

О.А. ВИШНЕВСЬКИЙ<sup>1</sup>, В.М. КВАСНИЦЯ<sup>1</sup>,  
 І.В. КВАСНИЦЯ<sup>2</sup>, Л.В. ШУМЛЯНСЬКИЙ<sup>1</sup>, І.В. ГУРНЕНКО<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України  
 03680, м. Київ, просп. Акад. Палладіна, 34  
 E-mail: vyshnevsky@igmof.gov.ua

<sup>2</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННІ «Інститут геології»  
 03022, м. Київ, вул. Васильківська, 90

## ЦИРКОН ІЗ БІЛОКОРОВИЦЬКИХ ПРОТЕРОЗОЙСЬКИХ ПІСКОВИКІВ (КРИСТАЛОМОРФОЛОГІЯ, АНАТОМІЯ, ХІМІЧНИЙ СКЛАД, МІНЕРАЛЬНІ ВКЛЮЧЕННЯ, ГЕНЕЗИС)

З використанням методів гоніометрії, растрової електронної мікроскопії та електронно-зондового мікроаналізу вивчено зовнішню і внутрішню морфологію кристалів циркону із протерозойських пісковиків Білокоровицької структури на Волинському мегаблоці Українського щита, його хімічний склад та мінеральні включення в ньому.

Серед кристалів білокоровицького циркону трапляються як не зношені багатогранники, так і зовсім обкатані зерна. За кристаломорфологічними ознаками білокоровицькі циркони найближчі до багатогранників цього мінералу із кислих порід — гранітоїдів. Для білокоровицького циркону властиві видовжено-призматичний габітус і цирконовий ( $\{110\}$ – $\{111\}$ ), гіацинтовий ( $\{100\}$ – $\{111\}$ ) та гіацинтово-цирконовий ( $\{110\}$ – $100$ – $\{111\}$ ) типи кристалів. Більшість анатомічних картин білокоровицького циркону складені зонами трьох-чотирьох форм росту:  $\{110\}$ – $\{100\}$ – $\{111\}$ – $\{311\}$ . Вони прослідковуються від зародження кристала до кінцевої стадії його росту. Більш рідкісними є анатомічні картини з елементами розчинення і доростання кристалів циркону.

Відношення  $ZrO_2/HfO_2$  у білокоровицьких цирконах змінюється у межах від 20 до 60, проте здебільшого потрапляє в інтервал 30–45. Такі значення характерні для цирконів із різних гранітоїдів.

В кристалах білокоровицького циркону виявлено включення понад 10 мінеральних фаз:  $SiO_2$  (40 % загальної кількості включень), слюда (31 %), алюмофосфат-сульфати (9 %), ксенотим (4,5 %), рутил (4 %), пірит (4 %), магнетит (2,5 %), псевдорутил (1,5 %), апатит (1 %), монацит (1 %), гематит (1 %) і альбіт (0,5 %). Ознаки сингенетичного росту включень в кристалах циркону зафіксовано лише для апатиту, ксенотиму і окремих утворень кварцу. Зроблено висновок, що більшість вивчених у білокоровицьких цирконах включень (кварц, слюда, альбіт, ксенотим, монацит, апатит, рутил, магнетит) та їх поєднання в межах окремих кристалів відповідають «гранітній» асоціації мінералів, інша частина (халцедон, алюмофосфат-сульфати, пірит, гематит, псевдорутил) належить до новоутворень, які кристалізувалися в них під час регіонального метаморфізму осадових Білокоровицької структури.

*Ключові слова:* циркон, кристаломорфологія, анатомія, хімічний склад, мінеральні включення, білокоровицькі пісковики.

© О.А. ВИШНЕВСЬКИЙ,  
 В.М. КВАСНИЦЯ,  
 І.В. КВАСНИЦЯ,  
 Л.В. ШУМЛЯНСЬКИЙ,  
 І.В. ГУРНЕНКО, 2015

**Вступ.** Циркон — один з найпоширеніших акцесорних мінералів, трапляється майже в усіх типах порід: магматичних, метаморфічних, осадових. Тому він є важливим насамперед для з'ясування генезису кристалічних порід,

кореляційних побудов, радіогеохронологічних досліджень, визначення зон зносу, пошуків корінних родовищ і як корисна копалина.

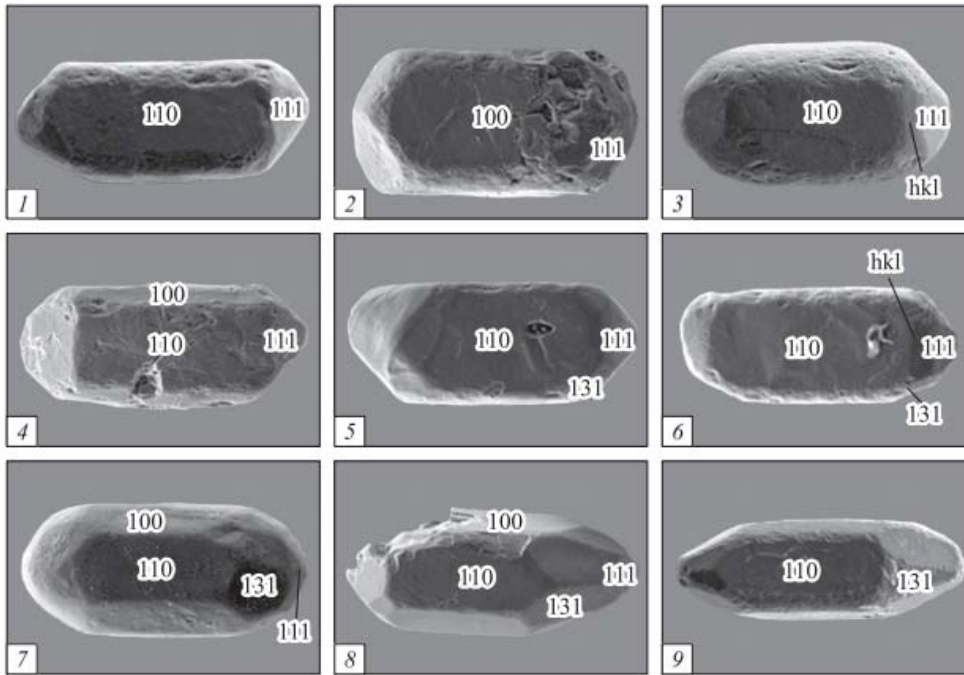
Циркон із осадових порід Білокоровицької структури вивчений на цей час недостатньо. Тільки деякі роботи висвітлюють особливості його морфології, хімічного складу та ізотопного віку [4, 8—11].

**Зразки і методи досліджень.** Об'єктом досліджень стали кристали циркону із пісковиків, відібраних у напівзакинутому кар'єрі на північній окраїні смт Нові Білокоровичі. Загальну характеристику кристалів циркону наведено у статті [11], за якою їхній розмір здебільшого 0,2—0,3 мм (окремі кристали дрібніші — до 0,1 мм), за зовнішнім виглядом вони доволі одноманітні. Однак ревізія наявного матеріалу показала, що насправді досліджувані кристали різноманітніші, ніж здавалося на перший погляд. У зв'язку з цим було виконано їх детальне вивчення.

