



ЧЕТВЕРТА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ

"НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ"

Україна, м. Трускавець, 6–10 листопада 2017 р.

УДК 548:549.614:549.646.1:553.064.1 (477.42)

**КРИСТАЛОГЕНЕЗ ТОПАЗУ І БЕРИЛУ КАМЕРНИХ ПЕГМАТИТІВ
ВОЛИНИ – ПЕРЕДУМОВА ОЦІНКИ ВАЖЛИВОГО ВИДУ
КАМЕНЕБАРВНОЇ СИРОВИНИ**

Вовк О.П.¹, к. геол. н., geologygeochemistry@gmail.com,

Наумко І.М.², д. геол. н., старший наук. співробітник, naumko@ukr.net,

1 – Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк, Україна,

2 – Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, м. Львів, Україна

В роботі узагальнено результати кристаломорфологічних та генетичних досліджень топазу і берилу камерних пегматитів Коростенського плутона (північно-західна частина Українського щита). Розглянуто відмінності огранення кристалів топазу з різних мінерально-структурних зон пегматитових тіл. Виявлено прості форми топазу і берилу, які повинні виявлятися за будь-яких умов і тому не несуть генетичної інформації. Встановлено умови формування топазу і берилу. Розглянуто вплив температури на зовнішню форму багатогранників топазу і берилу та доведено, що огранення обидвох мінералів з падінням температури збідається. Обґрунтовано важливість кристаломорфологічних та генетичних досліджень топазу і берилу для пошуку і видобутку цього важливого для України виду каменебарвної сировини другого (третього) порядку та оцінки рівня кондиційності їхніх кристалів. Це визначає інвестиційний потенціал мінерально-сировинної бази коштовного каміння в Україні і стає предметом зацікавлення майбутніх інвесторів, оскільки за ринкових умов природне коштовне каміння стане надійним джерелом коштів, зокрема валютних, для поповнення Державної скарбниці.

**CRYSTALL GENESIS OF TOPAZ AND BERIL FROM CHAMBER
PEGMATITES OF VOLYN AS PREREQUISITE OF ESTIMATION
OF IMPORTANT KIND OF RAW MATERIAL GEMS**

Vovk O.¹, Cand. Sci. (Geol.), geologygeochemistry@gmail.com,

Naumko I.², Dr. Sci. (Geol.), Senior fellow, naumko@ukr.net,

1 – Lesya Ukrainka Eastern European National University, Lutsk, Ukraine,

*2 – Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of
National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine*

The results of crystal morphological and genetic research of topaz and beryl of chamber pegmatites of the Korosten pluton (northwest part of the Ukrainian shield) were summarized in work. The differences of habit of topaz crystals from different mineral-structural zones of pegmatite bodies were considered. Simple forms of topaz and beryl, which must be detected at any conditions and therefore do not carry genetic information were revealed. Topaz and beryl forming conditions in chamber pegmatites were established. The effect of temperature on the shape of the polyhedrons of topaz and beryl was considered, and that the quantity of simple forms become less on both minerals according to decrease of temperature was proved. The importance of crystall morphological and genetic research of topaz and beryl for the search and extraction of this important kind for Ukraine second (third) order of gems (precious stones) and the estimation of the level of quality of their crystals was substantiated. It determines the investment potential of the raw material gems (precious stones) in Ukraine and becomes interesting to future investors, since according to market conditions, natural precious stones will become a reliable source of funds, in particular currency, for replenishment of the State Treasury.

Вступ. Згідно з законом України «Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року» передбачається здійснити пошукову оцінку перспективних проявів каменебарвної сировини (Закон України, 2011).

Це насамперед стосується камерних (заноришових) пегматитів, просторово і генетично пов'язаних з рапаківоподібними гранітами Коростенського плутону у північно-західній частині Українського щита, які є єдиним джерелом ювелірного топазу і берилу в Україні. Гігантські кристали волинських самоцвітів прикрашають не лише українські, але і закордонні музеї (Павлишин і ін., 2017). Водночас чітко індивідуалізовані кристалографічно топаз і берил є важливими типоморфними мінералами – надійними індикаторами кислотності-лужності флюїдного середовища кристалізації мінералів на післяінверсійній стадії пегматитового процесу.



