

УДК 550.93

Л.М. Степанюк<sup>1</sup>, О.Б. Бобров<sup>2</sup>, І.С. Паранько<sup>3</sup>,  
О.М. Пономаренко<sup>1</sup>, С.А. Сергєєв<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України  
03680, м. Київ-142, Україна, пр. Акад. Палладіна, 34  
E-mail: stepanyuk@igmof.gov.ua

<sup>2</sup> Український державний геологорозвідувальний інститут  
М-ва екології та природних ресурсів України  
04114, м. Київ-114, Україна, вул. Автозаводська, 78

<sup>3</sup> Криворізький державний педагогічний університет  
50086, м. Кривий Ріг, Україна, пр. Гагаріна, 54

<sup>4</sup> Центр ізотопних досліджень ВСЕГЕІ ім. А.П. Карпинського  
199106, м. Санкт-Петербург, В.О., Росія, Середній пр., 74

## ГЕНЕЗИС ТА ВІК ЦИРКОНУ ІЗ АМФІБОЛІТУ НОВОКРИВОРІЗЬКОЇ СВИТИ КРИВОРІЗЬКОЇ СРУКТУРИ

За допомогою методів оптичної та електронної мікроскопії вивчено морфологію та анатомію кристалів циркону із амфіболіту нижньої метабазитової частини Криворізької структури. Встановлено, що кристали циркону представлені кількома різними за оптичними характеристиками генераціями. З використанням іон-іонного мікрозонду *Shrimp* II вивчено уран-свинцеві ізотопні системи різних генерацій циркону. Встановлено декілька різновікових зон росту (генерацій) кристалів циркону: 2,97, 2,83–2,80, 2,03–2,00 і  $1,78 \pm 0,01$  млрд рр. Припущено, що кристалізація перших трьох пов'язана зі структурно-метаморфічними перетвореннями базальтів, ці перетворення відбулись під час закладання Криворізького басейну та формування порід криворізької серії. Кристалізація циркону віком  $1,78 \pm 0,01$  млрд рр., імовірно, пов'язана з ендегенними процесами, що обумовили формування Корсунь-Новомиргородського плутону та уранового зруденіння альбітиту-уранової формації.

**Вступ.** Криворізька структура приурочена до межі двох різновікових мегаблоків Українського щита (УЩ) — Інгульського, складеного метаморфізованими вулканогенно-осадковими (криворізька серія [6]) та гранітоїдними утвореннями палеопротерозою (гранітоїдно-метаосадковий структурно-формаційний комплекс), і Середньопридніпровського, складеного плагіогранітами та плагіомігматитами дніпропетровського комплексу палеоархею з реліктами порід аульської серії (плагіограніт-амфіболітовий структурно-формаційний комплекс), у які "вкладені" мезоархейські зеленокам'яні структури, виповнені породами конк-

ської та білозерської серій (тоналіт-зеленокам'яний структурно-формаційний комплекс) [6, 12]. Така позиція у структурно-тектонічному ансамблі УЩ позначилась на геологічній історії Криворізької структури. Вона зафіксувала низку важливих і, вірогідно, досить тривалих етапів формування УЩ, що дає підстави сподіватися на встановлення в її розрізі "фізичної" границі між археєм і протерозоєм. Вирішення цього питання можливе тільки шляхом ізохронного датування метабазитів підлошви метавулканогенно-осадкового розрізу структури, що традиційно вважають стратотипом нижнього протерозою УЩ [1, 14].

Результати геолого-формаційних досліджень Криворізької структури, проведених впродовж останніх десятиліть, свідчать, що в її бу-

© Л.М. СТЕПАНЮК, О.Б. БОБРОВ, І.С. ПАРАНЬКО,  
О.М. ПОНОМАРЕНКО, С.А. СЕРГЄЄВ, 2011



Рис. 1. Місце відбору проби амфіболітів для визначення радіологічного віку (сірий кружок на топографічній схемі з позначеним номером проби (Кр-3))

Fig. 1. Location of amphibolite sample selected for radiological dating (grey circle on topographic scheme, with designated number of sample (Kp-3))

дові беруть участь чотири просторово суміщені різновікові породні комплекси, розділені перервами (знизу вгору): метавулканогенно-осадовий, метатеригенно-залістий, карбонатно-вуглецево-метатеригенний і метатеригенний [8–10, 14–17]. Перший, згідно з чинною Кореляційною хроностратиграфічною схемою [6], відповідає нижній підсвіті новокриворізької світи; другий об'єднує верхню підсвіту новокриворізької світи, скелюватську та саксаганську світи; третій — це розріз гданцівської світи, а четвертий — глеюватської [8, 9].

Об'єктом досліджень були амфіболіти метавулканогенно-осадового комплексу, що у формаційному відношенні відповідає метадацит-андезит-толеїтовому формаційному типу, утворення якого властиві зеленокам'яним розрізам Середньопридніпровського мегаблоку [4, 5, 7]. Характерною особливістю розрізу комплексу є витриманий парагенезис метадацитів, метаандезитів і метатолеїтів, що за петрохімічними особливостями відповідають аналогічним породам дацит-андезит-толеїтової формації зеленокам'яних структур Середнього Придніпров'я [5, 7]. У підшві розрізу комплексу залягає пачка так званих латівських кварцитів, результати локального датування ядер кластогенного циркону з яких викладені у попередній нашій публікації [3].

