів” розглянуті варіації РТХ- умов кристалізації досліджуваних мінералів на основі власних досліджень автора та узагальнення численних літературних даних.

Основна маса топазу утворилася за температури дещо вищої за 400 °С у заноришах шляхом вільного росту, а у зонах вилуговування – при метасоматозі. Його третя генерація кристалізувалася з низькотемпературних розчинів (180–200 °С) у 3-й кислотний період разом з пізніми берtrandитом, фенакітом, альбітом тощо у метасоматично змінених породах (Мінералоутворюючі флюїди..., 1971). Допускається наявність першої генерації топазу, що утворилася за температури біля 600 °С у 1-й кислотний період післяінверсійної стадії, що підтверджується наявністю включень топазу у “стільниковому” кварці.

Берил утворився у подібних Р-Т умовах.

Основна маса як топазу, так і берилу утворилася за тисків, не вищих від 30–40 МПа але при відмінних значеннях рН. Величини рН індивідуальних включень у топазі становлять від 4,3 до 5,6, а у берилі – 7,5–8,5±0,2.

На основі власних досліджень та узагальнення опублікованих даних автором вперше встановлено, що в процесі кристалізації морфологія

багатогранників топазу збіднюється. Схожий процес характерний і для берилу, але, враховуючи невелику кількість кристалів, придатних для гоніометричних досліджень, його описати складніше. Автор підкреслює кристаломорфологічний і генетичний антагонізм топазу та берилу, які ніколи не знаходяться разом в одному пегматитовому тілі та мають протилежні тенденції зміни морфології в різних мінералогічних зонах..

Наукова новизна виконаних досліджень полягає у наступному:

1. Вперше проведені систематичні гоніометричні дослідження великої статистично достовірної вибірки кристалів топазу (понад 90 індивідів) із одного об'єкту.
2. Вперше проведено порівняння морфології індивідів топазу і берилу з різних мінералого-структурних зон пегматитових тіл і показано наявність антагоністичних трендів варіації їх кристаломорфології.
3. Виявлено нові, не описані в літературі прості форми на кристалах топазу і берилу.
4. Вперше здійснено морфологічну, статистично обґрунтовану, класифікацію головок індивідів топазу.
5. Вперше розрахована структурно зумовлена рівноважна кристаломорфологія топазу і берилу.

Достовірність та обґрунтованість наукових положень і висновків, сформульованих у дисертації, забезпечуються значним обсягом фактичного матеріалу, отриманого автором з використанням гоніометричних досліджень топазу і берилу, узагальнення опублікованих даних і власних досліджень включень мінералоутворювальних флюїдів.

Практична значимість праці полягає у дослідженні відмінностей просторових варіації кристаломорфології топазу і берилу, визначення типоморфних особливостей кристалів волинських топазу і берилу залежно від місця утворення, що дає змогу включати морфологічні параметри в оцінку колекційної та ювелірної сировини. Робота має теоретичне значення, так як показує можливості прогнозування рівноважної кристаломорфології мінералів, ґрунтуючись на їх кристалічній структурі. Важливим є висновок

автора, про те, що такі рівноважні форми не несуть типоморфної і генетичної інформації. Інформативними можуть бути тільки нерівноважні, перехідні, загальмовані грані, що вказують на специфіку складу середовища чи залежність фракціонування домішкових компонентів, блокуючи ріст грані від Р-Т умов.

Зауваження та дискусійні питання. Водночас до дисертації О. П. Вовка можна висловити низку зауважень та дискусійних тверджень :

1. У дисертації переважають зарисовки включень і від скановані фотографії з наукових праць, власних ілюстрацій мало, хоча моделі багатогранників, виконані самостійно автором є унікальними та свідчать про високу кваліфікацію автора, як кристалографа.

2. Оформлення ряду рисунків та фотографій незадовільне як щодо якості зображення, так і інформативності. Особливо це стосується рис. 2.1-2.10, 4.1 - 4.8, 4.12. Два рисунки 4.19 і 4.20 по різному зображають одну і ту ж інформацію. Краще читається 4.20 і його варто залишити.

3. Опис геологічних особливостей не адаптований до об'єкту дослідження, в ньому відсутні описи ключових об'єктів, зокрема зон метасоматичних змін (грейзенізації), не акцентовано увагу на асоціації та часовій позиції топазу та берилу в окремих мінералого-текстурних (а не структурних, як в тексті) зонах.

3. Відсутня графіка або таблиці, що ілюстрували б результати кластерного аналізу розподілу простих форм, тим більше, що отримані цим методом результати варто віднести до важливих досягнень роботи.

3. В тексті присутні незрозумілі твердження на кшталт *"Такий кристал міг утворитися під впливом двох потоків припливу флюїдної речовини, які рухалися у протилежних напрямках, причому не обов'язково одночасно"*(с. 68). Якщо мова йде про кристалічну структуру, то вираз *"ланцюги (PBC)...часто мають зигзагоподібну форму"*.(с130) недоречний. Вони завжди мають таку форму і тільки таку. Інший приклад, вирази *"Частота простих форму у заноришах"* або *"Частота простих форм на кристалах"*

(підписи до табл.. 4.17-4.18) варто замінити на *”Частота зустрічання в ограненні кристалів”*.