ЧЕТВЕРТА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

"НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ. ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ"

Україна, м. Трускавець, 6–10 листопада 2017 р.

Кристаломорфологічні та генетичні дослідження топазу і берилу, поряд з даними із забарвлення, хімічного складу, фізичних властивостей тощо, сприятимуть оцінці рівня кондиційності їхніх кристалів, адже при покращенні економічної ситуації експлуатацію пегматитових тіл Володарськ-Волинського поля з топазом і берилом як каменєбарвною сировиною другого (третього) порядку та ювелірним і п'єзооптичним кварцом варто обов'язково відновити, оскільки за ринкових умов природне кольорове каміння (коштовне, напівкоштовне, виробне) стане надійним джерелом коштів, зокрема валютних, для поповнення державної скарбниці України.

Мета роботи – систематизувати власні та літературні дані про мінералогію українського топазу і берилу як коштовного каміння другого (третього) порядку.

Методи дослідження: гоніометрія, аналіз структури топазу і берилу, статистичні, термобарогеохімічні–мінералофлюїдологічні методи.

Новизна дослідження полягає у поєднанні кристаломорфологічних та термобарогеохімічно–мінералофлюїдологічних методів з метою визначення типоморфних особливостей топазу і берилу як важливого виду українського коштовного каміння другого (третього) порядку.

Результати. Зовнішня форма кристалу є надійною типоморфною ознакою, за якою можна визначити, в якій саме частині родовища він утворився, що дає змогу виявити ступінь еродованості родовища (Евзикова, 1984). Кристали топазу і берилу з різних мінерально-структурних зон камерних пегматитів Коростенського плутону помітно відрізняються (рис. 1, 2). Так, найбагатше огранення кристалів топазу характерне для заноришів. На головках багатогранників нами виявлено 17 простих форм, з яких морфологічно важливими є призми $f \{011\}$, $u \{021\}$ та $d \{101\}$, дипіраміди $o \{111\}$ та $u \{112\}$, пінакоїд $s \{001\}$. Морфологія багатогранників із зони вилуговування, графічної, пегматоїдної та польвошпатової зон помітно бідніша. На їхніх головках виявлено сім простих форм, серед яких морфологічно важливою є лише призма $f \{011\}$. Ще бідніше огранення характерне для топазу із метасоматично змінених порід – на головках кристалів виявлена лише призма $f \{011\}$ (Павлишин і ін., 2017). Для берилу характерна зворотна картина – найбагатше огранення у кристалів із зон вилуговування, на індивідах з заноришів наявна менша кількість простих форм (Вовк, Наумко, 2013).

Положення про залежність морфології кристалів від їхньої ретикулярної густини першим сформулював О. Браве (Bravais, 1851): «Можливість появи і розвитку кожної раціональної грані повинна бути принаймні частково пропорційна густині її сітки.» І.Д.Х. Донней та Д. Харкер (Donnay, Harker, 1937) запропонували розширити закон Браве, враховуючи гвинтові осі і площини ковзаючого відбиття у структурі кристала. Такі елементи симетрії понижують ретикулярну густину в 2 і більше разів, тобто площини в 2 рази, а осі – згідно з своїм порядком. Деяка інша методика розрахунку ретикулярної густини пропонується в (Гуськов, Чупрунов, 2007) За І.І. Шафрановським (1985) величина нескінченної площинної симетрії грані також впливає на морфологію кристалів – грані з вищою величиною симетрії часто є габітусними. Тоді, коли дві описані вище методики визначення морфологічної важливості граней кристалу розглядають лише загальні геометричні одиниці, то П. Хартман та В. Пердок (Hartman, Perdok, 1955; Хартман, 1967) вважають, що головну роль у зв'язку морфології і структури повинні відігравати не грані, а напрямки. Відповідно, найважливіші зони в кристалах пов'язані з ланцюгами найсильнішого зв'язку між структурними одиницями. Такі ланцюги позначають РВС (periodic bond chain). РВС-вектори повинні бути неперервними у структурі мінералу. Чим ближчий ланцюг до прямої лінії, тим сильніше він впливає на кристаломорфологію.