У контексті даної роботи нас особливо цікавить метабазальтоїдна частина (метадацит-андезит-толеїтова формація) метавулканогенно-осадового комплексу, породи якого закартовані вздовж східного борту Тарапако-Лих-

манівського, Саксаганського простягання, в районі замикання основної зі складових Криворізької структури, а також формують Східно-Ганнівську смугу в Північному районі Кривбасу [4, 15, 17].

Метадацит-андезит-толеїтовій формації властива асоціація амфіболітів, біотит-амфіболових, хлорит-біотит-амфіболових, біотит-амфібол-плагіоклазових і біотит-кварц-амфіболових сланців — метаморфізованих аналогів толеїтів, андезитів і дацитів. Метаосадові утворення так званого латівського горизонту — слюдисті кварцити, кварцито-пісковики та сланці кварц-біотитового, кварц-польовошпат-біотитового складу з характерними бласто-псамітовими структурами менше поширені і тяжіють до основи розрізу.

У розрізі цієї частини новокриворізької світи переважають метатолеїти — до 60 % об'єму, метаандезити — близько 25, метадацити — до 15. Потужність формації за простяганням структури суттєво змінюється: від 300–600 м у південній та центральній частинах структури і до 800 м — у північній.

У межах Східно-Ганнівської смуги на породах нижньої частини новокриворізької світи (метадацит-андезит-толеїтової формації) згідно залягає метакоматіт-джеспіліт-толеїтова формація, складена асоціацією актинолітових, тремолітових з карбонатом і тальком сланців (метакоматіти), амфіболітів, плагіоклаз-амфіболових, амфіболових, амфібол-хлоритових сланців (метатолеїти та метаандезити), а також залістистих кварцитів та сланців амфібол-магнетитового, карбонат-магнетит-кумінгтонітового складу. Зафіксовано також мусковітові кварцити та слюдисті (мусковіт- і біотит-серицитові, мусковіт-біотитові) сланці. Потужність формації становить 300–400 м.

Породи комплексу метаморфізовані в умовах епідот-амфіболітової (південна частина структури і Східно-Ганнівська смуга) та зеленосланцевої (Саксаганський район) фазій регіонального метаморфізму.

**Об'єкти і методи дослідження.** Для вирішення проблеми генезису та віку цирконів у амфіболітах та уточнення стратиграфічного положення цього горизонту нами вивчено анатомію кристалів та уран-свинцеві ізотопні системи різних генерацій циркону із масивного амфіболіту на іон-іонному мікрозонді *Shrimp II* в Центрі ізотопних досліджень ВСЕГЕІ (м. Санкт-Петербург). Геохронологіч-

Рис. 2. Відслонення амфіболітів, заплава р. Інгулець, східніше с. Рахманівка та зовнішній вигляд амфіболіту (вкладка), поверхня полірована (пр. Кр-3)

Fig. 2. An outcrop of amphibolites, sample Кр-3, a river bay of Ingulets', to the east of vil. Rahmanivka, and appearance of amphibolite (insert), surface polished



ну пробу (Кр-3) амфіболіту відібрано у скельних виходах заплавної частини р. Інгулець, східніше с. Рахманівка (рис. 1, 2), які, за І.С. Паранько [11], є метабазальтами конкської серії.

Амфіболіт темно-сірий з зеленкуватим відтінком, дрібно-середньозернистий масивний (рис. 3, а). Основні його мінерали, %: амфібол, представлений актинолітом і роговою обманкою, — 45–55, кислий плагіоклаз — 30–50, кварц — до 10, біотит та хлорит — до 5, зрідка — епідот і карбонат. Серед акцесорних мінералів трапляються циркон, апатит, ільменіт, рутил, лейкоксен, турмалін, рудні мінерали представлені піритом та піротином. Хімічний склад амфіболіту, ваг. %:  $\text{SiO}_2$  — 52,64;  $\text{TiO}_2$  —

1,38;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 12,68;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 4,01;  $\text{FeO}$  — 11,58;  $\text{MnO}$  — 0,24;  $\text{MgO}$  — 3,72;  $\text{CaO}$  — 7,38;  $\text{Na}_2\text{O}$  — 2,30;  $\text{K}_2\text{O}$  — 1,20;  $\text{P}_2\text{O}_5$  — 0,18;  $\text{H}_2\text{O}$  — 0,15; в. п. п. — 2,06; *сума* — 99,52.

Структура амфіболіту бластоофітова, з типовими призматичними виділеннями індивідів плагіоклазу (олігоклаз, андезин, іноді олігоклаз-альбіт), проміжки між якими виповнені роговою обманкою (рис. 3, б), що, вірогідно, розвивається по піроксенах. Вона утворює ідіо- або ксеноморфні зерна, часто з включеннями дрібних зерен кварцу. На окремих ділянках амфіболіту відмічено чергування смужок з переважно темноколірних мінералів і складених переважно плагіоклазом та кварцом (рис. 3, в).

