

<https://doi.org/10.15407/gpimo2023.01.072>

Л.М. Степанюк¹, чл.-кор. НАН України, д-р геол. наук, проф., заст. дир.

E-mail: stepaniuk@nas.gov.ua

ORCID 0000-0001-5591-5169

В.О. Сьомка¹, д-р геол. наук, ст. наук. співроб.

E-mail: syomka1949@gmail.com,

ORCID 0000-0001-5202-4045

С.М. Бондаренко¹, канд. геол. наук, ст. наук. співроб.

E-mail: sbond.igmr@gmail.com

ORCID 0000-0001-7948-3583

О.В. Зюльцле¹, канд. геол. наук, наук. співроб.

E-mail: olegzults@gmail.com,

ORCID 0000-0002-6204-2009

С.І. Курило², канд. геол. наук, наук. співроб.

E-mail: kurylo.sergiy@gmail.com

ORCID 0000-0003-4466-6851

Т.І. Довбуш¹, наук. співроб.

E-mail: tetyana.dovbush1@gmail.com

ORCID 0000-0002-3512-3313

В.В. Гулько¹, мол. наук. співроб.

E-mail: vladimir.gulko@ukr.net

ORCID 0000-0002-6085-8346

¹ Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України

03142, Україна, м. Київ, просп. акад. Палладіна, 34

² Інститут наук про землю Словацька академія наук

97411, Словаччина, м. Банська Бистриця, Думб'єрська, 1

УРАН-СВИНЦЕВИЙ ВІК МОНАЦИТУ ІЗ ГІПЕРСТЕНВІСНОГО КВАРЦИТУ БАСЕЙНУ р. ЯТРАНЬ (ЯТРАНЬСЬКИЙ БЛОК УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА)

Серед кристалічних порід Середнього Побужжя, що картуються як дністровсько-бузька серія в долині р. Ятрань у районі с. Рогова, були виявлені кварцити, котрі на відміну від кварцитів бузької серії, складені переважно кварцом за невеликої кількості польових шпатів. Разом з тим в їх складі помітну роль відіграє гіперстен.

Для з'ясування часу кристалізації монациту та первинної природи кварциту було відібрано зразок гіперстенового кварциту (проба 24/16), поширеного на лівому березі р. Ятрань (с. Рогова).

Цитування: Степанюк Л.М., Сьомка В.О., Бондаренко С.М. Зюльцле О.В., Курило С.І., Довбуш Т.І., Гулько В.В. Уран-свинцевий вік монациту із гіперстенвісного кварциту басейну р. Ятрань (Ятранський блок Українського щита) *Геологія і корисні копалини Світового океану*. 2023 **19**, № 2: 72—77. <https://doi.org/10.15407/gpimo2023.02.072>

Внутрішня будову кристалів циркону вивчалась під бінокляром і поляризаційним мікроскопом у штучних препаратах, а просторовий зв'язок з породоутворюючими мінералами – в прозорих шліфах під поляризаційним мікроскопом. Вік визначено за результатами уран-свинцевого ізотопного датування мультизернових наважок монацитів. Хімічна підготовка цих наважок для ізотопного датування, виконана за стандартною методикою [5]. Для визначення вмісту урану і свинцю в монацитах використали змішаний $^{235}\text{U}+^{206}\text{Pb}$ трасер.

За результатами уран-свинцевого ізотопного датування час кристалізації монацитів із гіперстенвмісного кварциту басейну р. Ятрань займає проміжне положення ($2044,7 \pm 9,2$ млн рр.) між віком монацитів із кварцитів, поширених в Кошаро-Олександрівській ($2062,4 \pm 4,4$ млн рр.) та Шамраївській ($1857,5 \pm 1,1$ млн рр.) структурах.

Ключові слова: кварцит, гіперстен, монацит, ізотопія, Середнє Побужжя, кристалізація.

Вступ

На Середньому Побужжі кварцити є характерним членом породної асоціації, яка отримала назву бузької серії. Разом з тим вони зрідка трапляються серед кристалічних порід дністровсько-бузької серії, яка закартована в долині р. Ятрань в районі с. Рогова [2], де нами були виявлені та відібрані зразки кварцитів для лабораторних досліджень. Водночас в басейні р. Ятрань, західніше зазначеного села закартовані суперкрукстальні утворення кошаро-олександрівської світи бузької серії [2].