ЧЕТВЕРТА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ

"НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ"

Україна, м. Трускавець, 6–10 листопада 2017 р.

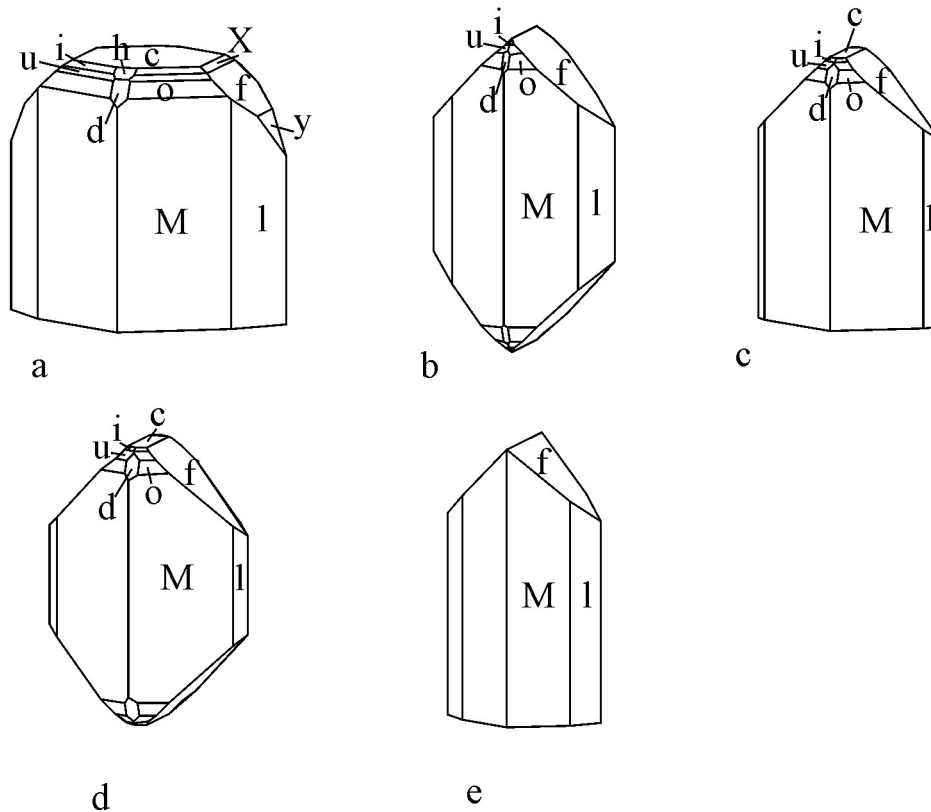


Рис. 1. Зображення типових кристалів топазу з різних мінерально-структурних зон камерних пегматитів Коростенського плутону. Прості форми: М $\{110\}$, l $\{120\}$, f $\{011\}$, o $\{111\}$, u $\{112\}$, c $\{001\}$, y $\{021\}$, d $\{101\}$, X $\{023\}$, i $\{113\}$, h $\{103\}$:

a – занориші, b – зони вилуговування, c – графічна і пегматоїдна зони, d – польовошпатована зона, e – метасоматично змінені породи (Павлишин і ін., 2017).

Розглянувши вказані вище методики, можна дійти висновку що для топазу морфологічно найважливішими простими формами повинні бути f $\{011\}$, b $\{010\}$, М $\{110\}$, l $\{120\}$, d $\{101\}$, o $\{111\}$, c $\{001\}$, y $\{021\}$ (Вовк, Наумко, 2005, 2013), для берилу – $\{0001\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{11\bar{2}0\}$ (Вовк, Наумко, 2013, 2014). Такі грані повинні простежуватися на кристалах за будь-яких умов і їх наявність не може слугувати індикаторами умов утворення мінералів. Так, на багатогранниках волинських топазів із заноришів всі вказані вище прості форми, крім b $\{010\}$, проявляються добре (Вовк, Наумко, 2013). Для берилів вказані вище призми та пінакоїд є морфологічно важливими незалежно від мінерально-структурної зони (Вовк, 2016).