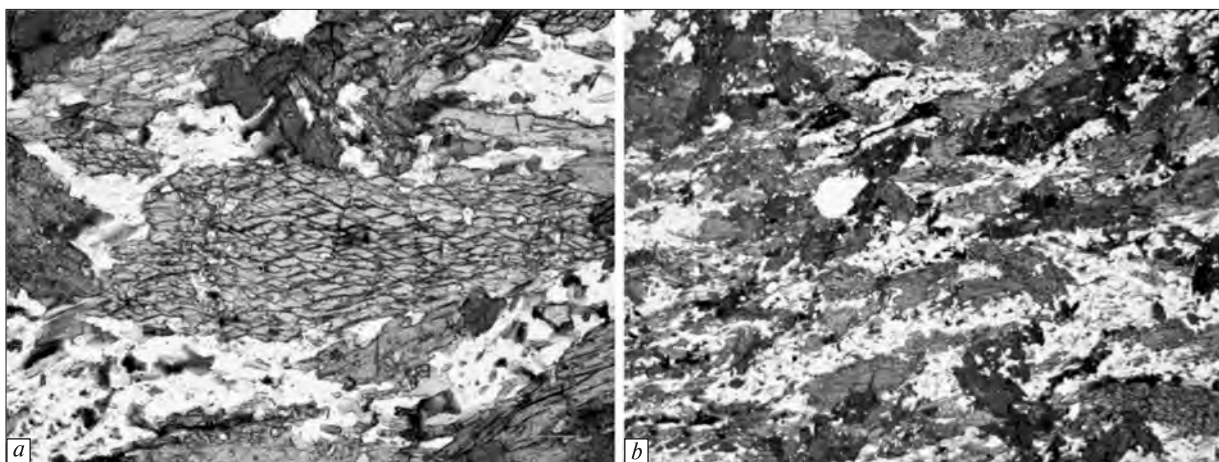


Рис. 3. Мікрофотографії амфіболіту (пр. Кр-3). Поляризаційний мікроскоп, ніколі +: а — кристал рогової обманки, оточений тонкозернистим кварц-плагіоклазовим агрегатом та відносно великими поодинокими зернами біотиту; б — фрагмент амфіболіту з тим же кристалом рогової обманки (верхній край фотографії), характеризує два напрямки сланцюватості в амфіболіті

Fig. 3. Amphibolite microphotos, sample Кр-3, translucent polarizing microscope, nicols +: a — hornblende crystal horn in the middle, surrounded by fine-grained quartz-plagioclase aggregate and rather large single grains of biotite; b — fragment of amphibolite with the same hornblende crystal (upper margin of the photo), characterises two directions of schistosity in amphibolite

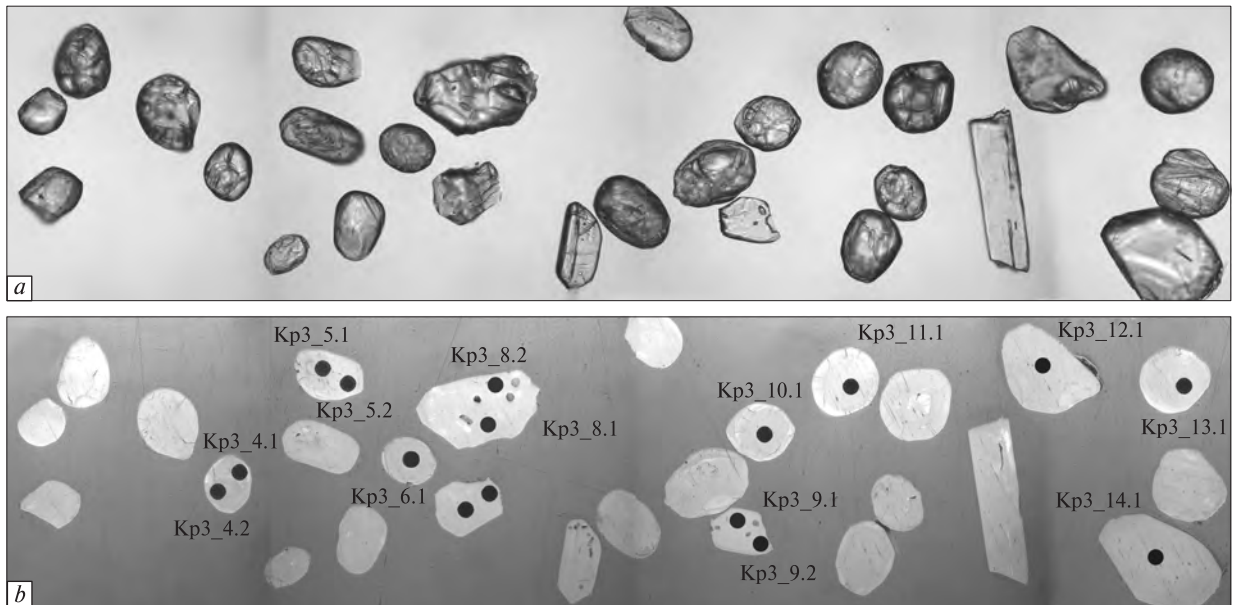


Рис. 4. Мікрофотографії зрізів кристалів циркону із амфіболіту (пр. Кр-3), поляризаційний мікроскоп: *a* — на просвіт, *b* — у відбитому світлі, зб. 150

