

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ КРИСТАЛІЗАЦІЇ РОЖЕВОГО КВАРЦУ У ПРИРОДІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Сак М.В.

Науковий керівник: к.геол.н. зав. каф. ЗСГ Шевченко С.В.,

Мета дослідження: Визначити причини рідкості формування вільних кристалів рожевого кварцу.

Актуальність. Вкрай мало загальноосвітніх матеріалів висвітлюють це питання, незважаючи на те, що рожевий кварц - значно розповсюджений різновид кольорового кварцу і завжди має попит на ринку дорогоцінного каміння.

Дані для дослідження було взято з відкритих джерел.

Рожевий кварц є одним з найпоширеніших видів кварцу, через що має порівняно невелику ціну на ринку: 2-4 доларів за карат. Однак, вільні кристали цього мінералу надзвичайно рідкісні, а їх зразки можуть коштувати від 400 USD до 550,000 USD, як знаменита La Madona Rosa [1]. З цього виникає питання: чому такий розповсюджений монокристалний мінерал формує вільні кристали настільки рідко? На жаль, дуже незначна кількість публікацій висвітлює цю тему, тому було прийнято рішення провести дослідження.

Перш за все необхідно визначити, що собою представляє рожевий кварц та його кристали. Як і будь-який кварц, має хімічну формулу SiO_2 , макрокристалічну структуру, формується у жилах, частіше за все зустрічається у пегматитах. Однак, у питанні властивостей ми зустрічаємо ряд відмінностей у жильному рожевому кварці та рожевому повнокристалічному кварці:

- природа їхнього забарвлення неоднакова;
- повнокристалічний кварц чутливий до світла, а жильний – ні;
- обидва різновиди утворюються в різних середовищах [2].

Розглянемо існуючі дані щодо забарвлення кристалічного рожевого кварцу.

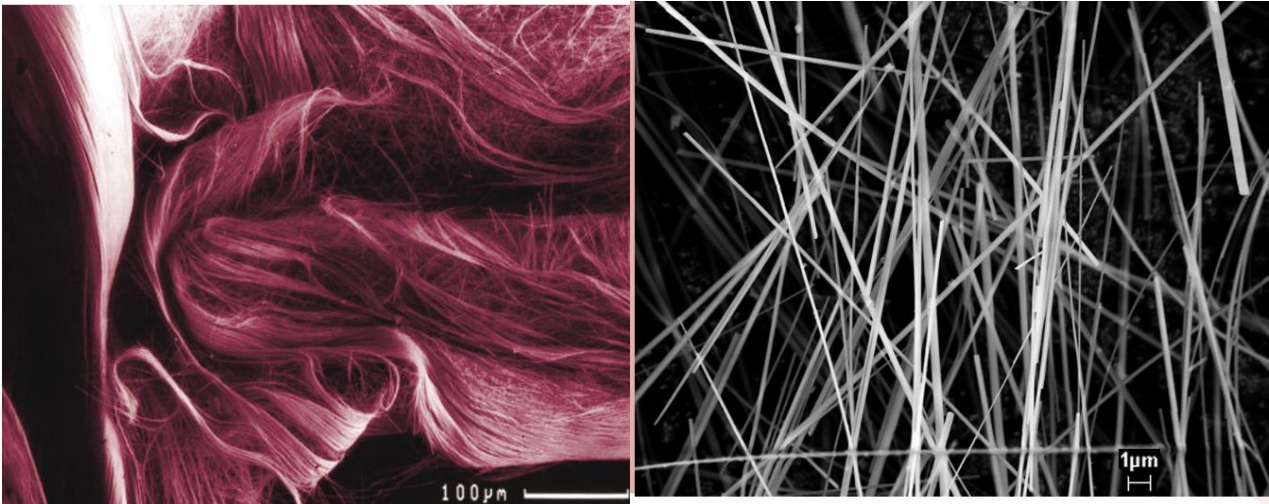
Згідно з Д. Машмайєром та Г. Леманом (1982) [3], колір викликаний невеликими кількостями іонів Al^{+3} і P^{+5} , вбудованими попарно в кристалічну ґратку для заміни Si^{+4} . У певному сенсі дві електрично нейтральні групи SiO_4 замінені на одну групу AlO_4^- і одну PO_4^+ [2].

Також вільні кристали дуже чутливі до світла і швидко бліднуть під прямими сонячними променями. Це вказує на те, що забарвлення зумовлене кольоровими центрами, утворення яких, здається, викликане випромінюванням високої енергії.

У той же час колір жильного рожевого кварцу блідне тільки за значно вищих температур – понад 500°C . Нагрітий рожевий кварц не поверне свій колір при опроміненні, але це може призвести до утворення додаткових центрів димчастого кварцу та відповідно до зміни кольору. Тому малоймовірно, що колір спричинений опроміненням, індукованим кольоровими центрами.

Протягом останніх 30-40 років вважалося, що причиною є включення рутилу TiO_2 .