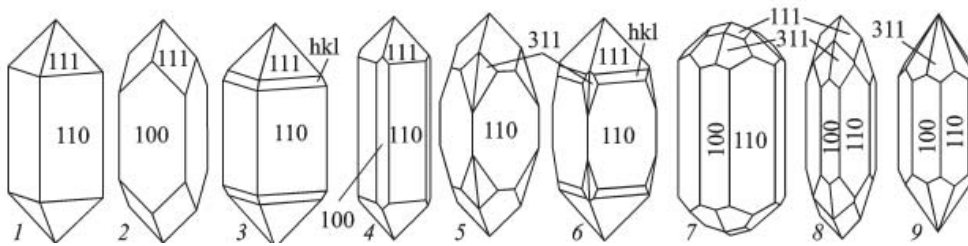
Методами гоніометрії, растрової електронної мікроскопії та електронно-зондового мікроаналізу вивчали зовнішню і внутрішню морфологію кристалів циркону, їх хімічний склад та мінеральні вclusions в них. Дослідження проведені в Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України з використанням двукружного гоніометра ГД-1 та сканувально-го електронного мікроскопа JSM 6700F з енергодисперсійною системою для мікроаналізу JED-2300 (JEOL, Японія). Умови отримання РЕМ-зображень та визначення хімічного складу мінералів були такими: прискорювальна напруга 20 кВ, струм зонда  $6 \cdot 10^{-10}$  А, діаметр зонда 1—2 мкм. Як стандарти під час аналізу використовували чисті метали — для Al, Si, Ti, Mn, Fe, Ni, Co, Y, Zr, Sm, Gd, Dy, Er, Hf, U; синтетичні  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ , MgO, GaP, FeS, KCl,  $\text{CaF}_2$ , InAs,  $\text{SrTiO}_3$ ,  $\text{BaF}_2$ ,  $\text{LaB}_6$ ,  $\text{CeB}_6$ ,  $\text{PrB}_6$ ,  $\text{NdB}_6$ ,  $\text{EuP}_5\text{O}_{14}$ ,  $\text{PbF}_2$ ,  $\text{ThO}_2$  — для Na, Mg, P, S, K, Ca, As, Sr, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Eu, Pb, Th відповідно. Внесення поправок у результати вимірів та розрахунок концентрацій елементів здійснювали методом ZAF-корекції. Перед інструментальними дослідженнями було проведено селекцію кристалів циркону за кольором і прозорістю та виділено декілька їх груп: білі непрозорі, жовтуваті і безбарвні прозорі, рожеві напівпрозорі, коричневі напівпрозорі і коричнево-чорні непрозорі. Із понад 200 спеціально підібраних у межах цих груп кристалів циркону було приготовлено поліровані препарати і детально досліджено їх анатомію, хімічний склад та мінеральні вclusions у них.

**Результати досліджень кристалів циркону.** *Кристаломорфологія циркону.* На більшості вивчених кристалів в різній мірі збережені їх грані. Однак через малі розміри гоніометрично вивчено лише окремі найбільші та мало зношені кристали циркону. Зафіксовано такі прості форми кристалів: {110}, {100}, {111} і {311}. Ці самі форми кристалів спостерігаються на більшості їх електронно-мікроскопічних знімків (рис. 1). Переважно їх комбінації визначають морфологічні типи кристалів циркону, ідеалізовані форми яких показано на рис. 2. Найчастіше це видовжені призматичні кристали з гранями {100}, {110}, {111} і {311}. Останні три форми чітко виражені в ідеальних зрізах зонально-секторіальних кристалів циркону по (100) (рис. 3). Встановлені морфологічні типи кристалів спостерігаються в різних за кольором їх групах. Простежити різницю в морфології їх кристалів не вдалося. Зовсім не зношені кристали циркону не є рідкістю, однак також часто трапляються дуже добре обкатані зерна без будь-яких ознак граней і вершин (рис. 4).

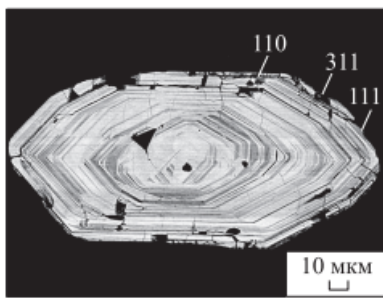
*Анатомія кристалів циркону.* Внутрішня будова кристалів циркону порівняно з їх зовнішньою формою різноманітніша. Результати анатомічних досліджень вказують на те, що більшість кристалів циркону мають складну



**Рис. 1.** Основні морфологічні типи кристалів циркону із білокоровицьких пісковиків  
**Fig. 1.** Main morphological types of zircon crystals from Bilokorovychy sandstones



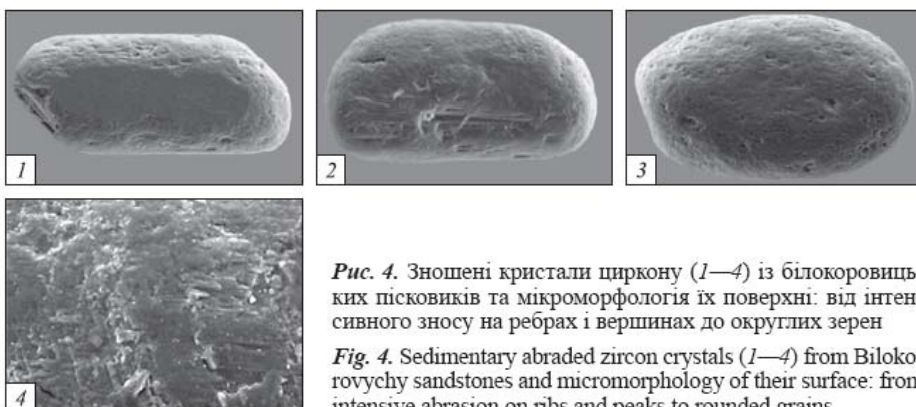
**Рис. 2.** Ідеалізовані кристали циркону із білокоровицьких пісковиків  
**Fig. 2.** Idealized zircon crystals from Bilokorovychy sandstones



**Рис. 3.** Форми росту жовтуватого кристала циркону  
**Fig. 3.** Growth forms of yellowish zircon crystal

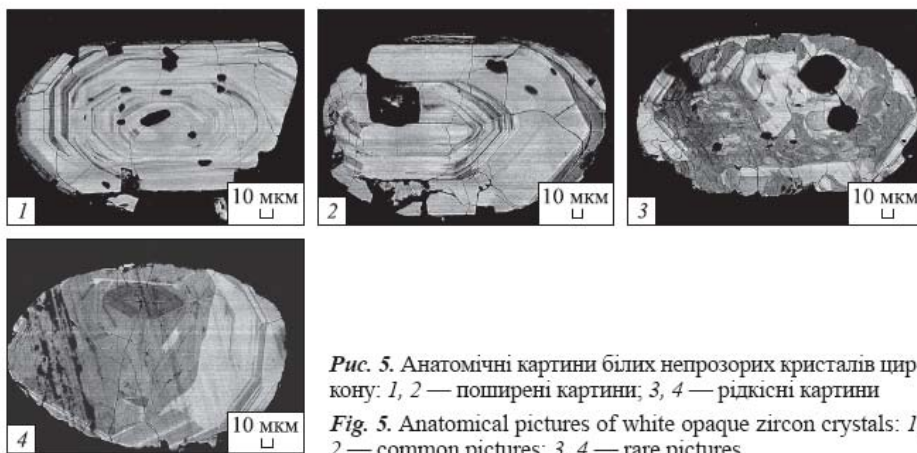
внутрішню будову: зональність, секторіальність, наявність ядер і мінеральних включень (рис. 5—10). Майже всі ці ознаки зовсім не помітні під оптичним мікроскопом.

На рис. 5—9 поєднано як поширені, так і рідкісні анатомічні картини. Для більшості кристалів циркону різних за кольором груп характерна зонально-секторіальна будова, вона простежується з перервами від центральних до периферійних ділянок кристалів. У багатьох зонально-секторіальних кристалах можна спостерігати деяку еволюцію форм. Насамперед це стосується появи чи зникнення форми {311}, фактично боротьби за домінування між формами {111} і {311}.