Fig. 4. Microphotos of sections of zircon crystals from amphibolite, sample Kp-3, polarising microscope: *a* — in transmitted light; *b* — in reflected light, magnification in 150 times

#### Результати U-Pb датування цирконів із амфіболіту, пр. Кр-3, р. Інгулець

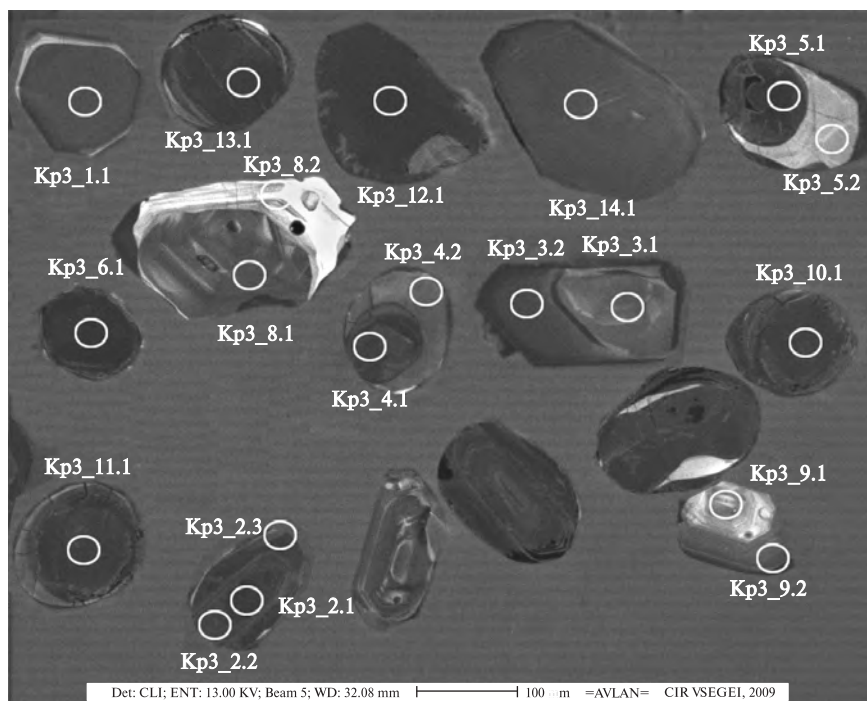
#### Results of U-Pb dating of zircons from amphibolite, sample Kp-3, river Ingulets'

Ділянка аналізу	Вміст, ppm			$\frac{^{232}\text{Th}}{^{238}\text{U}}$	$^{206}\text{Pb}_c$	Ізотопні співвідношення, виміряні				Ізотопні співвіднош	
	U	Th	$^{206}\text{Pb}^*$			$\frac{^{238}\text{U}}{^{206}\text{Pb}}$	error, %	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	error, %	$\frac{^{207}\text{Pb}^*}{^{235}\text{U}}$	±, %
Kp3_11.1	1433	418	727	0,30	0,02	1,694	0,97	0,2184	0,4	17,76	1,1
Kp3_13.1	1486	519	764	0,36	0,00	1,672	0,91	0,2180	0,5	17,98	1,0
Kp3_4.2	215	297	103	1,43	0,22	1,792	1,10	0,2180	0,8	16,58	1,4
Kp3_10.1	1218	407	589	0,35	0,01	1,776	0,98	0,2100	0,4	16,30	1,1
Kp3_4.1	973	251	461	0,27	0,03	1,811	0,89	0,2011	0,5	15,28	1,0
Kp3_2.2	836	84	391	0,10	0,11	1,835	1,0	0,1973	0,6	14,74	1,2
Kp3_2.1	1926	126	859	0,07	0,02	1,925	1,0	0,1880	1,1	13,45	1,5
Kp3_2.3	869	112	343	0,13	0,05	2,180	1,0	0,1667	1,0	10,51	1,5
Kp3_5.1	1373	152	493	0,11	0,10	2,394	0,88	0,1550	0,6	8,867	1,1
Kp3_6.1	2587	145	945	0,06	0,01	2,351	0,84	0,1506	0,5	8,820	1,0
Kp3_12.1	1694	86	547	0,05	0,03	2,662	0,91	0,1248	0,6	6,450	1,1
Kp3_5.2	97,0	20	31,0	0,21	0,31	2,684	1,30	0,1259	1,4	6,310	2,2
Kp3_1.1	379	238	103	0,65	0,12	3,144	1,20	0,1101	0,9	4,777	1,6
Kp3_3.1	209	174	55,9	0,86	0,18	3,211	1,10	0,1093	1,3	4,615	1,8
Kp3_3.2	570	228	157	0,41	—	3,111	0,96	0,1083	0,8	4,804	1,3
Kp3_8.1	333	314	91,1	0,97	0,03	3,145	1,10	0,1087	1,1	4,756	1,6
Kp3_8.2	47	34	12,9	0,74	0,20	3,158	1,90	0,1108	2,6	4,750	3,4
Kp3_9.1	111	102	30,5	0,94	—	3,131	1,50	0,1074	1,8	4,800	2,4
Kp3_9.2	260	158	72,5	0,63	0,00	3,080	1,20	0,1094	1,2	4,896	1,7
Kp3_14.1	281	227	76,1	0,83	—	3,172	1,10	0,1090	1,3	4,757	1,8

