

## ВІК МОНАЦИТУ З КРИСТАЛІЧНИХ ПОРІД НИЖНЬОЇ ТЕЧІЇ Р. ЯТРАНЬ (ДНІСТРОВСЬКО-БУЗЬКИЙ МЕГАБЛОК УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА) ЗА УРАН-СВИНЦЕВИМ МЕТОДОМ

Л.М. Степанюк<sup>1</sup>, О.Б. Гінтов<sup>2</sup>, С.В. Мичак<sup>2</sup>, С.І. Курило<sup>1</sup>, Т.І. Довбуш<sup>1</sup>,  
О.В. Зюльцле<sup>1</sup>, В.О. Сьомка<sup>1</sup>, С.М. Бондаренко<sup>1</sup>, Н.О. Коваленко<sup>1</sup>

1 – Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України  
03142, просп. акад. Палладіна, 34, Київ, Україна  
2 – Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України  
03142, просп. акад. Палладіна, 33, Київ, Україна

Виконано уран-свинцеве ізотопне датування за монацитом кристалічних порід, поширених у бортах долини р. Ятрань від с. Коржова до с. Покотилово. Визначено вік монацитів двопольовошпатових гранітів, млн. рр.: незмінений граніт (с. Давидівка)  $2042,7 \pm 1,2$ , тектонізований граніт (с. Коржова)  $2036,2 \pm 4,7$ . Уран-свинцева ізотопна система монациту тектонізованого пегматоїдного граніту (с. Дубова) є складнішою ніж двостадійна, що вірогідно обумовлено порушенням закритості ізотопної системи в результаті накладання тектонічних деформацій. За максимально можливий вік монациту можна прийняти найбільше зі значень (2019,3 млн рр.), розрахованих за відношенням  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ . Несподівано менші значення віку отримано для монацитів із чарнокітоїдів, млн рр.: плагіоچارнокіт та ендербітогнейс (огнейсований чарнокіт), (с. Перегонівка, кар'єр) –  $2014,6 \pm 4,5$  та  $2037,9 \pm 1,3$ , відповідно, гранатовий ендербітогнейс (гранатовий ендербіт), ендербітогнейс (огнейсований чарнокіт), с. Покотилово)  $2028,8 \pm 2,8$ . Як у випадку катаклазованого пегматоїдного граніту (с. Дубова), уран-свинцева ізотопна система монациту ендербітогнейсу (діорит-чарнокіт), с. Лебединка є складнішою за двостадійну. За максимально можливий вік цього монациту можна прийняти найбільше зі значень (1998,9 млн рр.), розрахованих за відношенням  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ . Вірогідніше це може бути обумовлено тектонічними деформаціями. Не виключено відставання (більш пізній початок) кристалізації монациту в дрібних ксенолітах кристалосланців, наявних у відібраній пробі.

*Ключові слова:* Ятраньський блок, монацит, уран-свинцевий ізотопний вік, граніт, чарнокітоїди.

**Вступ.** Річка Ятрань у нижній течії перетинає з північного заходу на південний схід Ятраньський блок Голованівської шовної зони (ГШЗ) Середнього Побужжя. В бортах її долини та балок відслонюються породи гранулітової асоціації. Метаморфічні породи відносяться до тиврівської товщі дністровсько-бузької серії представлених біотит-гіперстен-плагіоклазовими кристалосланцями, часто амфіболвмісними, гіперстеновими

гнейсами та плагіогнейсами часто з біотитом, інколи турмаліновмісними плагіогнейсами, графіт-гіперстеновими кварцитами, зрідка трапляються олівін-флогопітові кальцифіри. За особливостями мінерального складу всі вони подібні, відрізняються лише за вмістом породоутворювальних мінералів. Метаморфічні породи різною мірою калішпатизовані, ділянками катаклазовані. По них розвинуті чарнокітоїди – ендербітогнейси та чарнокіти. Породи гранулітової асоціації розтинаються жилами більш низькотемпературних біотитових гранітів, апліто-пегматоїдних гранітів і пегматитів, досить часто трапляються кварцові

жили різної потужності. Результати геологічних спостережень, у тому числі петрографічних досліджень порід [9], узагальнені в матеріалах геологічного картування [5] і структурно-тектонфізичних побудов [3, 4, 6]. Уран-свинцеве ізотопне датування порід за монацитами на цій території раніше не здійснювали.

**Мета роботи:** визначити час прояву процесів гранітоутворення та калієвого метасоматозу в породах дністровсько-бузької серії, поширених у Голованівському блоці (нижня течія р. Ятрань).

**Об'єкти та методи дослідження.** У нижній течії р. Ятрань, починаючи від с. Коржова до с. Покотилово, нами відібрано низку проб гранітів, у тому числі гіперстенвмісних (чарнокіти) та ендербітогнейсів. У деяких із них виявлено монацити. Зазвичай монацити характеризують час прояву накладених геологічних процесів, насамперед формування двопольовошпатових гранітів, а також калієвого метасоматозу. Тому для визначення віку гранітів та часу калішпатизації ендербітогнейсів ми використали монацити, визначивши вік за уран-свинцевим ізотопним методом.