Однак, наприкінці 1990-х років Джордж Россман, Джулія Горева та Чі Ма провели цікаве дослідження природи кольору та астеризму рожевого кварцу [4]. Вони отримали зразки рожевого кварцу з ряду місцевостей по всьому світу і обережно розчинили їх у плавиковій кислоті, нагрітій до 100°C . Ця обробка була призначена для розчинення діоксиду кремнію з кварцу та будь-якого включеного матеріалу, розчинного у HF при 100 градусах Цельсія.



Мал. 1, 2. Волокнисті включення під мікроскопом [4]

У зразку за зразком після кислотної обробки залишався клубок надзвичайно тонких рожевих волокон. Волокна було досліджено за допомогою скануючої електронної мікроскопії, інфрачервоної спектроскопії, раманівської спектроскопії, оптичної абсорбційної спектроскопії та дифракції рентгенівських променів. Завдяки цьому було визначено, що рожеві волокна є боросилікатом з властивостями, дуже схожими на властивості мінералу **дюмортьєриту**. Ці дослідники вважають, що колір і астеризм рожевого кварцу викликані цими волокнами.



Мал. 3. Волокна, вилучені з рожевого кварцу [4]

Дослідження цих відмінностей привели науковців до висновку: жильний та кристалічний рожевий кварц – це два різних види. Тому в англійській літературі було визначено загальноприйняті терміни для цих двох видів кварцу: *Rose Quartz* (жильний) та *Pink Quartz* (повнокристалічний).

У свою чергу зроблено другий висновок: *Rose Quartz* не формує вільних кристалів взагалі, хоча в масивах мінералу зустрічаються досить великі монокристалічні структури. На це вказують ті ж зразки з астеризмом, де промені зірки направлені згідно напрямкам цільної кристалічної ґратки.

Той факт, що волокна мають субмікроскопічний розмір і, принаймні в деяких випадках, вбудовані в кварцову речовину паралельно певним кристалографічним осям, є вагомою ознакою того, що це епігенетичні включення, які утворилися в результаті вилучення мікроелементів з кристалічної ґратки: висока температура під час утворення дозволила включення деяких дрібних іонів до ґратки. При зниженні температури і стисканні ґратки мікроелементи повільно «видавлювалися» і утворювали волокнисті включення. Однак поки що це припущення.

Розглянемо умови формування *Rose Quartz*. Він утворюється при дуже високих температурах, між 400°C і 700°C. Ці умови можна назвати **пневматолітичними**, тобто жильний рожевий кварц виріс у газоподібній надкритичній фазі, а не з водяного розчину, що є характерним для більшості інших різновидів кварцу, які й утворюють кристали [5]. Внаслідок метастабільного стану таких умов температура і тиск різко знижуються, перетворюючи газ на рідину, яка щільно заповнює тріщини в жилі. Таким чином розчин не залишає заповнених газом “бульбашок”, як це трапляється за гідротермальних умов у конкреціях, закритих порожнинах, тощо. [6] Така щільність заповнення тріщин та щілин може пояснювати, чому *Rose Quartz* не формує вільних кристалів.

Сподіваємося, що у майбутній україномовній гемологічній термінології ці два різновиди будуть чітко розрізняти, застосовуючи наведені або інші назви (зрозуміло, що перекласти *rose* і *pink* різними словами не вийде). Це є актуальним ще й з тієї причини, що саме кристалічний рожевий кварц є абсолютною рідкістю і має високу цінність саме як колекційний матеріал, тоді як для виготовлення огранених каменів використовують прозорі ділянки жильного рожевого кварцу.

Висновки.

1. Жильний та кристалічний рожевий кварц – це два різні види кварцу.
2. Жильний рожевий кварц забарвлено волокнистими включеннями іншого мінералу. У той же час забарвлення кристалічного рожевого кварцу зумовлене кольоровими центрами, подібно до аметиста та димчастого кварцу.
3. На відміну від більшості видів кварцу, жильний рожевий кварц утворюється з газоподібного розчину при надвеликих температурах.
4. Розчин щільно заповнює тріщини і щілини у жилах, не створюючи порожнин для формування вільних кристалів.

Література:

1. La Madonna Rosa Ta The Van Allen Belt. [Онлайн.] Доступно за посиланням: <https://geology.com/gemstones/rose-quartz/>
2. Pink Quartz [Онлайн.] Доступно за посиланням: <http://www.quartzpage.de/pink.html>
3. Д. Машмайер, Г. Леман. Центр уловлених пустот, що викликає рожеве забарвлення природного кварцу. Журнал кристалографії, Гл..163, 181-196, 1983.
4. Джордж Россман, Джулія Горева, Чі Ма. Таємне життя мінералів: Елізабет Надін [Онлайн.] Доступно за посиланням: https://www.its.caltech.edu/~chima/publications/Secret_Lives_of_Minerals.pdf
5. Rose quartz [Онлайн.] Доступно за посиланням: <http://www.quartzpage.de/rose.html>
6. Аксель Мюллер, Вільям Кейзер, Вільям Б. Сіммонс та ін. Кварцова хімія гранітних пегматитів: наслідки для класифікації, генезису та дослідження [Онлайн.] Доступно за посиланням: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009254121004502>