Примітка. Похибки визначення наведені за  $1\sigma$ ;  $\text{Pb}_c$  і  $\text{Pb}^*$  — вміст звичайного та радіогенного свинцю відповідно. із номера проби (Кр3), номера проаналізованого кристала циркону (2) та порядкового номера ділянки аналізу (3)

Рис. 5. Мікрофотографії зрізів кристалів циркону із амфіболіту (пр. Кр-3) з ділянками, де проведено уран-свинцеве ізотопне датування, електронний мікроскоп, катодолумінесценція. Позначення ділянок кристалів, в яких вивчено уран-свинцеву ізотопну систему, відповідають номерам у таблиці

Fig. 5. Microphotos of sections of zircon crystals from amphibolite, sample Kp-3, with sites of uranium-lead isotopic dating, electronic microscope, cathodoluminescence. Indication of sites of crystals in which the uranium-lead isotopic system was studied, corresponds to numbers in Table



**Результати дослідження та їх обговорення.**

Циркони представлені кількома типами кристалів, серед яких найбільш поширені коротко-

призматичні до ізометричних коричневі напівпрозорі зерна зі скляним блиском. Значно менш поширені світло-рожеві прозорі призматичні, зрідка — видовжено-призматичні кристали. Огранення кристалів не досконале, грані зазвичай відсутні, поверхня їх заокруглена і лише в небагатьох зернах спостерігаються окремі грані та ребра. У призматичних кристалах задовільний розвиток мають грані призматичного поясу, але ребра та головки заокруглені.

У полірованих зрізах за допомогою оптичного поляризаційного та електронного (режим *BSE* та катодолумінесценція) мікроскопів в окремих кристалах спостережено до трьох генерацій циркону (рис. 4, 5). Циркон першої генерації має коричневе забарвлення (темний у катодолумінесценції), він зазвичай округлої форми і складає центральні ділянки (ядра) кристалів. У окремих кристалах коричневим ядрам властива концентрична зональність (рис. 4, 5). На коричневий циркон наростає світло-рожевий (світлий у катодолумінесценції), на який, у свою чергу, наростає коричневий (темніший у катодолумінесценції). Кілька кристалів (рис. 5) мають дві генерації низькоуранового (світло-рожевого) циркону, що дозволяє припустити наявність не менше ніж чотирьох генерацій циркону — дві світло-рожеві та дві коричневі. Враховуючи, що в базальтах циркони практично відсутні, кристалізацію

ення, розраховані		Вік, млн рр.				Дискордантність
$\frac{^{206}\text{Pb}^*}{^{238}\text{U}}$	±, %	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	±, %	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	±, %	
0,5902	1,0	2990	±23	2968	±6,8	-1
0,5982	0,9	3023	±22	2966	±8,3	-2
0,5567	1,1	2853	±25	2951	±14	3
0,5630	1,0	2879	±23	2905	±7,2	1
0,5519	0,9	2833	±21	2833	±8,2	0
0,5445	1,0	2802	±23	2796	±9,9	0
0,5193	1,0	2696	±23	2723	±18	1
0,4585	1,0	2433	±21	2520	±18	4
0,4172	0,9	2248	±17	2392	±11	6
0,4252	0,8	2284	±16	2351	±8.1	3
0,3756	0,9	2056	±16	2022	±11	-2
0,3714	1,3	2036	±23	2002	±31	-2
0,3177	1,2	1778	±18	1784	±20	0
0,3108	1,1	1745	±17	1760	±25	1
0,3214	1,0	1797	±15	1773	±15	-1
0,3179	1,1	1780	±17	1774	±20	0
0,3161	1,9	1770	±30	1784	±52	1
0,3199	1,5	1789	±23	1781	±35	0
0,3247	1,2	1813	±19	1789	±23	-1
0,3154	1,1	1767	±18	1789	±25	1

Назва ділянки аналізу, наприклад Кр3\_2.3, складається у конкретному кристалі.