Застосована методика хімічної підготовки зразків монацитів для мас-спектрометричного аналізу, описана в роботах [10, 11]. Для визначення вмісту урану та свинцю використали змішаний  $^{235}\text{U} + ^{206}\text{Pb}$  трасер. Ізотопні дослідження свинцю та урану виконані на восьмиколекторному мас-спектрометрі MI-1201 AT в мультиколекторному статичному режимі, математична обробка експериментальних даних – за допомогою програми *Pb Dat* і *ISOPLOT* [12, 13]. Похибки визначення віку наведені при  $2\sigma$ . Для перевірки метрологічних характеристик методу використано стандарт циркону ІГМР-1 [1].

Валовий хімічний склад і головні петрогенні компоненти визначено з використанням рентген-флуоресцентного аналізу *WDXRF ARL Optim'X* (аналітик Т.Г. Калініченко). Петрографічне вивчення та фотознімки шліфів виконано на петрографічному мікроскопі *ZEISS Scope.A1* (фотокамера *Axiocam 105 color*).

**Геологічна позиція.** Ятранський блок знаходиться у центральній частині ГШЗ. Блок обмежений на заході Тальнівською, на півдні Ємилівською, на сході – Первомайською зонами розломів. Вирізняється переважно за ізометричною складчастістю, на яку уздовж розломних зон накладена лінійна складчастість. Результати тектонофізичних особливостей Ятранського блоку детально описано в [6]. Блок порушений розлома-

ми широтної системи, пов'язаної з суботсько-мошоринським етапом деформацій. За результатами тектонофізичного вивчення верхня частина кристалічного фундаменту Ятранського блоку представлена асоціацією гірських порід, що характеризуються яскравою структурно-текстурною анізотропією і є субвертикальним або характеризуються крутим падінням у південно-західному напрямі. Найбільш пізні фази субмеридіально-субширотного стиснення й розтягнення блоку відбулись під час немирівсько-лелеківського і корсунь-новомиргородського палеопротерозойського етапів деформації [6].

Головний об'єм гірських порід уздовж р. Ятрань репрезентують ендербітогнейси. Вони формують скельні виходи, складені переважно середньо-дрібнозернистими біотит-гіперстеновими чарнокітоїдами, серед яких трапляються прошарки дрібнозернистих масивних біотит-гіперстенових ендербітів і поодинокі прошарки гранатвмісних ендербітогнейсів. Іноді трапляються поодинокі лінзи та жиліподібні виділення середньозернистих ендербітів, чарнокітів та кварцу (с. Покотилово). Метаморфічні утворення дністровсько-бузької серії представлені переважно досить дрібними реліктами у вигляді прошарків або дрібніших тіл округлої форми розміром від декількох сантиметрів до 1 м, що розміщені серед чарнокітоїдів. По плагіогнейсах і кристалосланцях інколи розвинуті середньо-крупнозернисті ендербіти з лінзо- та жиліподібними виділеннями кварцу (с. Давидівка). Найпотужніші тіла метаморфічних порід поширені у закинутому кар'єрі дещо південніше с. Перегонівка. У стінках кар'єру спостерігаються тіла біотит-гіперстенових кристалосланців потужністю в декілька метрів. У відвалах траплялись невеликі брили кальцифірів, розміром до 1 м. Ці метаморфічні породи заміщуються чарнокітоїдами у процесі пізнішої магматичної ендербітизації (гранітизації?) та метасоматичної переробки. Останнє проявлено у зонах сильного окварцювання. Також тіла графітвмісних кварцитів виявленні у с. Рогове. Двопольовошпатові граніти спостерігаються переважно не у вигляді великих тіл, а як жили різної потужності (0,3 см – 3 м), що перетинають ендербітогнейси. Найбільшу насиченість жилами зафіксовано у західній частині досліджуваної ділянки (Тальнівська зона розломів, с. Коржова).

**Петрографічні особливості порід.** *Двопольовошпатові граніти.* Ці граніти представлені незмінними біотитовими гранітами та катаклазовани-

ми їх відмінами, утвореними у процесі тектонічного дроблення. За хімічним складом відповідають подібним між собою гранітам та гранодіоритам підвищеної лужності (табл. 1).

Свіжий біотитовий граніт, жильний, не піддаваний тектонічним перетворенням, має рожеве забарвлення. Текстура нечітка гнейсоподібна. Спостерігаються окремі ділянки, збагачені біотитом, який утворює незначні за об'ємом плямисті скупчення. Часто трапляється кварц у вигляді округлих і лінзоподібних скупчень розміром до 5–6 мм. Структура нерівномірно-, дрібно-середньозерниста, середній розмір зерен 0,3–2,5 мм, зрідка до 4–5 мм. Великі зерна представлені переважно кварцом, зрідка плагіоклазом, дрібніші зерна знаходяться в інтерстиціях крупніших польових шпатів. Ідіоморфний плагіоклаз, біотит та ксеноморфний кварц обумовлюють гіпідіоморфнозенисту структуру (рис. 1, а).

Мінеральний склад, %: плагіоклаз – 55–65, кварц – 25–28, мікроклін – 15–18, біотит – 4–5, рудні – 1. Акцесорні – циркон, монацит, апатит.

Катаклазовані граніти поширені у с. Коржова (лівий берег р. Ятрань, південніше мосту греблі) та с. Дубова (лівий берег р. Ятрань, нижче дамби ГЕС), у межах Тальнівської зони розломів. Забарвлені в рожевий, світло-рожевий колір. Характеризуються сланцюватою, гнейсоподібною, середньо- та крупноочковою текстурою. У шліфах проявленні тонкі кліважні тріщини. Структура порід тектонокластова, матриця залежно від ступеня тектонічних перетворень змінюється від катакластичної бластоцементної, лепідогранобластової до бластомілонітової (рис. 1, б).