На відміну від кварцитів бузької серії, зокрема її базальних горизонтів, відслонених, наприклад, в лівому борті долини р. Пд. Буг в районі с. Кошаро-Олександрівка (Кошаро-Олександрівська структура), в правому борті долини р. Пд. Буг південніше с. Завалля (Хашувато-Заваллівська структура) та кар'єрі с. Шамраївка (Шамраївська структура), які складені переважно кварцом за невеликої кількості польових шпатів, досліджені нами кварцити долини р. Ятрань майже не містять польових шпатів, а помітну роль в їх складі відіграє гіперстен.

За результатами уран-свинцевого ізотопного датування час кристалізації монацитів із гіперстенвмісного кварциту басейну р. Ятрань займає проміжне положення ($2044,7 \pm 9,2$ млн рр.) між віком монацитів із кварцитів, поширених в Кошаро-Олександрівській ($2062,4 \pm 4,4$ млн рр.) та Шамраївській ($1857,5 \pm 1,1$ млн років) структурах [3,4].

Мета роботи

З'ясувати час кристалізації монациту в гіперстеновому кварциті (проба 24/16), поширеному на лівому березі р. Ятрань (с. Рогова) та з'ясувати первинну природу кварциту.

Об'єкти та методи дослідження

В цій роботі наводяться результати оптико-мікроскопічного вивчення внутрішньої будови кристалів циркону та уран-свинцевого ізотопного датування монациту із гіперстенового кварциту (проба 24/16), поширеного в берегових відслоненнях лівого борту долини р. Ятрань, нижче моста в с. Рогова (рис.1).

Внутрішня будова кристалів циркону вивчалась під бінокляром і поляризаційним мікроскопом у штучних препаратах, а просторовий зв'язок з породоутворюючими мінералами — в прозорих шліфах під поляризаційним мікроскопом.

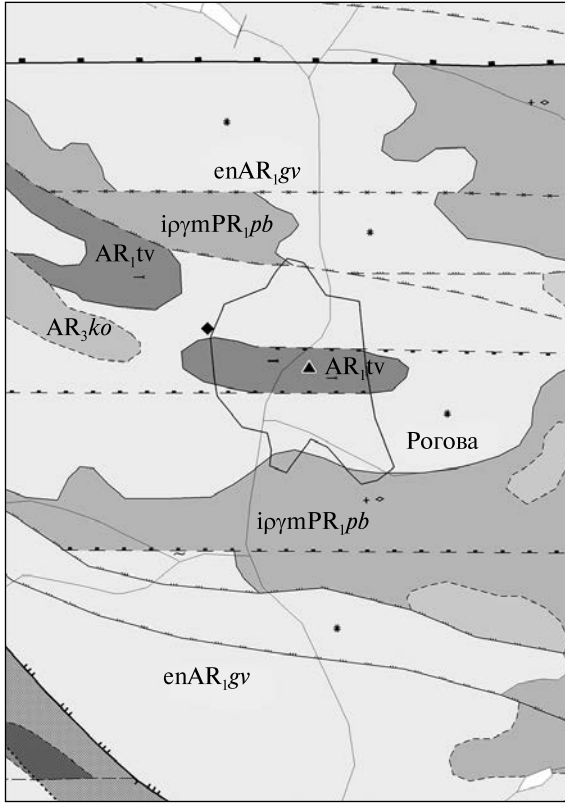
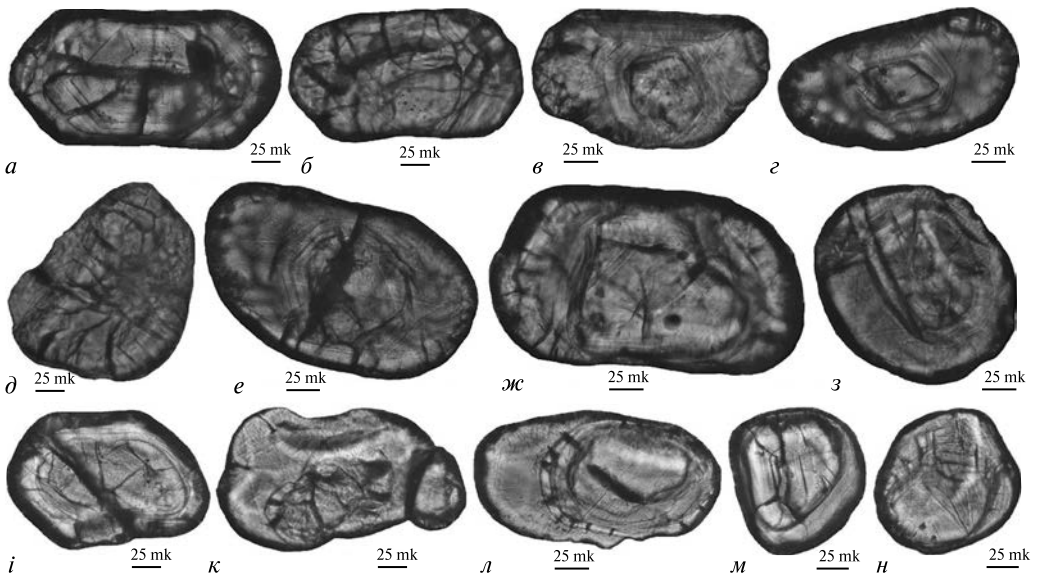