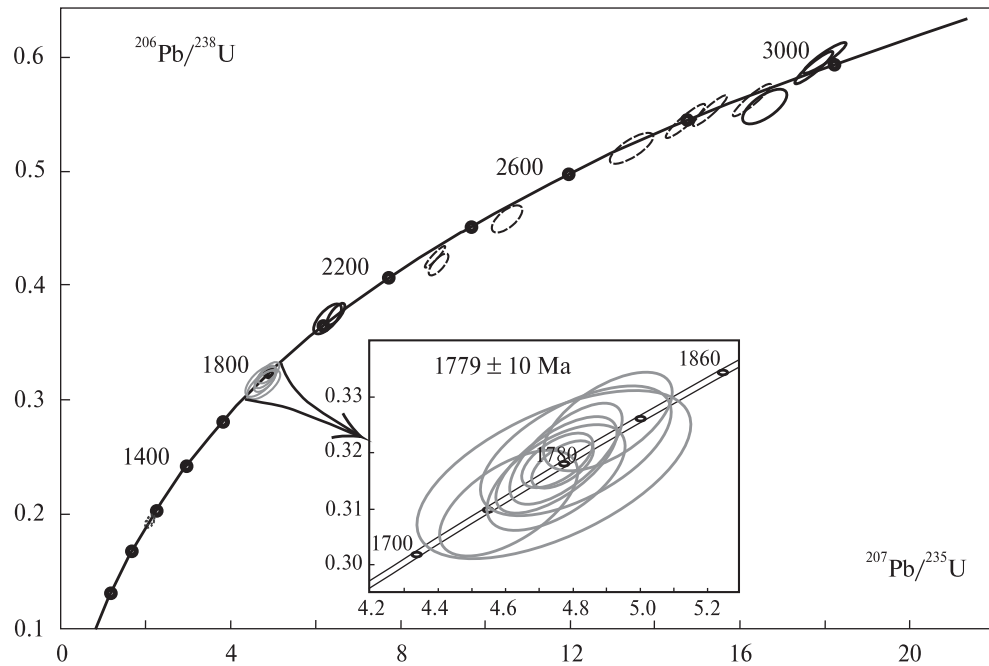


Рис. 6. Уран-свинцева діаграма з конкордією для різних генерацій циркону із амфіболіту, пр. Кр-3

Fig. 6. Uranium-lead diagrams with a concordia for different generations of zircon from amphibolite, sample Kp-3

циркону усіх чотирьох генерацій ми пов'язуємо з проявом структурно-метаморфічних перетворень базальтів та утворенням описаного вище амфіболіту.

Зважаючи на те, що кристали циркону складні, мають ядро та кілька оболонок, їхній вік визначали локальним уран-свинцевим ізотопним методом на іон-іонному мікрозонді *Shrimp II* в Центрі ізотопних досліджень ВСЕГЕІ. Методика датування описана [2]. Аналітичні дані наведено в таблиці, ділянки, в яких виконано аналіз кристалів, вказано на рис. 5.

Найдавніший вік (за співвідношенням  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ) — 2968 і 2966 млн рр. мають високоуранові ядра ізометричної форми в ізометричних кристалах 11 і 13 — аналізи Кр3\_11.1 і Кр3\_13.1 (рис. 5; таблиця) відповідно.

Ядро кристала 10 за вмістом урану і торію вельми подібне до ядер в кристалах 11 і 13, але молодше на понад 60 млн рр. (за співвідношенням  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ) — 2905 млн рр. (таблиця, ан. Кр3\_10.1).

Досить великі значення ізотопного віку — 2951 і 2833 млн рр. (за ізотопним співвідношенням  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ) визначені у двох зонах росту кристала Кр3\_4, (Кр3\_4.2 і Кр3\_4.1) (рис. 5; таблиця) відповідно. Але у цьому випадку ми маємо істотну невідповідність між цифровими значеннями ізотопного віку ядра

(центральна частина кристала) та оболонки. Вік останньої, виходячи із значень віку за співвідношенням  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ , на 70 млн рр. більший за вік ядра, що неможливо пояснити порушенням замкнутості ізотопної системи ядра, оскільки для нього отримано конкордантні значення віку (таблиця, ан. Кр3\_4.2). Подібна ситуація спостерігається для ядра кристала Кр3\_2, вік центральної частини якого (2723 млн рр., Кр3\_2.1, рис. 5; таблиця) дещо менший віку його крайової ділянки (2796 млн рр., Кр3\_2.2, рис. 5; таблиця), що в даному випадку можна пояснити захопленням незначної кількості древнього радіогенного свинцю.

Уран-свинцеві ізотопні системи оболонок кристалів 2, 5 і 6 (Кр3\_2.3, Кр3\_5.1, Кр3\_6.1 відповідно, рис. 5; таблиця) найбільш дискордантні, тому отримані для них значення ізотопного віку без додаткового підтвердження не є достатньо надійними.

Вік близько 2,0 млрд рр. ( $2022 \pm 11$  і  $2002 \pm 31$  млн рр.) отримано для цирконів 12 і 5 (Кр3\_12.1 і Кр3\_5.2, таблиця; рис. 5), що, вірогідно, відповідає часу прояву процесів метаморфізму та гранітоутворення в межах Криворізько-Кременчуцької шовної зони [13].