Тектонокласти розміром 1,2–3 мм, складені польовим шпатом і агрегатом польовий шпат + кварц. Розмір зерен в уламках – 0,3–3 мм, що обумовлює реліктову середньо- та дрібно-серед-

Таблиця 1. Хімічний склад гранітів та чарнокітоїдів

Компонент	Номер проби						
	30/16	20/16	23/16	25/16	27/16	31/16 *	35/16
	Граніти			Чарнокітоїди			
SiO <sub>2</sub>	67,86	68,76	68,09	67,58	70,18	49,59	59,26
TiO <sub>2</sub>	0,31	0,21	0,25	0,17	0,39	1,54	0,66
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,81	15,70	15,58	16,33	14,56	20,70	18,84
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,94	2,30	2,63	2,25	3,79	9,52	6,80
MnO	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	0,08	0,10
MgO	0,80	0,45	0,44	0,48	1,57	3,51	1,82
CaO	1,40	1,32	1,14	2,06	2,58	5,92	5,10
Na <sub>2</sub> O	2,43	3,39	2,59	4,37	3,57	3,79	3,88
K <sub>2</sub> O	6,11	4,91	6,42	3,85	2,36	2,70	1,00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,00	0,18	0,14	0,05	0,05	0,00	0,45
Сума	97,23	97,30	96,67	97,16	99,09	97,35	97,91
Нормативний склад (СІРШ)							
Кварц	27,07	27,99	26,47	23,10	32,99	0,00	20,95
Ортоклаз	37,35	29,84	39,00	23,40	14,06	16,37	6,03
Плагіоклаз	28,43	35,10	27,40	48,27	43,03	63,08	56,35
Корунд	2,74	2,90	2,70	1,39	1,58	0,81	3,25
Гіперстен	2,07	1,17	1,12	1,22	3,94	6,66	4,63
Рутил	0,31	0,20	0,23	0,16	0,34	1,49	0,57
Льменіт	0,02	0,04	0,04	0,04	0,09	0,17	0,21
Гематит	2,01	2,37	2,70	2,32	3,82	9,78	6,95
Апатит	0,00	0,42	0,32	0,12	0,12	0,00	1,07
Сума	100,00	100,03	99,98	100,02	99,97	99,99	100,01
Ab	21,24	29,53	22,51	38,08	30,46	32,92	33,51
An	7,19	5,57	4,89	10,19	12,57	30,16	22,84
MF	4,41	4,20	4,41	3,86	8,31	18,10	13,43
Leuc	95,59	95,83	95,57	96,16	91,66	80,26	86,58

Примітка: \* – низький вміст кремнезему обумовлений численними дрібними ксенолітами кристалосланців в пробі; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – сумарне залізо. Рентген-флуоресцентний аналіз (XRF), WDXRF ARL Optim'X (аналітик Т.Г. Калініченко).

ньюзернисту структури. Подекуди (проба 23/16) діагностовано реліктові виділення вцілілого мікрокліну розміром до 1 см, що разом із дрібнішими зернами в уламках зумовлює реліктову порфіроподібну структуру. Серед бластомілонітового цементу кварц утворює бластичні лінзи та плями розміром 0,1–0,3 мм. Мікроклін переважає над плагіоклазом, вміст кварцу не перевищує 25–27 %, із темноколірних наявний лише біотит (2–3 %). Аксесорні мінерали представлені цирконом, монацитом, апатитом. З новоутворених мінералів відмічено мусковіт – до 2 %.

За основними кристалооптичними рисами головні та другорядні мінерали тектонізованих і свіжих гранітів ідентичні. Плагіоклаз ксеноморфний, субідоморфний, рідше ідоморфний, з тонкими двійниками. Подекуди дрібні зерна містять антипертити. По плагіоклазу інколи розвинутий серицит, кальцит, на границі з мікрокліном проявлені дрібні мірмекіти. Мікроклін субідоморфний і ксеноморфний, без чітко виражених двійни-

ків. Містить дрібні дископодібні та ксеноморфні пертити. Кварц округлий, ксеноморфний, часто утворює досить великі виділення. У тектонічно змінених породах серед мілонітової матриці фіксуються бластичні зерна лінзоподібної форми розміром до 0,3–0,5 мм. Біотит лускатий, видовжено-лускатий, знаходиться у поодиноких зернах та у скупченнях. Забарвлення коричневе з чітким плеохроїзмом:  $N_g$  – буро-коричневий;  $N_p$  – світло-коричневий, майже безбарвний. Інколи по ньому виділяється гематит.

*Чарнокітоїди.* Породи цієї групи представлені лейкократовим чарнокітом, монцоніт-чарнокітом, біотитовими та біотит-гранатовими ендербітоїдами. Це схожі між собою породи, що розрізняються за вмістом калієвого польового шпату, а також співвідношенням темноколірних мінералів. Хімічний склад деяких проб (для монацитів із яких було визначено вік) наведено в табл. 1.