Рис. 1. Карта-схема району досліджень с. Рогова [2]: $ipymPR_{1pb}$ — побузький комплекс (граніти і біотитвмісні мігматити (гнейсограніти) часто з ортопіроксеном, гранатом, силіманітом, пластинчатим кварцом); AR_{1tv} — тиврівська товща (гнейси та двопіроксенові, кліно- та ортопіроксенові, амфіболпіроксенові кристалосланці, амфіболіти, кальцифіри); $enAR_{1gv}$ — гайворонський комплекс (масивні ендербіти); AR_{3ko} — кошаро-олександрівська світа (високоглиноземисті силіманіт-гранат-кордіерит-біотитові гнейси, польовошпатові кварцити, гнейси та піроксенові кристалосланці); ▲ — місце відбору проби

Рис. 2. Мікрофотографії полірованих зрізів кристалів циркону із гіперстенового кварциту (проба 24/16, лівий беріг р. Ятрань, с. Рогова) у просвічуючому поляризаційному мікроскопі за одного ніколя: коричневі кристали (a–h); світло-коричневі кристали (i–m)



Вік визначено за результатами уран-свинцевого ізотопного датування мультизернових наважок монацитів, а їх хімічна підготовка виконана за стандартною методикою [5]. Для визначення вмісту урану і свинцю в монацитах використали змішаний $^{235}U + ^{206}Pb$ трасер.

Ізотопні дослідження свинцю та урану виконані на восьмиколекторному маспектрометрі MI-1201 AT в мультиколекторному статичному режимі; математична обробка експериментальних даних — за програмами Pb Dat і ISOPLOT [6, 7]. Похибки визначення віку наведені при 2σ . Для перевірки метрологічних характеристик методу використали стандарт циркону ІГМР-1 [1].

Результати та їх обговорення

Гіперстеновий кварцит, що містить графіт (проба 24/16, с. Рогова, лівий беріг р. Ятрань, перед мостом) — щільна темно-сіра порода з бурим відтінком, більш вивітрила по тріщинах. Макротекстура та забарвлення неоднорідні. В площині зрізу в породі вирізняються округлі плями темно-сірого кольору розміром до 5–65 см, а також окремі смужки здебільшого витриманої потужності 0,2–0,6 мм, прямолінійної, зрідка звивистої форми. Структура округлих виділень дрібніша ніж структура смужок, а за складом вирізняється більшою насиченістю фемічними мінералами. Мікротекстура породи гнейсоподібна, мікроструктура гломеро-, зубчато-гранобластова, дрібно-середньозерниста з середнім розміром зерен 0,35–1,8 мм, зрідка до 2,2 мм.

Мінеральний склад, %: кварц 65–75, гіперстен 30–35, біотит 2–3, плагіоклаз 1–2. Акцесорні: апатит, циркон, монацит, графіт.

Кварц утворює заокруглені, майже ізометричні зерна розміром 0,35–1,8 мм та зрідка більш крупні (до 2,2 мм) ксеноморфні виділення.

Плагіоклаз таблитчастої, округлої форми, переважно зі слабо вираженими двійниками, зрідка з дрібними антипертитами, без двійників або з тонкими чітко вираженими.

Біотит лускатий, червоно-бурого забарвлення з чітким та різким плеохроїзмом: Ng — буро-коричневий з червоним відтінком; Np — світло-коричневий, жовтий. Зрідка заміщується блідо зеленим хлоритом.

Гіперстен призматичної зрідка закругленої форми, здебільшого трапляється у поодиноких зернах, подекуди утворює незначні скупчення. Майже безбарвний з ледь помітний дихроїзмом. По тріщинах спайності зрідка заміщується гастингситом.

Графіт спостерігається у вигляді лусок розміром до 0,5 мм в епітаксичних зростаннях з біотитом, зрідка трапляється в загальній масі в поодиноких зернах.