Досить несподіваними виявилися результати датування різних зон росту кристалів 1, 3, 5, 8, 12 і 14 (Кр3\_1.1, Кр3\_3.1, Кр3\_3.2,

Кр3\_8.1, Кр3\_8.2, Кр3\_9.1, Кр3\_9.2 та Кр3\_14.1, таблиця; рис. 5), для яких отримано конкордантне значення віку —  $1779 \pm 10$  млн рр. (рис. 6, вставка). Серед ендегенних процесів, що відбувались у Криворізькій структурі та суміжних ділянках земної кори, є метасоматичні процеси, які спричинили формування уранового зруденіння уран-альбітитової формації, та інтрузивний магматизм, внаслідок якого утворилися породи габро-анортозит-рапаківігранітної формації Корсунь-Новомиргородського плутону [15].

У результаті проведення локального датування кластогенних ядер у кристалах циркону із кварцитів латівського горизонту нами [3] було встановлено, що серед кластогенних ядер відсутні такі, вік яких є меншим за 3,0 млрд рр. Тобто гранітоїди токівського, мокромосковського, демуринського і навіть пізніх фаз сурського [2] комплексів не були джерелом кластогенного матеріалу для кварцитів латівського горизонту. Отже, вилив на денну поверхню базальтів, перекристалізація яких призвела до формування вивчених нами амфіболітів, що залягають стратиграфічно вище кварцитів, міг відбутися менше ніж 3,0 млрд рр. тому. Оскільки вік найдавнішої генерації циркону в амфіболітах становить 2960 млн рр., можна стверджувати, що базальти могли бути сформовані не раніше 3,0 і не пізніше 2,96 млрд рр. тому. Відповідно, Криворізька структура була закладена в мезоархеї.

1. Азаров Н.Я., Анциферов А.В., Шеремет Е.М. и др. Геолого-геофизическая модель Криворожско-Кременчугской шовной зоны Украинского щита. — Киев : Наук. думка, 2006. — 196 с.
2. Бобров О.Б., Степанюк Л.М., Скобелев В.М. та ін. Геологія та радіологічний вік тоналітів Сурського масиву (Середнє Придніпров'я) // 36. наук. пр. УкрДГРІ. — 2008. — № 3. — С. 17—32.
3. Бобров О.Б., Степанюк Л.М., Паранько І.С. та ін. Генезис та вік циркону із кварциту "латівського" горизонту криворізької серії Українського щита // Мінерал. журн. — 2011. — 33, № 1. — С. 30—40.
4. Государственная геологическая карта Криворожского горнорудного района. Криворожская группа листов (М-36-139-Б, Г; М-36-140-А, Б; L-36-8-А) : Объясн. зап. / И.С. Паранько, В.К. Бутырин, Г.Е. Змиевский и др. — 1 : 50000. — Киев : Госкомгеологии Украины, 1992. — 220 с.
5. Колий В.Д., Малюк Б.И., Паранько И.С. Петрохимическое сопоставление метавулканитов криворожской и конкско-верховцевской серий // Сов. геология. — 1991. — № 11. — С. 65—70.
6. Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита (поясн. зап.) / К.Ю. Єсипчук, О.Б. Бобров, Л.М. Степанюк та ін. — К. : УкрДГРІ, 2004. — 30 с.
7. Малюк Б.І., Паранько І.С. Застосування нетрадиційних методів геологічних досліджень для кореляції метавулканогенно-осадових відкладів (на прикладі кореляції метавулканітів Криворізької структури і Середнього Придніпров'я) // Геол. журн. — 1992. — № 3. — С. 127—137.
8. Паранько И.С. Некоторые особенности геологического развития Криворожской структуры // Там же. — 1993. — № 4. — С. 112—133.
9. Паранько І.С. Формацийні типи стратигенних комплексів протерозою Українського щита // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геол. — 2005. — Вип. 19. — С. 100—110.
10. Паранько І.С., Бутирін В.К., Козар М.А. До питання про стратиграфічне розчленування метавулканогенно-осадових відкладів Криворізької структури // Мінер. ресурси України. — 2005. — № 3. — С. 35—40.
11. Паранько І.С., Стеценко В.В., Бутирін В.К., Козар М.А. Путівник геологічних екскурсій IV наук.-виробн. нар. геологів-зйомщиків України (8—12 жовт. 2007 р.). — Дніпропетровськ, 2007. — 62 с.
12. Сиворонов А.А., Лысак А.М., Пащенко В.Г. Структурно-формационные комплексы нижнего докембрия Украинского щита (строение, последовательность формирования) // Тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. "Стратиграфия, геохронология и корреляция нижнедокембрийских породных комплексов фундамента Восточно-Европейской платформы". — Киев : УкрГГРИ, 2010. — С. 194—200.
13. Степанюк Л.М., Бобров А.Б., Скобелев В.М. и др. Геохронологическое картографирование докембрийских комплексов. Ст. 3. Результаты U-Pb изотопного датирования пород второй и третьей возрастных групп // Мінер. ресурси України. — 2008. — № 1. — С. 15—17.
14. Стратиграфические разрезы Украинского щита / Н.П. Щербак, К.Е. Єсипчук, Б.З. Берзенин и др. — Киев : Наук. думка, 1985. — 168 с.
15. Щербак Н.П., Артеменко Г.В., Лесная И.М. и др. Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Протерозой. — Киев : Наук. думка, 2008. — 239 с.
16. Bobrov O.B., Gurskiy D.S., Krasnozhon M.D. et al. Main Types of Rock Complexes and Mineral Deposits in the Ukrainian Shield : Geological excursion guidebook. — Kyiv : Geographika, 2002. — 166 p.
17. Bobrov O.B., Malyuk B.I., Goshovskiy S.V. et al. Geology, radiological age and metallogeny of greenstone complexes in the Ukrainian Shield : 33rd Intern. Geol. Congr. (July 31 — Aug. 6, 2008). — Lviv : ZUKC LLP, 2008. — 71 p. — (Geol. Excursion ; No 52).