Породи сірого, темно-сірого забарвлення з зеленкуватим, жовто-бурим відтінком. У змоче-

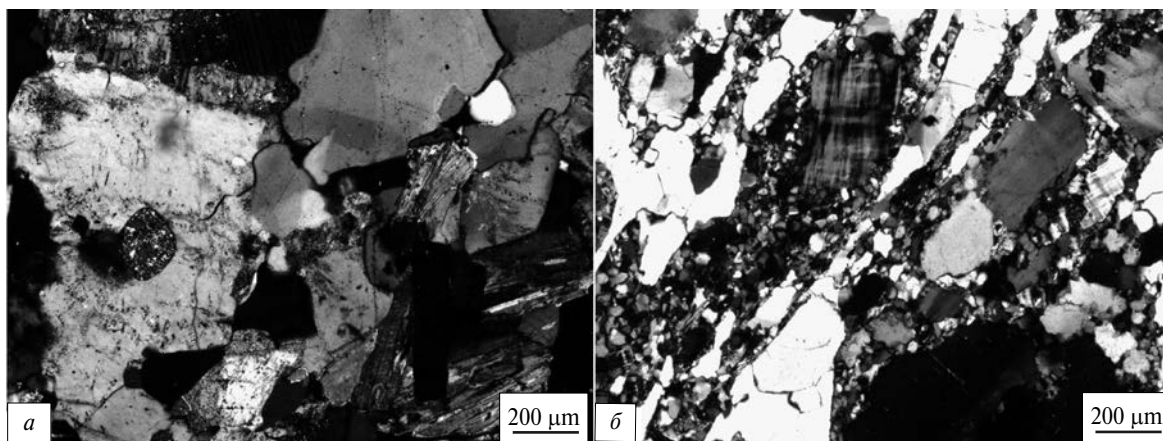


Рис. 1. Петрографічні особливості двопольовошпатових гранітів: а – граніт незмінений (пр. 30/16); б – тектонізований граніт. Петрографічний мікроскоп ZEISS Scope.A1 (фотокамера Axiocam 105 color), ніколи +

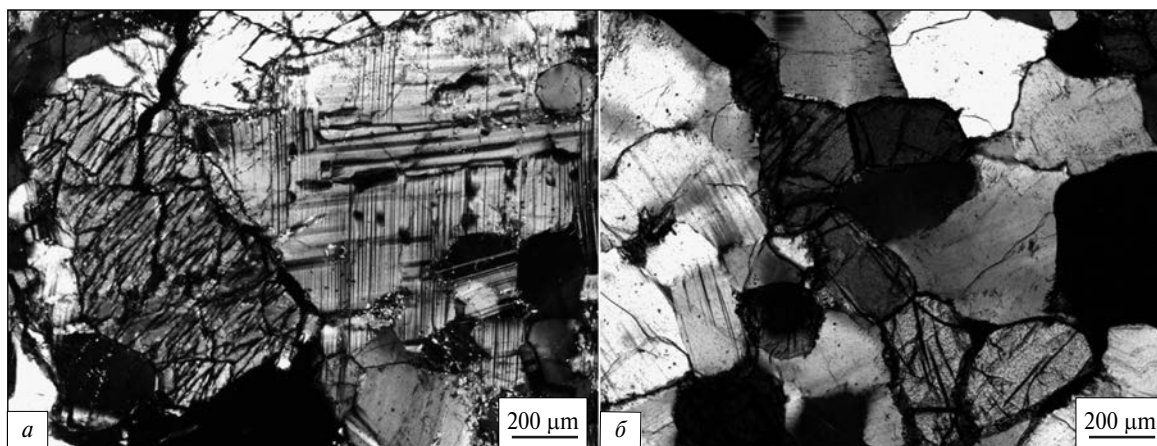


Рис. 2. Петрографічні особливості чарнокітоїдів: а – чарнокіт (пр. 30/16-1); б – ендербіт (пр. 27/16-1). Петрографічний мікроскоп ZEISS Scope.A1 (фотокамера Axiocam 105 color), ніколи +

ному стані проявляється блакитний кварц. Текстура масивна, часто нечітка гнейсоподібна, плямиста. Плями представлені скупченнями гранату, зрідка плагіоклазу та кварцу. Текстура огнейсованих плагіоcharнокітоїдів гнейсоподібна та сланцювата.

Структура переважно рівномірнозерниста, за абсолютним розміром зерен змінюється від дрібно- до середньозернистої. Інколи трапляються нерівномірнозернисті різновиди, завдяки більшим виділенням лінзоподібного кварцу, табличок плагіоклазу (3–6 мм) на фоні дрібніших зерен. За ідіоморфізмом зерен структура переважно гіпідіоморфнозерниста, в поодиноких випадках алотріоморфнозерниста (рис. 2). Зрідка кварц має чіткі ідіоморфні обриси. У деяких зразках слабо проявлені тектонобластез та мікрокліваж.

Структура огнейсованих різновидів переважно гломео-, гранобластова та лепідо-гранобластова, дрібнозерниста (0,4–0,8 мм) та дрібно-середньозерниста (0,5–1,2 мм). В гіперстеновому гнейсі кварц утворює крупні лінзоподібні зерна розміром 1,5–3,2 мм, які поряд з зернами загальної маси (0,1–1,0 мм) обумовлюють гетеробластову, ділянками порфіробластову структури.

Мінеральний склад чарнокітів, %: плагіоклаз – 35–50, калієвий польовий шпат – 10–40,

гіперстен – 2–20, кварц – 14–25, біотит – 0–3. Акцесорні – циркон, апатит, монацит. Мінеральний склад ендербітоїдів, %: плагіоклаз – 50–70, гіперстен – 5–25, кварц – 5–27, калієвий польовий шпат – до 5, біотит – 1–7, гранат – од. з. – 8, апатит – од. з. – 4. Акцесорні циркон, апатит, монацит. Рудні – 0–2 %.