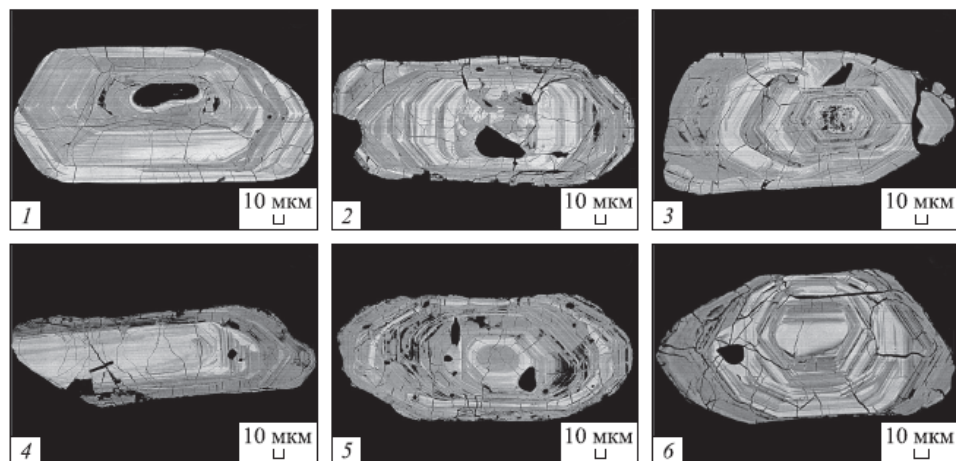
*Рис. 4.* Зношені кристали циркону (1—4) із білокоровицьких пісковиків та мікроморфологія їх поверхні: від інтенсивного зносу на ребрах і вершинах до округлих зерен

*Fig. 4.* Sedimentary abraded zircon crystals (1—4) from Bilokorovychy sandstones and micromorphology of their surface: from intensive abrasion on ribs and peaks to rounded grains



*Рис. 5.* Анатомічні картини білих непрозорих кристалів циркону: 1, 2 — поширені картини; 3, 4 — рідкісні картини

*Fig. 5.* Anatomical pictures of white opaque zircon crystals: 1, 2 — common pictures; 3, 4 — rare pictures



*Рис. 6.* Анатомічні картини коричнево-чорних кристалів циркону: 1—4 — поширені картини; 5, 6 — рідкісні картини

*Fig. 6.* Anatomical pictures of brown-black zircon crystals: 1—4 — common pictures; 5, 6 — rare pictures

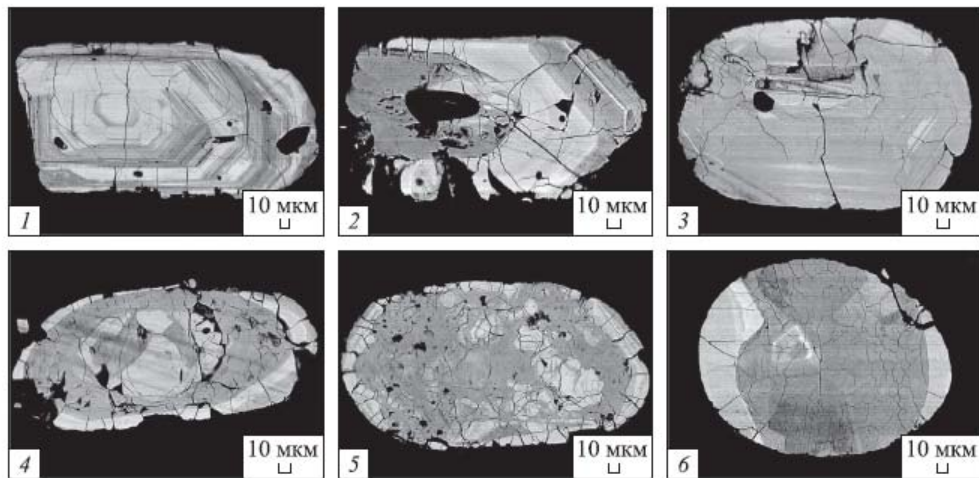


Рис. 7. Анатомічні картини коричневих кристалів циркону: 1, 2 — поширені картини; 3—6 — рідкісні картини

Fig. 7. Anatomical pictures of brown zircon crystals: 1, 2 — common pictures; 3—6 — rare pictures

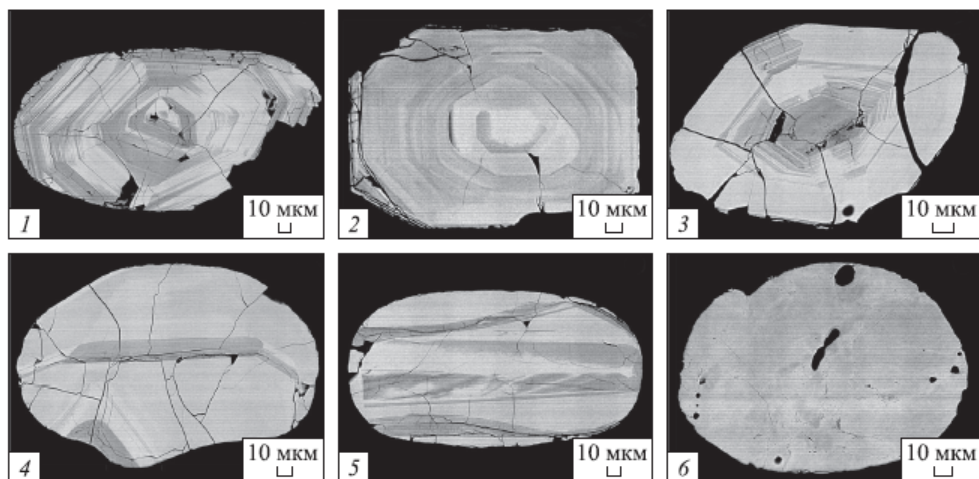
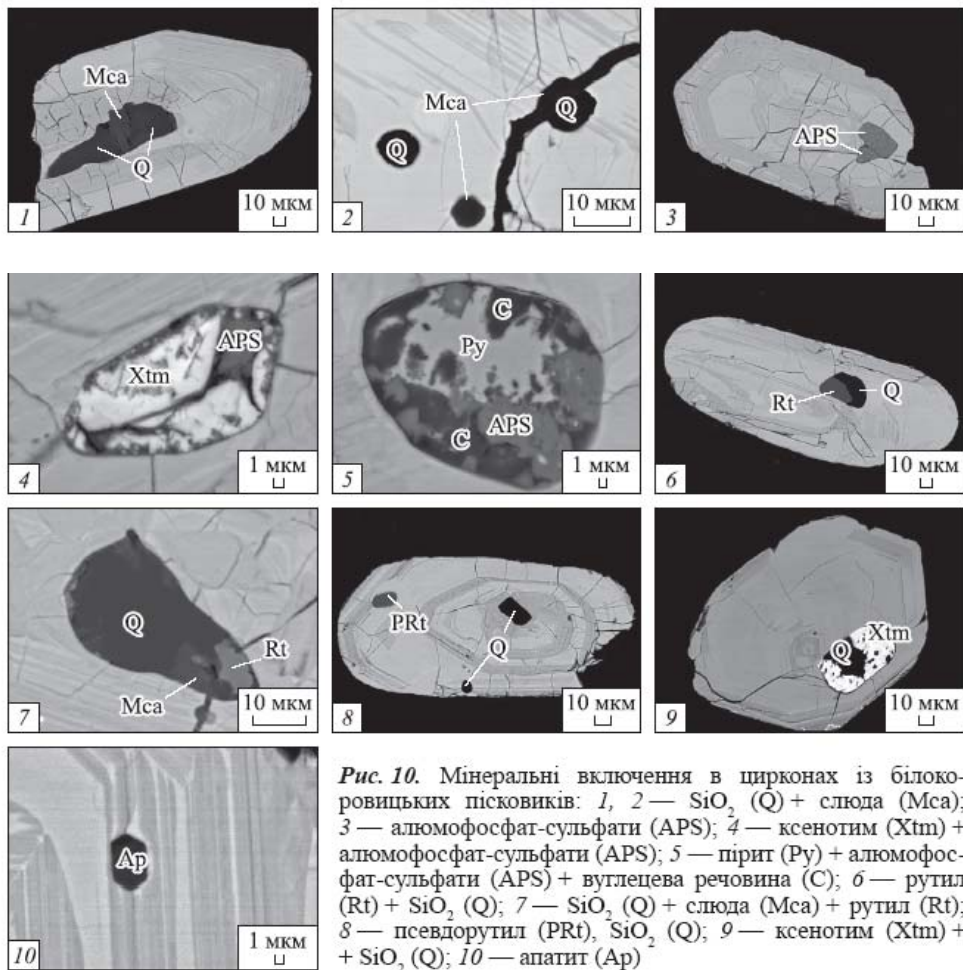
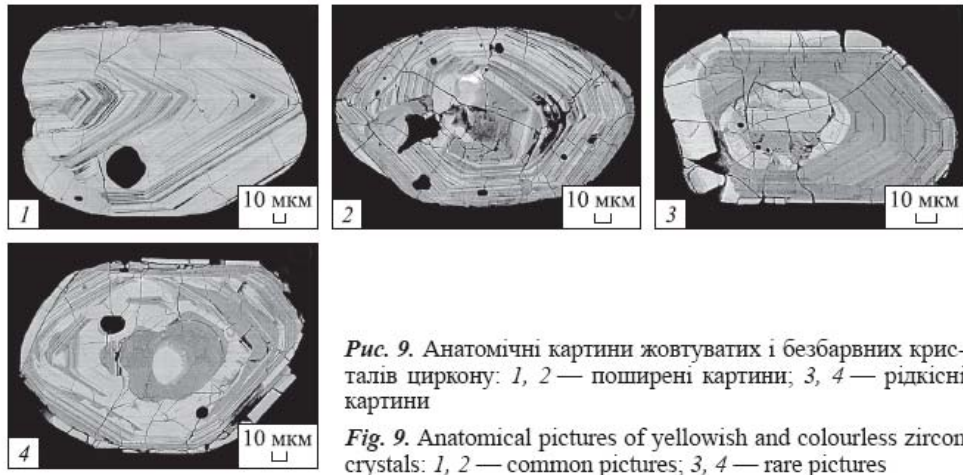