ЧЕТВЕРТА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ

"НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ"

Україна, м. Трускавець, 6–10 листопада 2017 р.

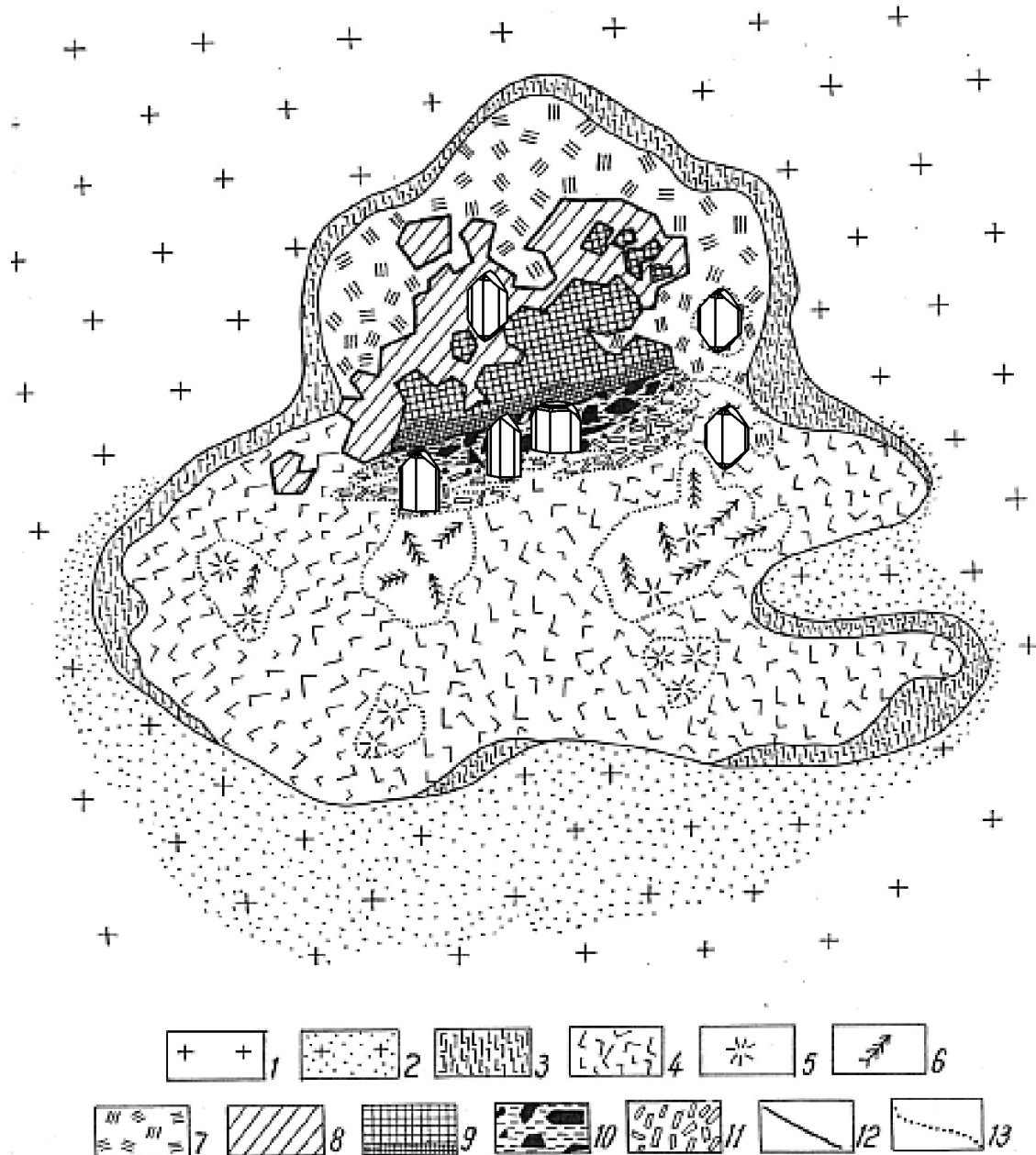


Рис. 2. Розподіл основних кристалографічних форм багатогранників топазу по мінерально-структурних зонах камерних пегматитів Коростенського плутону (Павлишин і ін., 2017)