Метаморфічні породи представлені біотит-гіперстен-плагіоклазовими кристалосланцями з амфіболом, гіперстеновими гнейсами та плагіогнейсами, часто з біотитом, турмаліновими плагіогнейсами, графіт-гіперстеновими кварцитами та олівін флогопітовими кальцифірами.

Біотит-гіперстен-плагіоклазові кристалосланці – щільні, темно-сірі, майже чорні породи сланцюватої текстури. Структура гломеобластова дрібно- та середньозерниста, немагнотронолепідобластова та лепідогранобластова. Мінеральний склад, %: плагіоклаз – 35–45, біотит – 20–27, гіперстен – 15–40, кварц – 0–15, амфібол – 7–8, рудні (магнетит, гематит) – од. з. – 4. Акцесорні циркон, апатит, сфен (?). Вторинні хлорит (синьо-зелений) по амфіболу.

Гіперстеновий кварцит, графітвмісний. Щільна порода темно-сірого забарвлення з бурим відтінком. Текстура та забарвлення неоднорідні. Вирізняються округлі темно-сірі плями розміром

Таблиця 2. Вміст урану, свинцю та ізотопний склад свинцю в монацитах двопольовошпатових граніті

Фракція мінералу	Вміст, ppm		Ізотопні відношення					Вік, млн pp.			Дискордантність, %
	U	Pb	<sup>206</sup> Pb / <sup>204</sup> Pb	<sup>206</sup> Pb / <sup>207</sup> Pb	<sup>206</sup> Pb / <sup>208</sup> Pb	<sup>206</sup> Pb <sub>r</sub> / <sup>238</sup> U	<sup>207</sup> Pb <sub>r</sub> / <sup>235</sup> U	<sup>206</sup> Pb <sub>r</sub> / <sup>238</sup> U	<sup>207</sup> Pb <sub>r</sub> / <sup>235</sup> U	<sup>207</sup> Pb <sub>r</sub> / <sup>206</sup> Pb	
<i>20/16, Катаклазований граніт, с. Коржова<sup>1</sup></i>											
1	3006	10699	7900	7,8653	0,10631	0,38849	6,7272	2116	2076	2037,1	-3,9
2	2462	9259	9300	7,8784	0,099015	0,38514	6,6714	2100	2069	2037,7	-3,1
3	2065	7729	5350	7,8309	0,094011	0,36533	6,3141	2007	2020	2033,7	1,3
4	2177	8514	8155	7,8709	0,094375	0,38356	6,6398	2093	2065	2036,6	-2,8
<i>23/16, Мілонітований та каталазований пегматит, с. Дубова</i>											
1	556,6	4555	2450	7,7357	0,042675	0,38121	6,5161	2082	2048	201,2	-3,4
2	545,5	5697	7580	7,9390	0,033882	0,39153	6,7119	2130	2074	2019,3	-5,5
3	515,7	3418	6390	8,0991	0,052277	0,37589	6,2975	2057	2018	1978,5	-4,0
4	596,7	6803	2655	7,7417	0,030577	0,38565	6,6093	2103	2061	2018,8	-4,2
5	406,9	4480	3465	7,8641	0,032331	0,39359	6,6994	2139	2073	200,7	-6,6
<i>30/16, Граніт біотитовий<sup>2</sup></i>											
Св-Ж, Пр	1015	6959	6985	7,8278	0,05218	0,38798	6,7393	2113	2078	2042,6	-3,5
1	1003	7400	17450	7,8933	0,04826	0,38833	6,7494	2115	2079	2043,7	-3,5
2	973	7451	4880	7,7742	0,04671	0,38990	6,7760	2122	2083	2043,5	-3,9
3	1087	7118	10800	7,8653	0,05484	0,38882	6,7571	2117	2080	2043,5	-3,6
1a	1094	7549	5510	7,7991	0,05169	0,38702	6,7205	2109	2075	2042,1	-3,3
2a	1078	8397	6615	7,8272	0,04715	0,40031	6,9482	2170	2105	2041,3	-6,3

Примітки: поправка на звичайний свинець уведена за Стейсі та Крамерсом на вік 2020 млн років (23/16) та 2040 млн років (20/16, 30/16); 1 – 1–4 – розмірні фракції світло-жовтих прозорих кристалів; Pb<sub>r</sub> – свинець радіогенний; 2 – Св-Ж – світло-жовті кристали монациту, Пр – прозорі; 1–3 – розмірні фракції коричнювато-жовтих прозорих еліпсоподібних кристалів; 1a та 2a – розмірні фракції коричнювато-жовтих псевдопризматичних (видовжених) кристалів.

до 5–6,5 см, а також смужки переважно витриманої потужності – 0,2–0,6 мм. Форма їх прямолинійна, зрідка звивиста. Структура округлих виділень дрібніша за структуру загальної маси породи, та містить більше фемічних мінералів.

Мікротекстура основної породи гнейсоподібна, мікроструктура гломео-, зубчато-гранобластова, дрібно-середньозерниста з середнім розміром зерен 0,35–1,8 мм, зрідка до 2,2 мм. Мінеральний склад, %: кварц – 65–75, плагіоклаз – 35–40, біотит – 2–3, калієвий польовий шпат – 1–2. Акцесорні – апатит, циркон, графіт.