Рис. 8. Анатомічні картини рожевих кристалів циркону: 1, 2 — поширені картини; 3—6 — рідкісні картини

Fig. 8. Anatomical pictures of rose zircon crystals: 1, 2 — common pictures; 3—6 — rare pictures

Різний розвиток усіх указаних вище форм від зародження кристалів до кінцевої стадії росту зумовлює не тільки появу різних морфологічних типів, а й їх різні обриси (видовження вздовж головної кристалографічної осі) в різні моменти росту. Можна стверджувати, що від початку до кінця росту в усіх зонально-секторіальних кристалах головну роль відіграють форми  $\{110\}$ ,  $\{100\}$ ,  $\{111\}$  і  $\{311\}$ , при цьому, як зазначено вище, форма  $\{311\}$  в процесі росту може появлятися і зникати.

Майже в кожній кольоровій групі кристалів є індивіди, які не проявляють зонально-секторіальної будови, а демонструють однорідні або дуже складні мозаїчні картини. В багатьох кристалах проявлені «цирконові» округлі чи напів-округлі або поліедричні ядра. Часто в ядрах кристалів помітні інші мінеральні фази, які слугували місцем зародження кристалів циркону.



**Fig. 10.** Mineral inclusions in zircons from Bilokorovychy sandstones: 1, 2 —  $\text{SiO}_2$  (Q) + mica (Mca); 3 — aluminium-phosphate-sulphates (APS); 4 — xenotime (Xtm) + aluminium-phosphate-sulphates (APS); 5 — pyrite (Py) + aluminium-phosphate-sulphates (APS) + carbon matter (C); 6 — rutile (Rt) +  $\text{SiO}_2$  (Q); 7 —  $\text{SiO}_2$  (Q) + mica (Mca) + rutile (Rt); 8 — pseudorutile (PRt),  $\text{SiO}_2$  (Q); 9 — xenotime +  $\text{SiO}_2$  (Q); 10 — apatite (Ap)

Ще одна важлива ознака анатомічних картин вивчених цирконів — їх різнокольорова палітра з поєднанням світлих і темних зон і ділянок (у зворотню розсіяних електронах (BSE)), в тому числі часто не прив'язаних до зон або секторів росту. Вона відображає різний хімічний склад цих зон і ділянок.

**Хімічний склад кристалів циркону.** Як указано вище, характерною особливістю переважної більшості білокоровицьких цирконів є їх неоднорідність. Під час дослідження зразків на електронному мікроскопі в режимі фазового контрасту чітко проявляється їх зонально-секторіальна або мозаїчна внутрішня будова (рис. 5—9). Подальший мікрозондовий аналіз показав, що різні за інтенсивністю забарвлення зони та ділянки кристалів (світлі та темні у зворотню розсіяних електронах (BSE)) мають неоднаковий хімічний склад (табл. 1). Так, «світлий» циркон стандартний за складом і містить мінімум домішок (на рівні або нижче межі визначення). Натомість «темний» циркон за хімічним складом дуже специфічний. Його склад значно відхиляється від стехіометричного (чималий дефіцит кремнію і, навпаки, надлишок цирконію). Мінерал аномально збагачений на «неформульні» елементи — алюміній (0,3—2,5 %  $Al_2O_3$ ), залізо (0,2—1,3 % FeO) та кальцій (0,4—1,6 % CaO). Ще однією його відмінною є дефіцит суми в аналізах, який варіює від 2 до 6 %. Зазначимо, що циркони з таки-

Таблиця 1. Хімічний склад цирконів із пісковиків Білокоровицької структури, %

Table 1. Chemical composition of zircons from sandstones of Bilokorovychy structure, %

Номер зразка	Колір в BSE	SiO <sub>2</sub>	ZrO <sub>2</sub>	HfO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	Сума	ZrO <sub>2</sub> /HfO <sub>2</sub>
1-10	с	30,22	66,84	2,32	н. м. в.	н. м. в.	н. м. в.	99,37	29
	т	20,86	68,58	2,46	1,80	1,12	1,13	95,96	28
1-15	с	31,47	66,87	1,28	н. м. в.	н. м. в.	н. м. в.	99,61	52
	т	21,23	68,60	1,79	1,82	0,60	0,92	94,97	38
1-38	с	31,85	66,47	1,94	н. м. в.	н. м. в.	н. м. в.	100,26	34
	т	22,31	69,03	2,06	1,77	0,77	0,96	96,90	33
1-40	с	30,61	67,39	1,22	н. м. в.	н. м. в.	н. м. в.	99,22	55
	т	22,13	70,10	1,62	1,58	0,90	0,94	97,28	43
1-43	с	31,82	66,86	2,02	н. м. в.	н. м. в.	н. м. в.	100,71	33
	т	26,99	64,43	1,54	0,36	0,22	0,10	93,64	42
1-44	с	30,52	67,33	1,70	н. м. в.	н. м. в.	н. м. в.	99,55	40
	т	26,99	64,43	1,54	0,36	0,22	0,10	93,64	42
3-20	с	30,66	67,47	1,91	н. м. в.	н. м. в.	н. м. в.	100,04	35
	т	22,03	70,52	2,16	1,42	0,96	0,84	97,93	33
3-26	с	31,32	67,56	1,57	н. м. в.	н. м. в.	н. м. в.	100,45	43
4-51	с	31,11	67,38	1,74	н. м. в.	н. м. в.	н. м. в.	100,24	39
6-3	с	32,33	64,72	2,69	н. м. в.	н. м. в.	н. м. в.	99,74	24
	т	17,51	72,37	3,28	2,20	1,32	1,26	97,93	22
6-20	с	31,66	67,42	1,77	н. м. в.	н. м. в.	н. м. в.	100,85	38
	т	26,77	65,43	1,88	0,73	0,24	0,46	95,51	35
6-32	с	30,44	68,08	1,44	н. м. в.	н. м. в.	н. м. в.	99,96	47
	т	19,39	71,80	1,73	2,51	0,90	1,61	97,94	41

Примітка. с — світлий; т — темний; н. м. в. — нижче межі визначення.

ми особливостями загалом не є рідкістю, і неодноразово їх розглядали раніше різні автори [2, 15, 19 та ін.].

Відмінностей у хімічному складі цирконів різних за кольором (рожевих, коричневих тощо) простежити не вдалося.