Вертикальний розріз типового пегматитового тіла камерного типу наведено (за Лазаренко и др., 1973): 1 – граніти; 2 – граніти, збагачені фемічними мінералами; 3 – пегматит графічної структури; 4 – пегматит дрібно- і середньозернистої графічної структури; 5 – пегматит радіально-графічної структури; 6 – пегматит скелетно- графічної структури; 7 – пегматит пегматоїдної структури; 8 – польвошпатована зона; 9 – кварцова зона; 10 – камера (занориш); 11 – зона вилуговування; 12 – контакти чіткі; 13 – контакти нечіткі.

Типові кристали топазу (див. рис. 1) зображено на відповідних мінерально-структурних зонах.

Кристаломорфологія багатогранників волинських топазів збіднюється з падінням температури (Вовк, 2016), така ж картина характерна для берилу (рис. 3). Основна маса топазу



ЧЕТВЕРТА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ

"НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ"

Україна, м. Трускавець, 6–10 листопада 2017 р.

утворилася у 2-й кислотний період післяінверсійної стадії пегматитового процесу за температур, дещо вищих за 400 °С шляхом вільної кристалізації у заноришах і при метасоматозі – у зонах вилуговування. Величина рН розчинів включень у топазі зазвичай коливається у межах 4,3–5,6. Кристали топазу із зон вилуговування не є новою генерацією, вони утворилися тоді ж, тобто в 2-ий кислотний період, що і топаз у заноришах (Наумко, Калюжний, 1981). У метасоматично змінених породах топаз пізньої генерації, тобто топаз III, кристалізувався з низькотемпературних розчинів із значенням 180–200 °С у 3-й кислотний період разом з пізніми берtrandитом, фенакітом, альбітом тощо (Ремешило, Вовк, 1973).