**Результати геохронологічних досліджень.** *Двопольовошпатові граніти.* Граніт двопольовошпатовий (пр. 30/16), с. Давидівка, лівий беріг річки Ятрань, нижче мосту (греблі ГЕС). Текстура нечітка гнейсоподібна. Мікроструктура нерівномірно-, дрібно-середньозерниста (0,3–2,5 мм, зрідка до 4–5 мм), гіпідіоморфнозерниста. Мінеральний склад, %: плагіоклаз – 28–32, кварц – 20–25, мікроклін – 30–35, біотит – 5–10, рудні – близько 1 %. Акцесорні циркон, апатит, монацит.

Монацит – кристали переважно коричнево-жовтого забарвлення, прозорі, рідше – прозорі та водяно-прозорі відміни світло-жовтого кольору, в основному еліпсоподібної, зрідка ізометричної форми з заокругленими контурами та гладенькою блискучою поверхнею. Інколи трапляються індивіди з видовженням близько 2, які зазвичай мають

призматичну форму. Кристали монациту відносно дрібні (<0,05 мм), деякі з викривленими спотвореними контурами, що обумовлено наростаннями та / або ямками – відбитками мінералів сусідів.

Вік визначено за однією мультизерновою наважкою світло-жовтих прозорих і водяно-прозорих зерен, трьома мультизерновими наважками розмірних фракцій коричнево-жовтих прозорих еліпсоподібних кристалів і двома мультизерновими наважками коричнево-жовтих прозорих псевдопризматичних кристалів.

Результати датування наведено в табл. 2.

Вік монациту за верхнім перетином конкордії дискордією, розрахованою за даними, наведеними в табл. 2, складає  $2046,1 \pm 3,7$  млн рр. та за нижнім –  $174 \pm 200$  млн рр., СКЗВ = 2,2. Оскільки фігуративні точки свинець-уранових ізотопних відношень на діаграмі з конкордією лежать практично в одній точці і дискордантність віку за різними ізотопними відношеннями є незначною (від 3,3 до 6,3), як вік монациту, а отже і граніту, ми приймаємо середнє зважене значення віку за ізотопним відношенням  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  –  $2042,7 \pm 1,2$  млн рр. (рис. 3, а).

*Тектонізований граніт* (пр. 20/16), с. Коржова, лівий берег р. Ятрань, південніше мосту (греблі). Текстура сланцювата, гнейсоподібна. Структура бластоцементна, лепідогранобластова. Тектонокласти представленні уламками первинної

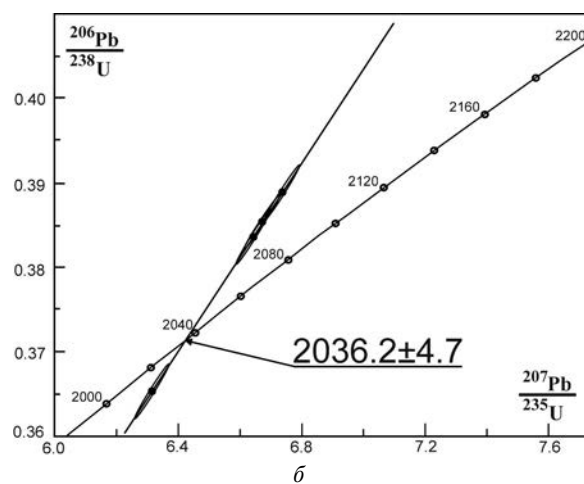
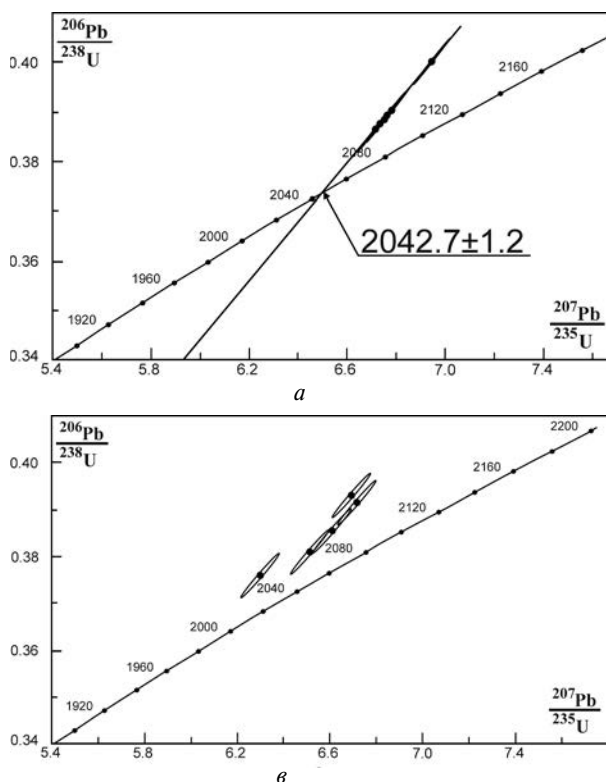


Рис. 3. Уран-свинцева діаграма з конкордією для монацитів із двопольовошпатових гранітів: а – граніт (проба 30/16); катаклазовані гранітоїди: б – пр. 20/16 та в – пр. 23/16

породи округлої форми, складені в основному польовими шпатами розміром 1,2–3 мм. Уламки первинної породи та рекристалізаційний кварц утопленні у мілонітову матрицю. Мінеральний склад, %: мікроклін переважає над плагіоклазом, кварц – 25–27, біотит – 4–8. Акцесорні – циркон, апатит, монацит.