**Мінеральні включення у кристалах циркону.** Мінеральні включення доволі поширені у білокоровицьких цирконах і виявлені у більш ніж половині (53 %) досліджених кристалів. При цьому у різних за забарвленням групах цирконів відсоток індивідів з включеннями неоднаковий: зокрема, серед рожевих їх 40, білих непрозорих, безбарвних та жовтуватих — 45, коричневих — 50, коричнево-чорних — 65 %.

Розмір включень — від часток мікрметра до 10—50 мкм. Морфологія включень у площині зрізу кристала циркону достатньо різноманітна. Серед них розрізняють ізометричні, субізометричні та виділення довільної форми, кількісно переважають другі. Загалом у білокоровицьких цирконах інструментально зафіксовано включення понад 10 мінеральних фаз. Такими є  $\text{SiO}_2$  (40 % загальної кількості включень), слюда (31 %), алюмофосфат-сульфати (9 %), ксенотим (4,5 %), рутил (4 %), пірит (4 %), магнетит (2,5 %), псевдорутил (1,5 %), апатит (1 %), монацит (1 %), гематит (1 %) і альбіт (0,5 %). Як правило, кристали циркону містять від декількох до 10 й більше включень. Виявлено, що у переважній більшості випадків (~70 %) у кожному окремо взятому кристалі циркону наявні включення декількох, зазвичай двох або трьох, мінералів, що утворюють як мономінеральні виділення, так і поліфазові зростки. Кількісно дещо переважають перші.

$\text{SiO}_2$  є найпоширенішим мінералом-в'язнем у білокоровицьких цирконах. Спостерігається у вигляді як самостійних, так і «складних» включень разом з іншими фазами — головню зі слюдою, в окремих випадках з рутилом, магнетитом, піритом, ксенотимом, монацитом, алюмофосфат-сульфатами (рис. 10, 1, 6—9). Крім того, в деяких цирконах  $\text{SiO}_2$  заповнює прожилки, що поширюються від внутрішніх включень до поверхні кристалів (рис. 10, 2). За хімічним складом це практично чистий кремнезем, іноді з незначною, на рівні перших десятих відсотка, домішкою  $\text{Al}_2\text{O}_3$  та  $\text{FeO}$ . У ряді мікрозондових аналізів виявлено дефіцит суми (від 4 до 6 %), що, можливо, пов'язано з наявністю в мінералі води. З огляду на це можна припустити, що у вивчених цирконах  $\text{SiO}_2$  представлений як звичайним  $\alpha$ -кварцем, так і прихованокристалічним різновидом — халцедоном.

**Слюда** займає друге за значущістю місце серед включень у білокоровицьких цирконах. Утворює як мономінеральні, так і «складні» включення, іноді спостерігається у формі прожилків. Найчастіше її фіксують спільно з кварцом, піритом, рутилом, магнетитом, в окремих випадках з ксенотимом і монацитом (рис. 10, 1, 2, 7). Хімічний склад мінералу достатньо витриманий (табл. 2) і відповідає фенгіту, що є проміжним членом серії твердих розчинів мусковіт—селадоніт. За магнезійністю ( $\text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe}) = 0,40\text{—}0,60$ ) і вмістом кремнію ( $\text{Si} = 3,21\text{—}3,53$  ф. о.) він подібний до фенгітів із різних за генезисом та  $P$ — $T$  умовами утворення порід: гранітоїдів, метапелітів різних ступенів метаморфізму, метасоматитів тощо.

**Алюмофосфат-сульфати**, або як їх ще іменують «APS-мінерали», трапляються у досліджуваних цирконах доволі часто. Вони виявлені у кожному десятому включенні в них. Складають як поліфазові зростки з кварцом, піритом, ксенотимом, так і мономінеральні виділення (рис. 10, 3—5). Останні кількісно переважають та, як правило, мають форму, характерну для кристалів апатиту, що дає змогу припустити їх утворення за рахунок цього мінералу. Хімічний склад вивчених



алюмофосфат-сульфатів дуже мінливий. Концентрації SrO, BaO, CaO варіюють в них у широких межах (табл. 3). У деяких зразках зафіксовано достатньо високий вміст сірки (до 7 % SO<sub>3</sub>). При цьому не виявлено будь-якої залежності хімічного складу цих мінералів від типу включень, які вони утворюють (мономінеральні виділення або зростки з іншими фазами). Згідно з [12], «APS-мінерали» належать до супергрупи алуніту, яка налічує декілька десятків мінеральних різновидів. З огляду на виявлені особливості хімічного складу алюмофосфат-сульфати із включень у білокоровицьких цирконах є комплексними твердими розчинами крандал-

Таблиця 2. Хімічний склад включень слюди в цирконах із пісковиків Білокоровицької структури, %

Table 2. Chemical composition of mica inclusions in zircons from sandstones of Bilokorovychy structure, %

Номер зразка	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Сума
1-20	52,32	0,20	26,92	3,37	0,00	2,18	0,02	0,10	11,77	96,89
3-3	50,53	0,11	28,02	3,17	0,04	2,27	0,02	0,06	11,55	95,77
3-21	47,61	0,12	32,05	2,50	0,15	0,96	0,00	0,16	11,41	94,96
4-3	51,52	0,08	28,21	2,87	0,09	2,00	0,04	0,17	11,52	96,50
4-16	52,52	0,08	26,33	3,18	0,00	2,64	0,00	0,04	11,66	96,46
4-51	51,33	0,13	28,39	3,26	0,00	1,89	0,01	0,06	11,67	96,73
5-14	51,12	0,30	28,41	2,59	0,00	1,98	0,00	0,09	11,65	96,15
5-40	53,13	0,42	25,09	3,58	0,00	2,58	0,10	0,11	11,60	96,62
5-47	51,53	0,19	26,96	3,42	0,04	2,20	0,01	0,05	11,60	96,01
5-61	51,42	0,21	26,82	3,31	0,13	2,52	0,01	0,09	11,45	95,95
5-100	49,34	0,01	32,24	1,99	0,02	0,67	0,00	0,22	11,37	95,85
6-3	51,60	0,29	28,32	2,58	0,09	1,90	0,10	0,08	11,73	96,70
6-6	51,73	0,15	26,30	4,04	0,08	2,38	0,00	0,04	11,59	96,32
6-11	50,95	0,12	28,01	3,38	0,00	2,13	0,02	0,02	11,69	96,32
6-13	51,56	0,03	28,67	3,23	0,00	1,71	0,00	0,02	11,69	96,91

Таблиця 3. Хімічний склад включень алюмофосфат-сульфатів у цирконах із пісковиків Білокоровицької структури, %

Table 3. Chemical composition of aluminium-phosphate-sulphates inclusions in zircons from sandstones of Bilokorovychy structure, %

Номер зразка	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	FeO	CaO	SrO	BaO	Сума
3-5	36,05	31,98	1,87	0,72	5,04	4,69	13,36	93,71
4-30	35,82	28,89	6,79	0,93	1,70	18,47	4,20	96,79
4-31	36,50	32,26	2,05	1,53	3,28	8,52	10,85	94,99
5-9	37,72	32,64	3,80	0,73	5,99	13,87	1,47	96,20
5-9	36,93	33,67	0,28	1,97	4,72	3,77	11,66	93,00
5-23	36,74	30,90	4,76	2,29	4,39	9,75	5,38	94,20
5-75	38,57	34,22	1,66	1,26	7,19	7,08	3,53	93,51
6-11	35,65	30,82	3,23	1,70	3,66	11,28	5,40	91,74
6-16	32,02	31,01	0,52	3,44	2,09	4,06	21,88	95,00

літ-горсейксит-гояцит-сванбергітового складу. Горсейксит у вигляді самостійних мономінеральних зерен виявлений у цих самих протерозойських пісковиках Білокоровицької структури, біля смт Нові Білокоровичі [7].