Циркон представлений досить дрібними (переважна більшість кристалів концентрується у фракції 0,040 мм) ізометричними та коротко-призматичними

Таблиця. Вміст урану, свинцю та ізотопний склад свинцю в монацитах із кварциту, проба 24/16

Фракція	Вміст (ppm)		Ізотопні відношення					Вік, млн р.			D (%)
	U	Pb	$\frac{206\text{Pb}}{204\text{Pb}}$	$\frac{206\text{Pb}}{207\text{Pb}}$	$\frac{206\text{Pb}}{208\text{Pb}}$	$\frac{206\text{Pb}}{238\text{U}}$	$\frac{207\text{Pb}}{235\text{U}}$	$\frac{206\text{Pb}}{238\text{U}}$	$\frac{207\text{Pb}}{235\text{U}}$	$\frac{207\text{Pb}}{206\text{Pb}}$	
1	1961,2	8135,6	19850	7,8914	0,08996	0,38994	6,78395	2123	2084	2045,4	-3,8
2a	2081,3	7752,0	16700	7,8895	0,10058	0,38723	6,73173	2110	2077	2044,1	-3,2
2б	1881,3	7689,8	16500	7,9183	0,09157	0,39043	6,76200	2125	2081	2037,5	-4,3
2в	1946,4	8522,3	16750	7,9656	0,08536	0,39236	6,75548	2134	2080	2027,0	-5,3

Примітка. Поправка на звичайний свинець уведена за Стейсі та Крамерсом на вік 2030 млн р. Розмірні фракції: 1 — світло-жовтих водяно-прозорих та 2 (a–в) світло-жовтих прозорих кристалів монациту.

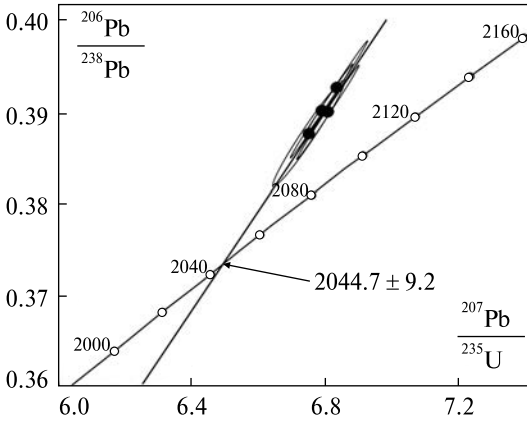


Рис. 3. Уран-свинцева діаграма з конкордією для монацитів із кварциту, проба 24/16

кристалами з сильно заокругленими контурами та переважно гладенькою блискучою поверхнею, у меншій кількості кристалів поверхня дрібноямчата до шагреневої. Кристали мають забарвлення в коричневих тонах від світло-коричневих до коричневих.

В середині переважної більшості полірованих зрізів кристалів циркону виявляються релікти більш ранніх цирконів, досить часто ізометричної майже круглої форми, характерної для кристалів кластогенного циркону. Оболонки світло-коричневі, коричневі, займають від 20 до 70 % площі зрізу кристалів (рис. 2).

Монацит в переважній більшості (близько 95 %) утворює прозорі кристали густого світло-жовтого кольору, інші 5 % — це світло-жовті водяно-прозорі ізометричні та пампушкоподібні кристали з сильно заокругленими контурами та гладенькою блискучою поверхнею. Деякі кристали на окремих ділянках поверхні покриті гідроксидами заліза.

Вік визначено за однією мультизерною наважкою світло-жовтих водяно-прозорих зерен і трьома мультизерновими наважками розмірних фракцій світло-жовтих прозорих кристалів. Розмірні фракції отримано скочуванням по нахиленій площині. Результати датування наведено в таблиці.