Монацит представлений сильно озалізненіми з поверхні сірувато-бурими кристалами переважно пампушкоподібної, дископодібної, зрідка ізометричної форми. Попри заокруглені контури, в багатьох зернах присутні поодинокі грані і навіть окремі дещо заокруглені ребра, поверхня шагренева. Кристали напівпрозорі, слабо озалізненні – прозорі, мають світло-жовте забарвлення.

Вік граніту визначали за мультизерновими наважками розмірних фракцій світло-жовтих прозорих слабо озалізненних кристалів, отриманих скочуванням по похилій площині. Результати уран-свинцевого ізотопного датування наведено в табл. 2. За верхнім перетином конкордії дискордією, розрахованої за даними, наведеними в табл. 2, вік монациту складає  $2034,7 \pm 0,7$  млн рр. та  $133 \pm 42$  млн рр. за нижнім. Зважаючи на незначну розтяжку фігуративних точок на діаграмі та невелику дискордантність (від 1,3 до 3,9), ми розраховали середньозважене значення віку за відношенням  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  –  $2036,2 \pm 4,7$  млн рр. (рис. 3, б), яке і вважаємо часом кристалізації монациту та віком граніту.

*Тектонізований граніт* пегматоїдний (проба 23/16), с. Дубова, лівий берег р. Ятрань, нижче дамби ГЕС. Текстура сланцювата, крупноочкова. Структура бластомілонітова, реліктова порфіроподібна. Цемент бластомілонітовий, із рекристалізаційними виділеннями зерен кварцу. Мінеральний склад уламків, %: мікроклін – 70, кварц (уламки та рекристалізаційний) – 20, плагіоклаз – од. з. – 5, біотит – 3–4. Акцесорні – циркон, монацит, апатит. Вторинні – серицит, пеліт по плагіоклазу, мусковіт (до 1 %) переважно у зонах стиснення.

*Монацит* утворює коричневі (зазвичай найбільші з них не прозорі), коричневато-жовті (напівпрозорі), рідше світло-жовті (дрібніші – 0,04 мм) прозорі кристали переважно еліпсоподібної форми з поодинокими гранями та ребрами. Поверхня кристалів гладенька, блискуча, помітно заокруглена.

Для визначення віку пегматоїдного граніту було використано одну мультизернову наважку світло-жовтих прозорих кристалів та по дві мультизернові наважки коричневих непрозорих і коричневато-жовтих напівпрозорих кристалів.

Результати визначення вмісту урану, свинцю та ізотопного складу свинцю в цих наважках наведено в табл. 2, з якої видно, що для усіх мультизернових наважок монациту отримано значення віку, що помітно розходяться не лише за свинець-урановими ізотопними відношеннями, але і за відношенням  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  – від 1978,5 до 2019,3 млн рр., що істотно перевищує похибку визначення віку за цим ізотопним відношенням. У даному випадку максимальна похибка визначення віку за відношенням  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  складала 1,2 млн рр. Це обумовлює неможливість розрахунку часу кристалізації монациту за допомогою уран-свинцевої діаграми з конкордією, оскільки фігуративні точки свинець-уранових ізотопних відношень не лежать на одній прямій (рис. 3, в). У зв'язку з цим, зважаючи, що найбільш надійним є вік, розрахований за відношенням  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  – він має найменшу похибку і не залежить від сучасного порушення уран-свинцевої ізотопної системи, з другого, за максимально можливий вік монациту, а отже і пегматоїдного граніту, можна прийняти найбільше зі значень віку (2019,3 млн рр.), розрахованих за цим відношенням. Зважаючи на зворотну дискордантність монацитів (див. табл. 2) мінімально можливий вік оцінити не можливо, оскільки найменше зі значень віку (1978,5 млн рр.) може бути суттєво завищеним відносно часу кристалізації монациту. Це завищення може бути тим більшим, чим давнішим є порушення закритості уран-свинцевої ізотопної системи монацитів, яке, на наш погляд, обумовлено процесами катаклазу та мілонізації граніту, які могли проявлятися протягом тривалого часу і неодноразово.

*Чарнокітоїди. Плагіочарнокіт* (пр. 27/16), с. Перегонівка, південна околиця, лівий беріг р. Ятрань, закинутий шебеневий кар'єр. Породи темно-сірого забарвлення з зеленкуватим відтінком. У змоченому стані помітним стає блакитнуватої кварц. Мікроструктура нерівномірної, дрібно-середньозерниста (0,2–3,2 мм), гіпідіоморфнозерниста. Текстура масивна. Мінеральний склад, %: плагіоклаз – 40–45, гіперстен – 15–20, кварц – 15–20, калієвий польовий шпат – 10–15. Акцесорні – циркон, апатит, монацит.

Монацит утворює досить великі жовті, коричневато-жовті до медово-жовтих, напівпрозорі кристали зазвичай дископодібні, з добре розвиненими гранями пінакоїду та окремими ребрами, зрідка мають заокруглений контур (еліпсоподібні зерна). Кристали монациту часто містять включення. Найчастіше це чорні непрозорі різної форми та

розмірів, а також чорні примазки на поверхні окремих граней. У деяких кристалах трапляються вclusions породоутворювальних мінералів, зрідка спостерігаються зростання з останніми.