**Ксенотим** є порівняно рідкісним мінералом-в'язнем у білокоровицьких цирконах і трапляється здебільшого у їх темнозбарвлених різновидах — коричневих і коричнево-чорних. Зазвичай входить до складу комплексних включень спільно із  $\text{SiO}_2$  та слюдою, інколи з алюмофосфат-сульфатами, натомість самостійні виділення утворює вкрай рідко. Характерною відміною перших є їхня ідіоморфна або наближена до такої форма та чималий розмір (до декількох десятків мікрометрів). Зважаючи на взаємовідношення фаз у таких включеннях (рис. 10, 4) можна зробити висновок, що ксенотим розчинений та заміщений названими вище мінералами. Хімічний склад ксенотиму достатньо мінливий (табл. 4). Від зразка до зразка в ньому істотно змінюється концентрація окремих важких рідкісноземельних елементів (HREE) і торію. Молекулярна частка  $\text{YPO}_4$ - та (HREE) $\text{PO}_4$ -компонентів у ньому становить 65—80 і 16—25 % відповідно. Згідно з [17], такі показники характерні для ксенотиму із більшості гранітів. Під час електронно-мікроскопічного дослідження в режимі фазового контрасту чітко проявляється негомогенність деяких виділень ксенотиму (рис. 10, 9). Незакономірно розташовані локальні ділянки зерен (світлі в BSE) мають порівняно з матрицею в 1,5—2 рази вищий вміст HREE та актинідів (Th, U). Такі структури є результатом посткристалізаційного твердофазового перетворення мінералу (розпад твердого розчину, радіоактивний розпад з можливим утворенням нових фаз).

**Рутил** у білокоровицьких цирконах найчастіше утворює зростки з кварцом, рідше зі слюдою або одночасно з кварцом і слюдою (рис. 10, 6, 7). Самостійні включення цього мінералу рідкісні. Розмір виділень від субмікронного до декількох десятків мікрометрів, форма — неправильна, овальна, іноді видовжено-призматична. Хімічний склад рутилу простий (табл. 5). Як постійні домішки в ньому виявлені лише алюміній (до 0,2 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) та залізо (до 4,5 % FeO). Підвищений вміст останнього в рутилі може свідчити про високотемпературні умови його утворення.

**Пірум** виявлений лише у темнозбарвлених різновидах білокоровицьких цирконів — коричневих та коричнево-чорних. Подібно до рутилу, він рідко формує мономінеральні включення. Зазвичай утворює тонкі проростання та невеликі виділення в  $\text{SiO}_2$ . У двох випадках зафіксований у великих включеннях спільно з алюмофосфат-сульфатами та вуглецевою речовиною (рис. 10, 5). Хімічний склад наведено в табл. 6. Як видно, він неоднаковий у різних зразках,

Таблиця 4. Хімічний склад включень ксенотиму в цирконах із пісковиків Білокоровицької структури, %

Table 4. Chemical composition of xenotime inclusions in zircons from sandstones of Bilokorovychy structure, %

Номер зразка	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{Y}_2\text{O}_3$	$\text{Sm}_2\text{O}_3$	$\text{Eu}_2\text{O}_3$	$\text{Gd}_2\text{O}_3$	$\text{Dy}_2\text{O}_3$	$\text{Er}_2\text{O}_3$	PbO	$\text{ThO}_2$	$\text{UO}_2$	Сума
3-26	35,80	39,22	2,49	1,15	8,38	7,16	4,07	0,04	1,38	0,31	100
4-39	35,23	33,94	4,32	1,97	13,44	6,39	3,30	0,01	1,18	0,20	100
5-58	37,88	43,79	0,35	0,67	5,41	5,11	3,72	0,00	2,55	0,52	100
6-4	36,88	34,55	3,05	1,62	11,92	5,86	3,96	0,08	1,87	0,23	100
6-18	41,04	32,76	1,59	1,09	9,50	6,75	3,59	0,56	3,04	0,11	100

що вказує на різні умови їх формування. В першу чергу це стосується хімізму гідротермального розчину, з якого кристалізувався мінерал.

**Оксиди заліза** представлені у включеннях в досліджених цирконах магнетитом та ймовірно гематитом. Останній виявлений лише одного разу та визначений за дефіцитом суми в мікрозондовому аналізі. Магнетит утворює мономінеральні включення овальної чи неправильної форми розміром від 5—7 до 30 мкм. Також зафіксований як дрібні (4—5 мкм) ізометричні або тонкі видовжені вrostки у включеннях SiO<sub>2</sub> та слюди. Хімічний склад «чистий». Із домішків містить лише титан (до 1 % TiO<sub>2</sub>).

**Псевдорутит** належить до категорії рідкісних включень у білокоровицьких цирконах. Утворює лише мономінеральні, здебільшого неправильної форми дрібні (5—7 мкм) виділення. Виявлено порівняно велике його включення, що зберігає обриси ідіоморфного кристала (рис. 10, 8). Хімічний склад цього зерна близький до теоретичного: TiO<sub>2</sub> — 62,52, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 37,48 % (кристалохімічна формула: Fe<sup>3+</sup><sub>1,862</sub>Ti<sub>3,104</sub>O<sub>9,000</sub>). Нагадаємо, що псевдорутит є продуктом низькотемпературної зміни ільменіту, зумовленої процесами окиснення останнього [14]. Відношення Ti/(Ti + Fe) у мінералі, як показано в [18], є функцією температури його утворення. У вивченому зразку воно дорівнює 0,62, що відповідає ~250 °С.

**Анатит** трапляється у цирконах із білокоровицьких пісковиків рідко. Формує виключно дрібні мономінеральні включення, які в перерізі мають характерну гексагональну або близьку до такої форму (рис. 10, 10). Мінерал має

Таблиця 5. Хімічний склад включень рутилу в цирконах із пісковиків Білокоровицької структури, %

Table 5. Chemical composition of rutile inclusions in zircons from sandstones of Bilokorovychy structure, %

Номер зразка	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	Сума
1-35	0,31	98,36	0,14	0,93	0,09	0,16	100
5-33	0,00	99,26	0,02	0,59	0,06	0,07	100
5-40	0,00	95,42	0,06	4,42	0,00	0,10	100
5-47	0,00	97,50	0,19	2,12	0,15	0,03	100
6-3	0,49	99,18	0,05	0,28	0,00	0,00	100
6-13	0,48	98,35	0,18	0,98	0,00	0,00	100

Таблиця 6. Хімічний склад включень піриту в цирконах із пісковиків Білокоровицької структури, %

Table 6. Chemical composition of pyrite inclusions in zircons from sandstones of Bilokorovychy structure, %

Номер зразка	Fe	Ni	Co	S	As	Сума
1-1	46,26	0,00	0,00	51,19	2,55	100
1-4	46,25	0,00	0,00	51,27	2,48	100
5-55	46,29	0,00	0,00	53,71	0,00	100
5-92	30,46	8,12	9,28	52,14	0,00	100
6-11	46,71	0,00	0,00	53,29	0,00	100

витриманий хімічний склад (CaO 54,53—54,87; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 41,65—41,91; F 3,42—3,73 %), який відповідає фторапатиту.

**Монацит** у вклученнях в білокоровицьких цирконах зафіксовано лише двічі. В обох випадках він асоціює зі слюдою, утворюючи в ній дрібні (5—10 мкм) заовалені вrostки. Проаналізовані монацити мають близький хімічний склад (табл. 7) і представлені церієвим різновидом. Відзначимо достатньо високий вміст в них торію (ThO<sub>2</sub> 3,8—4,7 %), що, згідно з [16], є характерною ознакою монацитів із гранітів, зокрема S- та I-типів.

**Альбіт** виявлено у невеликому (10 × 2 мкм) овальному вклученні спільно з кварцом та слюдою. Хімічний склад мінералу відповідає теоретичному (SiO<sub>2</sub> 68,48; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 19,28; Na<sub>2</sub>O 11,84; K<sub>2</sub>O 0,40 %).