Висновок

Зважаючи на те, що фігуративні точки свинець-уранових ізотопних відношень на діаграмі з конкордією лежать практично в одній точці (рис. 3) і невелику дискордантність віку за різними ізотопними відношеннями (від $-3,2$ до $-5,3$), за вік монациту ми приймаємо середнє зважене значення віку за ізотопним відношенням $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ — $2044,7 \pm 9,2$ млн рр.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бартницький Е.Н., Бибикова Е. В., Верхогляд В.М., Легкова Г.В., Скобелев В.М., Терец Г.Я. Международный стандарт циркона для уран-свинцовых изотопных исследований. *Геохимия и рудообразование*, 1995. 21. С. 164—167.
2. Державна геологічна карта України Масштаб 1:200000. Центральноукраїнська серія. Аркуш М-36-XXXI (Первомайськ). Геологічна карта і корисні копалини кристалічного фундаменту. 2003.
3. Степанюк Л.М., Скобелев В.М., Довбуш Т.І., Пономаренко О.М. Уран-свинцевий ізотопний вік монациту та кластогенного циркону із кварциту кошаро-олександрівської світи — вікові межі формування порід бузької серії. *Збірник наукових праць УкрДГПІ*, 2004. № 2. С. 43—50.
4. Степанюк Л.М., Шумлянський Л.В., Пономаренко О.М., Довбуш Т.І. До питання про вікові межі формування кошаро-олександрівської світи бузької серії Побужжя. *Геохімія та рудоутворення*, 2010. № 28. С. 4—10.

5. Krough T.E. A law contamination method for hydrothermal decomposition of zircon and extraction of U and Pb for isotopic age determination. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 1973. 37, № 3. P. 485–494.
6. Ludwig K.R. Pb Dat for MS-DOS, version 1.06. U.S. *Geol. Survey Open-File Rept.*, 1989. № 88-542. P. 40.
7. Ludwig K.R. ISOPLOT for MS-DOS, version 2.0. U.S. *Geol. Survey Open-File Rept.* 1990. № 88-557. P. 38.

Стаття надійшла 31.05.2023

*L.M. Stepanyuk*¹, NAS Corresp. Member, Dr. Sci. (Geol.), Prof., Deputy Director

e-mail: stepaniuk@nas.gov.ua

ORCID 0000-0001-5591-5169

*V.O. Syomka*¹, Dr. Sci. (Geol.), Senior Research Fellow

e-mail: syomka1949@gmail.com,

ORCID 0000-0001-5202-4045

*S.M. Bondarenko*¹, PhD (Geol.), Senior Research Fellow

e-mail: sbond.igmr@gmail.com

ORCID 0000-0001-7948-3583

*O.V. Ziultsle*¹, PhD (Geol.), Research Fellow

e-mail: olegzjults@gmail.com

ORCID 000-0002-6204-2009

*S.I. Kurylo*², PhD (Geol.), Research Fellow

e-mail: kurylo.sergiy@gmail.com

ORCID 0000-0003-4466-6851

*T.I. Dovbush*¹, Research Fellow

e-mail: tetyana.dovbush1@gmail.com

ORCID 0000-0002-3512-3313

*V.V. Hulko*¹, Junior Researcher

e-mail: vladimir.gulko@ukr.net

ORCID 0000-0002-6085-8346

¹ M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the NAS of Ukraine
34, Acad. Palladin Ave., Kyiv, Ukraine, 03142

² Earth Science Institute, Slovak Academy of Sciences
974 01, Banska Bystrica, Slovakia, Dumbierska, 1

U-Pb AGE OF MONAZITE FROM HYPERSTHENIC QUARTZITE OF THE YATRAN RIVER BASIN (YATRAN BLOCK OF UKRAINIAN SHIELD)

Among the crystalline rocks of the Middle Bug region, which are mapped as the Dniester-Bug series in the valley of the Yatran river in the area of the village Rogove, quartzites were discovered, which, unlike the quartzites of the Bug series, are mainly composed of quartz with a small number of feldspars. At the same time, hypersthene plays a prominent role in their composition. To find out the time of crystallization of monazite and the primary nature of quartzite, a sample of hypersthene quartzite (sample 24/16), which is common on the left bank of the Yatran River (Rogove village), was taken. Under binoculars and a polarizing microscope, the internal structure of zircon crystals was studied in artificial preparations, and the spatial relationship with rock-forming minerals was studied in transparent sections under a polarizing microscope. Age was determined based on the results of U-Pb isotopic dating of multigrain monazite samples. Chemical preparation of multigrain samples of monazite for isotopic dating was performed according to the standard method [5]. A mixed ²³⁵U+²⁰⁶Pb tracer was used to determine the content of uranium and lead in monazites. According to the results of U-Pb isotopic dating, the time of crystallization of monazites from hypersthene-containing quartzite of the Yatran river basin occupies an intermediate position (2044,7 ± 9,2 million years) between the age of monazites from quartzites common in Kosharo-Olexandrivska structures (2062,4 ± 4,4 million years) and Shamrayivka structures (1857,5 ± 1,1 million years).

Keywords: quartzite, hypersthene, monazite, isotopy, Middle Bug region, crystallization.