Надійшла 28.02.2011

*Л.М. Степанюк, А.Б. Бобров, І.С. Паранько,  
А.Н. Пономаренко, С.А. Сергеев*

#### ГЕНЕЗИС И ВОЗРАСТ ЦИРКОНА ИЗ АМФИБОЛИТА НОВОКРИВОРОЖСКОЙ СВИТЫ КРИВОРОЖСКОЙ СТРУКТУРЫ

С помощью методов оптической и электронной микроскопии изучены морфология и анатомия кристаллов циркона из амфиболита нижней metabазитовой части разреза Криворожской структуры. Установлено, что кристаллы циркона представлены несколькими генерациями с разными оптическими характеристиками. С использованием ион-ионного микрозонда *Shrimp II* изучены уран-свинцовые изотопные системы разных генераций циркона. Установлено несколько разновозрастных зон роста (генераций) кристаллов циркона: 2,97, 2,83—2,80, 2,03—2,00,  $1,78 \pm 0,01$  и 1,14 млрд лет. Предполагается, что кристаллизация первых трех связана со структурно-метаморфическими преобразованиями базальтов, происходившими во время заложения Криворожского бассейна и формирования пород криворожской серии. Кристаллизация циркона возрастом  $1,78 \pm 0,01$  млрд лет могла быть связана с эндогенными процессами, обусловившими формирование Корсунь-Новомиргородского плутона и уранового оруденения альбитит-урановой формации.

*L.M. Stepanyuk, O.B. Bobrov, I.S. Paranko,  
O.M. Ponomarenko, S.A. Sergeev*

#### GENESIS AND AGE OF ZIRCON FROM AMPHIBOLITE OF NEW KRYVYI RIG SUITE OF THE KRYVYI RIG STRUCTURE

Kryvyi Rig structure is confined to boundary of two different in afes megablocks of the Ukrainian Shield — Ingul'sk comprized by metamorphosed volcanic-sedimentary and granitic formations of Paleoproterozoic age (granite-metasedimentary structural-formational complex), and Middle Dnieper which geological background is manifested by plagiogranites and plagiomigmatites of Dnipropetrovs'k complex with relicts of Aul'sk group in which Mesoarchean

greenstone structures are "enclosed". Such position of the Kryvyi Rig structure in structurally-tectonic ensemble of the Ukrainian Shield was reflected in history of its geological development which displays a number of important and, probably, enough long stages of formation of the Ukrainian Shield that allows to hope on establishment in its section of "physical boundary" between Archean and Proterozoic. The decision of this problem is possible only by isochronous dating of metabasites from bottom part of metavolcanic-sedimentary section of the structure, which is traditionally considered as stratotype of lower Proterozoic of the Ukrainian Shield. Peculiar feature of this part of the section is the stable paragenesis of metadacites, meta-andesites and metatholeites which, according to their petrochemical features, are similar to rocks of dacite-andesite-tholeiitic formation of greenstone structures of Middle Dnieper. At the bottom section of the complex the pack of so-called Lativka quartzites occurs and results of local dating of cores of clastogene zircon selected from them were discussed in our previous publication.

Morphology and anatomy of zircon crystals from amphibolite of metabasic part of bottom section of the Kryvyi Rig structure are studied by the methods of optical and electronic microscopy. It is established, that zircon crystals are represented by several generations, which differ in optical characteristics. Uranium-lead isotopic systems of different generations of zircon are studied by ion-ionic microprobe *Shrimp II*. Several different in age growth zones (generations) of zircon crystals are established: 2.97, 2.83—2.80, 2.03—2.00,  $1.78 \pm 0.01$  and 1.14 Ga. It is supposed, that crystallization of former three is connected with structural-metamorphic transformations of basalt that occur in initial stage of Kryvyi Rig basin and formation of rocks of the Kryvyi Rig group. Crystallization of zircon aged at  $1.78 \pm 0.01$  Ga could be connected with endogenic processes, which have caused formation of a Korsun'-Novomyrgorod pluton and uranium mineralization of albite-uranium formation. Dating of 1.14 billion years has no logic explanation as for today there are no data about manifestation, at this time, of endogenic processes in the Kryvyi Rig structure, or in adjacent sites of earth crust.