**Обговорення результатів досліджень та висновки.** Багато даних щодо морфології цирконів свідчать про велику інформативність кристаломорфологічних досліджень. Вони можуть бути джерелом відомостей щодо складу та умов кристалізації вмісних порід. Систематичне вивчення типоморфізму циркону привело до створення так званої Пюпін-діаграми [2] і кристалогенетичної схеми І. Костова [3], які хоч і зазнають критики, проте широко використовуються під час вивчення магматичних утворень. Однак дещо спрощений характер інтерпретації форм кристалів циркону — зв'язок відносного розвитку граней призми з температурою кристалізації і швидкістю росту кристалів, а граней дипіраміди — з хімічними факторами, поставлено під сумнів [21] і запропоновано складніший метод визначення, який пов'язує відносні швидкості росту простих форм кристалів циркону з кристалізаційною кінетикою середовища мінералоутворення. Автори публікацій [13, 15] також показали, що саме сукупність факторів істотно впливає на розвиток граней призми на кристалах циркону.

Як відомо, циркон спостерігається в різних магматичних породах, найчастіше у нефелінових сієнітах, сієнітах та їх пегматитах, гранітах та їх пегматитах. Циркон утворює в цих породах майже ідеальні тетрагональні багатогранники: в кислих гірських породах часто виростають видовжені і переважно призматичні кристали, а в більш лужних породах — коротші і дипірамідалні кристали. Проте істинна причина такої їх різної морфології залежно від середовища кристалізації (роль кремнекислоти чи інших компонентів) остаточно не з'ясована.

Все ж вивчені кристали білокоровицького циркону найближчі до багатогранників цього мінералу із кислих порід — із гранітоїдів. Для циркону із вказаних порід властивий видовжено-призматичний габітус і цирконовий ({110}—{111}), гіацинтовий ({100}—{111}) і гіацинтово-цирконовий ({110}—{100}—{111}) типи кристалів. Останній тип кристалів особливо характерний

Таблиця 7. Хімічний склад вклучень монациту в цирконах із пісковиків Білокоровицької структури, %

Table 7. Chemical composition of monazite inclusions in zircons from sandstones of Bilokorovychy structure, %

Но- мер зразка	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	PbO	ThO <sub>2</sub>	UO <sub>2</sub>	Сума
4-51	31,27	0,70	6,07	30,13	6,26	16,14	2,33	2,30	0,03	4,67	0,10	100
6-26	30,09	0,94	6,09	28,41	6,50	17,48	4,16	1,96	0,35	3,80	0,23	100

для циркону із давніх гранітів, що кристалізувалися в умовах швидкого охолодження, — гранітів апікальних та близькоповерхневих частин інтрузивів, гібридних гранітів.

Кореляція анатомії і зовнішньої форми кристалів циркону на основі інструментальних досліджень дає змогу прослідкувати еволюцію форми кристалів циркону. Це є важливим під час досліджень детритових цирконів, які проводять з метою реконструкції геологічних обстановок утворення останніх та визначення зон зносу. Вивчені анатомічні картини білокоровицького циркону свідчать, що від зародження до кінцевої стадії росту кристал утворювався трьома-чотирима формами ( $\{110\}$ — $\{100\}$ — $\{111\}$ — $\{311\}$ ). Цей набір форм, габітуси і обриси типові для кристалів циркону, особливо із кислих порід. Картини розчинення і доростання в кристалах білокоровицького циркону рідкісні, тобто більшість із них пройшла спокійний поступовий еволюційний для вказаних вище форм ріст.

Добре відомо, що відношення  $ZrO_2/HfO_2$  у цирконі використовують як індикаторний показник його материнських порід, оскільки ця величина певною мірою залежить від їх петротипу [1, 6]. У білокоровицьких цирконах цей показник варіює від 20 до 60, проте у більшості випадків він потрапляє в інтервал 30—45. При цьому на «світлих» ділянках циркону він дещо вищий, ніж на «темних»: в середньому 43 у перших проти 37 у других. Такі величини, згідно [1, 5], є характерними для цирконів із різних гранітоїдів. Додамо, що за даними [4], відношення  $ZrO_2/HfO_2$  для циркону із житомирських і осницьких гранітів має значення 47 і 46 відповідно.

Природу мінеральних включень у білокоровицьких цирконах (їх прото-, син-, чи епігенетичність) однозначно не з'ясовано. Чітко розрізнити їх або виявити відносний час їх утворення складно в силу значної тріщинуватості кристалів циркону. Деякі із включень апатиту, ксенотиму та кварцу зберігають обриси ідіоморфних кристалів, що може свідчити про їх прото- або сингенетичність цирконам (рис. 10, 9, 10). На таку ймовірну сингенетичність вказує й те, що частина включень закономірно розміщується в пірамідах росту мінералу-господаря (рис. 10, 9, 10). Водночас значна кількість включень, зокрема  $SiO_2$ , слюди та інших, має явні ознаки епігенетичних утворень, приміром включення, що перетинаються тріщинами, які досягають поверхні кристалів цирконів (рис. 10, 2). У такому разі, як показує мікрозондовий аналіз, власне включення і матеріал, що виповнює тріщини, мають однаковий хімічний склад. Загалом більшість вивчених у білокоровицьких цирконах включень та їх поєднання в межах одного кристала (кварц, слюда, альбіт, ксенотим, монацит, апатит, рутил, магнетит) відповідають «гранітній» асоціації мінералів, інша частина (халцедон, алюмофосфат-сульфати, пірит, гематит, псевдорутил) належить до новоутворень, які кристалізувалися в них у процесі регіонального метаморфізму осадів Білокоровицької структури.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Багдасаров Э.А. Индикаторное значение цирконий-гафниевого отношения цирконов // Типоморфизм, синтез и использование цирконов. — Киев: Наук. думка, 1989. — С. 39—44.
2. Каулина Т.В. Образование и преобразование циркона в полиметаморфических комплексах. — Апатиты: Изд-во Кольского науч. центра РАН, 2010. — 144 с.
3. Костов И. Минералогия. — М.: Мир, 1971. — 584 с.
4. Левковская Н.Ю. Минералогия и геохимия циркония в породах северо-западной части Украинского щита: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. — Киев, 1972. — 28 с.

5. Ляхович В.В., Вишневикий А.А. Цирконий и гафний в цирконе рапакиви в связи с проблемой генезиса овоидов // Геохимия. — 1990. — № 8. — С. 1075—1083.
6. Павленко А.С., Вайнштейн Э.Е., Шеваловский И.Д. О соотношении гафния и циркония в цирконах изверженных и метаморфических пород // Геохимия. — 1957. — № 5. — С. 351—367.
7. Савенок С.П., Зинченко О.В., Хлонь О.А. Про знахідку рідкісного фосфату — горсейкситу в палеопротерозойських пісковиках Волинського мегаблока Українського щита // Доп. НАН України. — 2010. — № 1. — С. 123—127.
8. Сливко Е.М. Особенности циркона из пород белоковорвичской свиты // Минерал. сб. — 1983. — № 37, вып. 2. — С. 34—42.
9. Сливко Е.М. Минералогия и вопросы генезиса докембрийских конгломератов Белоковорвичской структуры (Украинский щит): Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. — Львов, 1986. — 20 с.
10. Сливко Е.М., Феношина У.И. Акцессорный циркон — индикатор источников сноса обломочного материала конгломератов белоковорвичской свиты // Минерал. сб. — 1990. — № 44, вып. 2. — С. 34—42.
11. Шумлянський Л.В. Стратиграфічне положення і джерела зносу відкладів Білокоровицької та Овруцької западин (північно-західна частина Українського щита) // Геохімія та рудоутворення. — 2011. — Вип. 29. — С. 44—53.
12. Bayliss P., Kolitsch U., Nickel E.H., Pring A. Alunite supergroup: recommended nomenclature // Mineralogical Magazine. — 2010. — Vol. 74, № 5. — P. 919—927.
13. Benisek F., Finger F. Factors controlling the development of prism faces in granite zircons: A microprobe study // Contrib. Mineral. Petrol. — 1993. — Vol. 114. — P.441—451.
14. Bowles J.F.W., Howie R.A., Vaughan D.J., Zussman J. Rock-Forming Minerals: Non-Silicates: Oxides, Hydroxides and Sulphides. — London: Geol. Soc. of London, 2011. — 920 p.
15. Corfu F., Hanchar J.M., Hoskin P.W.O., Kinny P. Atlas of zircon textures // Reviews in Mineralogy and Geochemistry. — 2003. — P. 457—488.
16. Forster H-J. The chemical composition of REE-Y-Th-U-rich accessory minerals in peraluminous granites of Erzgebirge-Fichtelgebirge region, Germany. P. 1: The monazite-(Ce)-brabantite solid solution series // Amer. Miner. — 1998. — Vol. 83. — P. 259—272.
17. Forster H-J. The chemical composition of REE-Y-Th-U-rich accessory minerals in peraluminous granites of Erzgebirge-Fichtelgebirge region, Germany. P. 2: Xenotime // Amer. Miner. — 1998. — Vol. 83. — P. 1302—1315.
18. Grey I.E., Li C., Watts J.A. Hydrothermal synthesis of goethite-rutile intergrowth structures and their relationship to pseudorutile // Amer. Miner. — 1983. — Vol. 68. — P. 981—988.
19. Nasdala L., Kronz A., Wirth R. et al. The phenomenon of deficient microprobe totals in radiation-damaged and altered zircons // Geochim. et Cosmochim. Acta. — 2009. — Vol. 73. — P. 1637—1650.
20. Pupin J.P. Zircon and granite petrology // Contrib. Mineral. Petrol. — 1980. — Vol. 73. — P. 207—220.
21. Varva G.A. guide to quantitative morphology of accessory zircon // Chemical Geology. — 1993. — Vol. 110. — P. 15—28.