4. Буквенні позначення граней потребують посилання на конкретну схему чи джерело із якого вони запозичені (для прикладу, Goldschmidt V. Atlas der krystallformen), так як єдиної схеми позначень не існує.

5. Не коректно включати в матрицю для статистичної обробки прості форми, що знайдені тільки в одному індивіді, так як вони не несуть статистичної інформації.

6. В тексті багато разів повторюється твердження *”На кристаломорфологію топазу, крім структурних чинників, впливають умови утворення”*. Разом з тим, автором не розшифровується механізм дії температурного чинника на кристаломорфологію та ростові процеси.

6. Відсутність геологічних та мінералогічних даних про просторово-часові взаємовідносини топазу та берилу не дозволяють оцінити достовірність зроблених автором висновків щодо умов їх кристалізації. Одним із таких незрозумілих, і потребуючих додаткового пояснення, висновків є твердження *”... якщо топаз кристалізувався в метасоматично змінених породах за мінімальних (180–200 °C) температурах, то берил – за максимальних (до 500 °C)”*. Це ще більш незрозуміле, якщо врахувати інший висновок про просторовий антагонізм цих мінералів.

7. Існує багато неточностей та неправильних тверджень у підрозділах, де описаний хімічний склад і забарвлення мінералів. До таких відносяться вирази:

- *”Кореляція між забарвленням і морфологією не простежується”*.(с. 140). Більшості кристалів топазу властива секторіальність та зональність забарвлення, що поряд із зміною морфології індивідів в часі протирічить цьому твердженню.
- *”Оскільки топаз після перебування на сонці або нагріванні до тих же температур також знебарвлюється, то допускають, що природа забарвлення берилу і топазу аналогічна”*.(с.164). Абсолютно неправильний висновок. Для підтвердження варто заглянути в монографії А.Н. Платонова із

співавторами (1984) або Michael Gaft et al. Modern Luminescence Spectroscopy of Minerals and Materials (2015).

8. У розділі "Умови формування топазу і берилу в камерних пегматитах Волині" зустрінутий ряд незрозумілих та некоректних, із фізичного та хімічного погляду, виразів та термінів, таких як *"метод перенаповнення (с.172)"*, *"псевдорозплавні включення" (с.52, 175)*, дані АМАГА (с.176), *"анізотропні кристалики кварцу" (с.181)*, *"добра гомогенізація" (с.203)*, а також словесні конструкції із твердими включеннями (с.176) *"тверді включення розчинених кристалів"*, *"тверді включення разом з газовим флюїдом потрапляли в мікротріщинки і там законсервовувалися"*.

9. Виявлене неспівпадіння температурних інтервалів для топазу із даними (Наумов та інші, 1977), що потребує пояснення. Також не враховані докази наявності розплавних включень в топазі, подані в цій роботі, що ставить під сумнів висновок про формування топазу тільки із водних розчинів.

10. Із тексту незрозуміло, чи робилися поправки на тиск при визначенні температури мінералоутворення.

11. Важливим недоліком роботи є недостатній аналіз сучасної, зокрема англомовної, літератури, присвяченої кристалохімії, забарвленню та умовам кристалізації топазу та берилу.

Висновок. Висловлені зауваження не впливають на загальну високу оцінку наукової новизни та обґрунтованості основних наукових положень і висновків дисертації О. П. Вовка, що базуються на особисто отриманих даних вивчення достатньої кількості фактичного матеріалу з застосуванням комплексу сучасних аналітичних методів: ретельних гоніометричних вимірюваннях, дослідженнях включень мінералоутворювального середовища тощо. Інтерпретацію кристаломорфологічних параметрів автором здійснено відповідно до отриманих результатів.

Автореферат повністю відповідає змістові і послідовності розділів дисертації, містить висновки, список опублікованих за темою дисертації


праць, анотації українською, російською і англійською мовами. В опублікованих працях в достатній мірі відображено основні наукові результати, положення і висновки. Результати досліджень апробовано на міжнародних і всеукраїнських наукових конференціях.

Вважаю, що дисертація О. П. Вовка є самостійною завершеною науковою працею, у якій вирішене актуальне наукове завдання з дослідження кристаломорфології та генезису топазу і берилу камерних пегматитів Коростенського плутону, пояснення типоморфізму форми багатогранників на основі аналізу кристалічної структури та умов флюїдного середовища кристалізації мінералів. Вона відповідає п. 9, 11 “Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника”, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, а її автор – Вовк Олександр Павлович заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.20 – мінералогія, кристалографія.

Кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент,
завідувач кафедри мінералогії
Львівського національного університету
імені Івана Франка

 Л. З. Скакун

Підпис Л. З. Скакуна засвідчую
Вчений секретар ЛНУ імені Івана Франка
кандидат філологічних наук
доцент

 О. С. Грабовецька