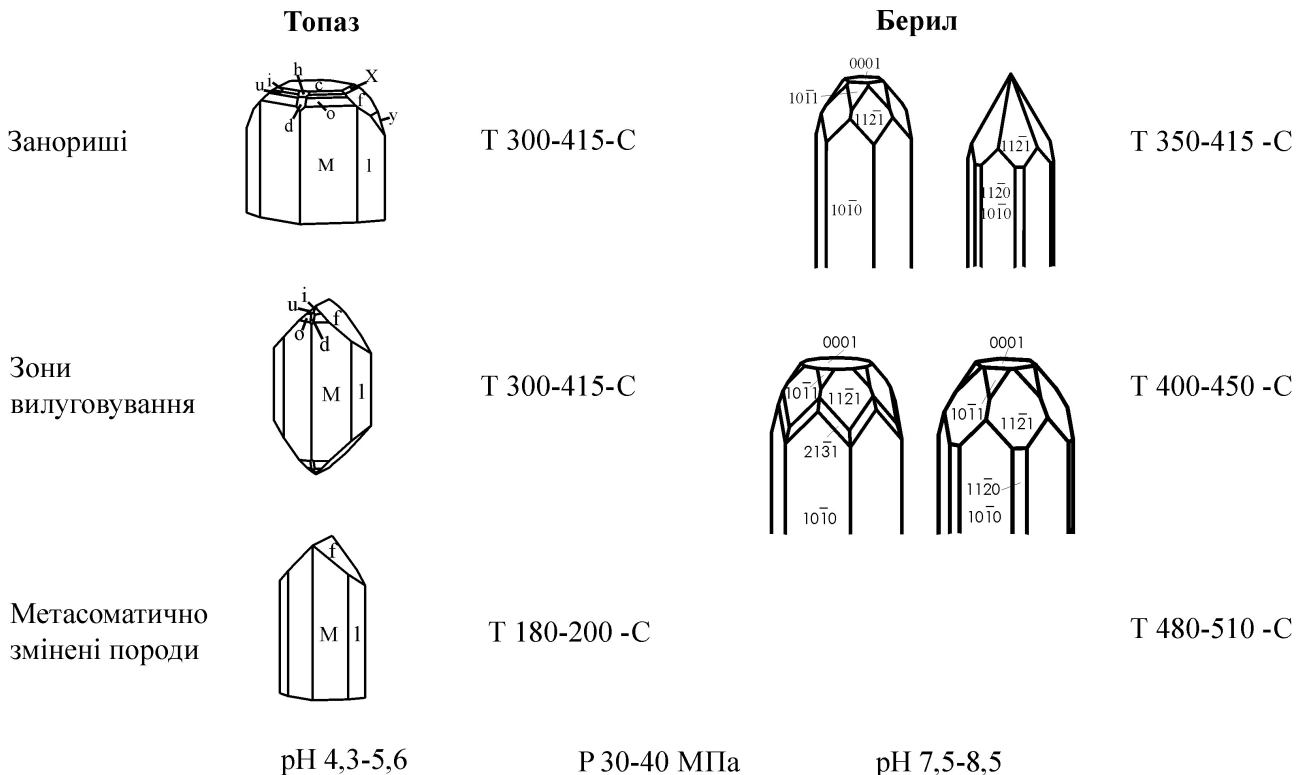


Рис. 3. Зв'язок кристаломорфології та генезису топазу і берилу камерних пегматитів Коростенського плутона. Прості форми: М {110}, І {120}, f {011}, о {111}, u {112}, с {001}, у {021}, d {101}, X {023}, і {113}, h {103}

Берил кристалізувався за температур, близьких до утворення топазу, проте за інших, досить відмінних, значень рН (7,5–8,5). Формування берилу в заноришовій області відбувалося за температури порядку 400 °С. В зонах вилуговування температура кристалізації берилу була дещо вища, а в метасоматично змінених породах під пегматитовим тілом – досягала 500 °С внаслідок припливу високотемпературних флюїдів. Флюїдне середовище періоду формування основної маси берилу відзначалося слабкою лужністю (Наумко, 1999).

Основна маса топазу і берилу утворилася за тисків, що не часто перевищували 30–40 МПа. Топаз є надійним індикатором підвищеної кислотності флюїдного середовища мінералогенезу, берил – лужності.

Висновки:

1. Для топазу і берилу з різних мінерально-структурних зон камерних пегматитів Коростенського плутона зовнішня форма кристалу істотно відрізняється. Відмінності кристаломорфології мінеральних індивідів дають змогу виявити ступінь еродованості родовища.

2. Аналіз впливу кристалічної структури на морфологію індивідів дозволяє виявити прості форми, які повинні проявлятися за будь-яких умов і, відповідно, не несуть генетичної інформації. Для топазу



**ЧЕТВЕРТА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ**

**"НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ"**

Україна, м. Трускавець, 6–10 листопада 2017 р.

такими формами $e\ f\ \{011\}$, $b\ \{010\}$, $M\ \{110\}$, $l\ \{120\}$, $d\ \{101\}$, $o\ \{111\}$, $c\ \{001\}$, $y\ \{021\}$, для берилу – $\{0001\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{11\bar{2}0\}$.

3. Основна маса топазу камерних пегматитів Волині утворилася за температур, дещо вищих за $400\text{ }^\circ\text{C}$ у 2-й кислотний період післяінверсійної стадії пегматитового процесу (рН включень 4,3–5,6), берилу – за температури майже $400\text{ }^\circ\text{C}$ (рН 7,5–8,5). З падінням температури кристаломорфологія і топазу, і берилу – збіднюється.

4. Кристаломорфологічні та генетичні дослідження топазу і берилу, поряд з даними із забарвлення, хімічного складу, фізичних властивостей тощо, складатимуть надійну базу для обґрунтування пошуку і видобутку цього важливого для України виду каменебарвної сировини другого (третього) порядку та оцінки рівня кондиційності її кристалів, що може зацікавити майбутніх інвесторів з метою поповнення Державної скарбниці України.