Надійшла 19.06.2015

А.А. Вишневикий, В.Н. Квасница,  
И.В. Квасница, Л.В. Шумлянський, И.В. Гурненко

#### ЦИРКОН ИЗ БЕЛОКОВОРИЧСКИХ ПРОТЕРОЗОЙСКИХ ПЕСЧАНИКОВ (КРИСТАЛЛОМОРФОЛОГИЯ, АНАТОМИЯ, ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, МИНЕРАЛЬНЫЕ ВКЛЮЧЕНИЯ, ГЕНЕЗИС)

Методами гониометрии, растровой электронной микроскопии и электронно-зондового микроанализа изучены внешняя и внутренняя морфология кристаллов циркона из протерозойских песчаников Белоковорвичской структуры на Волинском мегаблоке Украинского щита, его химический состав и минеральные включения в нем.

Совершенно не изношенные кристаллы среди белоковорвичского циркона не являются редкостью, хотя часто также встречаются хорошо окатанные зерна без каких-либо остатков граней и вершин. По кристалломорфологическим признакам белоковорвичские цирконы наиболее близки к многогранникам этого минерала из кислых пород — гранитоидов. Для белоковорвичского циркона характерен удлиненно-призматический габитус и цирконовый ( $\{110\}$ — $\{111\}$ ), гиацинтовый ( $\{100\}$ — $\{111\}$ ) и гиацинтово-цирконовый ( $\{110\}$ — $\{100\}$ — $\{111\}$ ) типы кристаллов. Последний тип особенно характерен для циркона из древних гра-

нитов, кристаллизовавшихся в условиях быстрого охлаждения — гранитов апикальных и близповерхностных частей интрузивов, гибридных гранитов. Анатомические картины белогокоровичского циркона свидетельствуют, что от зарождения до конечной стадии его роста он формировался тремя-четырьмя формами ( $\{110\}$ — $\{100\}$ — $\{111\}$ — $\{311\}$ ). Этот набор форм, габитусы и очертания характерны для данного минерала, особенно из кислых пород. Картины растворения и дорастания в кристаллах белогокоровичского циркона редки. Таким образом, большинство из них прошло спокойный постепенный эволюционный для вышеуказанных форм рост.

Отношение  $ZrO_2/HfO_2$  в белогокоровичских цирконах находится в пределах от 20 до 60, однако в большинстве случаев оно попадает в интервал 30—40. Такие величины характерны для цирконов из различных гранитоидов.

В кристаллах белогокоровичского циркона выявлены включения более 10 минеральных фаз:  $SiO_2$  (40 % от общего количества включений), слюда (31 %), алюмофосфат-сульфаты (9 %), ксенотим (4,5 %), рутил (4 %), пирит (4 %), магнетит (2,5 %), псевдорутит (1,5 %), апатит (1 %), монацит (1 %), гематит (1 %), альбит (0,5 %). Признаки сингенетического роста включений в кристаллах циркона зафиксированы только для апатита, ксенотима и отдельных образований кварца. Сделан вывод, что большинство изученных в белогокоровичских цирконах включений (кварц, слюда, альбит, ксенотим, монацит, апатит, рутил, магнетит) и их сочетания в пределах отдельных кристаллов соответствуют «гранитной» ассоциации минералов, остальная часть (халцедон, алюмофосфат-сульфаты, пирит, гематит, псевдорутит) принадлежит к новообразованиям, кристаллизовавшимся в них во время регионально-го метаморфизма осадков Белокооровичской структуры.

*Ключевые слова:* циркон, кристалломорфология, анатомия, химический состав, минеральные включения, белогокоровичские песчаники.

*O.A. Vyshnevskiy, V.M. Kvasnytsya,  
I.V. Kvasnytsya, L.V. Shumlyanskyi, I.V. Gurnenko*

#### ZIRCON FROM BILOKOROVYCHY PROTEROZOIC SANDSTONES (CRYSTALLOMORPHOLOGY, ANATOMY, CHEMICAL COMPOSITION, MINERAL INCLUSIONS, GENESIS)

Crystallomorphology, anatomy, mineral inclusions and chemical composition of zircons from proterozoic sandstones of Bilokorovychy structure (Volyn Megablock of the Ukrainian Shield) were studied using goniometry, scanning electron microscopy and electron microprobe analysis.

Nonabraded zircon crystals are not rare in Bilokorovychi sandstones, although well-rounded grains without any residual faces, edges and vertices often occur as well. By crystallomorphological features Bilokorovychi zircons are close to polyhedra of this mineral from acid rocks — granitoids. They have elongated prismatic habit with combination of  $\{110\} + \{111\}$ ,  $\{100\} + \{111\}$  and  $\{110\} + \{100\} + \{111\}$  faces. The last type is especially characteristic of zircon crystals from the ancient granites crystallized under conditions of rapid cooling — granites of apical and subsurface parts of intrusions, hybrid granites. Anatomy pictures of the Bilokorovychi zircon shows that from early to final stages of growth its crystals formed by three or four forms ( $\{110\}$ — $\{100\}$ — $\{111\}$ — $\{311\}$ ). This set of forms, habits and outlines are characteristic of this mineral, especially from acid rocks. The pictures of dissolution and outgrowths in crystals of Bilokorovychi zircon are rare. Thus, the majority of its crystals have passed the quiet gradual evolutionary growth.

$ZrO_2/HfO_2$  ratio in bilokorovychy zircons varies from 20 to 60, but in most cases it lies in an interval 30—40. Such its values are characteristic of zircons from various granitic rocks.

More than ten mineral phases were identified as inclusions in Bilokorovychi zircons:  $SiO_2$  (40 % of inclusions total amount), mica (31 %), aluminium-phosphate-sulphates (9 %), xenotime (4.5 %), rutile (4 %), pyrite (4 %), magnetite (2.5 %), pseudorutile (1.5 %), apatite (1 %), monazite (1 %), hematite (1 %), albite (0.5 %). Indications of syngenetic growth with zircon has been registered only in inclusions of apatite, xenotime and some inclusions of quartz. It is concluded that majority of phases included in bilokorovychy zircons (quartz, mica, albite, xenotime, monazite, apatite, rutile, magnetite) and their combinations within separate crystals belongs to «granitic» association of minerals, the other part (chalcedony, aluminium-phosphate-sulphates, pyrite, hematite, pseudorutile) crystallized in them during regional metamorphism of Bilokorovychy structure sediments.

*Keywords:* zircon, crystallomorphology, anatomy, chemical composition, mineral inclusions, Bilokorovychi sandstones.