Вік монациту визначали за трьома мультізериновими наважками розмірних фракцій коричнево-жовтих та медово-жовтих та трьома мультізериновими наважками розмірних фракцій медово-жовтих та жовтих зерен. Відібрані кристали на розмірні фракції ділили, скочуючи їх по похилій площині. Результати визначення вмісту урану, свинцю та ізотопного складу свинцю у зазначених наважках наведені в табл. 3. Вік монациту за верхнім перетинном конкордії дискордією, розрахованою за даними, наведеними в табл. 3, складає  $2028 \pm 15$  млн рр. та за нижнім –  $1082 \pm \infty$  млн рр., СКЗВ = 1,8. Зважаючи на те, що фігуративні точки свинець-уранових ізотопних відношень на уран-свинцевій діаграмі з конкордією лежать практично в одній точці, та на невелику дискордантність (від 3,0 до 5,4), за

вік монациту, а отже і плагіочарнокіту, ми приймаємо середньозважене значення віку за відношенням  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} - 2014,6 \pm 4,5$  млн рр. (рис. 4, а).

*Ендербітогнейс* (діорит-чарнокіт — тут і далі в дужках наводимо назву порід відповідно до класифікації І.Б. Щербакова [9]), пр. 31/16), с. Лебединка, правий борт долини р. Ятрань, нижче греблі ГЕС. Порода темно-сірого забарвлення з зеленкуватим відтінком. Текстура нечітка гнейсоподібна. Мікроструктура рівномірною-, середньо-дрібнозерниста (0,25–0,5, зрідка 1,2–3 мм), гіпідіоморфнозерниста. Мінеральний склад, %: плагіоклаз – 55–60, гіперстен – 20–25, Калієвий-польовий шпат – 10–15, кварц – 5, біотит – 2–3, апатит і рудні – 1–2. Акцесорні – циркон, апатит, монацит.

Монацити представлені жовтими (більші) світло-жовтими (дрібніші), поодинокими – коричнево-жовтими прозорими кристалами пампушкоподібної та дископодібної форми. Контури зерен заокруглені, поверхня здебільшого шагре-

Таблиця 3. Вміст урану, свинцю та ізотопний склад свинцю в монацитах чарнокітоїдів басейну р. Ятрань

Фракція мінералу	Вміст, ppm		Ізотопні відношення					Вік, млн рр.			Дискордантність, %
	U	Pb	$^{206}\text{Pb} / ^{204}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb} / ^{207}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb} / ^{208}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}_r / ^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}_r / ^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}_r / ^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}_r / ^{235}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}_r / ^{206}\text{Pb}$	
<i>27/16, Плагіочарнокіт<sup>1</sup></i>											
1	2000	9333	10960	8,0019	0,07679	0,37929	6,4786	2073	2043	2012,9	3,0
2	3203	13742	5600	7,9252	0,08501	0,38226	6,5321	2087	2050	2013,6	3,6
3	3320	15753	8260	7,9688	0,07591	0,38141	6,5213	2083	2049	2014,7	3,4
4	2555	18117	12500	7,9847	0,04946	0,3820	6,5470	2086	2052	2018,9	3,3
5	2780	17225	12050	8,0180	0,05824	0,38937	6,6431	2120	2065	2010,9	5,4
6	2588	16330	13700	8,0096	0,05596	0,38201	6,5315	2086	2050	2014,6	3,5
<i>31/16, Діорит чарнокіт<sup>2</sup></i>											
1	551,6	2871	2365	7,7876	0,068592	0,37904	6,4235	2072	2035	1998,9	3,6
1a	425,1	2296	11350	8,0762	0,065725	0,38014	6,4348	2077	2037	1996,9	4,0
2	564,9	1685	7780	8,1136	0,12370	0,37244	6,2474	2041	2011	1980,7	3,0
3	577,2	1667	7620	8,1110	0,12902	0,37422	6,2774	2049	2015	1980,8	3,5
4	608,5	963,9	1310	7,6646	0,26415	0,36733	6,0987	2017	1990	1962,4	2,8
<i>35/16, Гранатовий ендербіт<sup>3</sup></i>											
1	1685	7369	31800	7,9751	0,084595	0,38882	6,7067	2117	2074	2030,2	4,3
2	1639	6924	7855	7,9070	0,087742	0,38768	6,6767	2112	2070	2027,5	4,2
3	1555	5224	22700	7,9694	0,112660	0,38667	6,6654	2107	2068	2029,1	3,9
1 + 2 + 3	1615	6775	24000	7,9738	0,088952	0,39049	6,7292	2125	2076	2028,6	4,8
<i>25/16, Огнейсований плагіочарнокіт<sup>4</sup></i>											
1	645,3	6120	3894	7,7567	0,037191	0,38815	6,7243	2114	2076	2037,9	3,7
2	781,1	9403	9426	7,8808	0,036808	0,48889	8,4672	2566	2282	2037,4	25,9
3	651,4	6876	5105	7,8174	0,033458	0,39054	6,7552	2125	2080	2035,2	4,4
4	665,1	6742	9330	7,8864	0,034564	0,38750	6,7055	2111	2073	2035,9	3,7

Примітки: поправка на звичайний свинець уведена за Стейсі та Крамерсом на вік 2040 млн рр. пр. 25/16; 2030 млн рр., пр. 35/16; 2010 млн рр., пр. 27/16 та 2000 млн рр., пр. 31/16; 1 – 1–3 – розмірні фракції коричнево-жовтих та медово-жовтих кристалів монациту, 4–6 – теж саме, медово-жовтих та жовтих; 2 – 1–4 – розмірні фракції, 1a – повторний аналіз фракції 1; 3 – 1–3 – розмірні фракції світло-жовтих прозорих і водяно-прозорих кристалів монациту; 4 – 1–4 – розмірні фракції світло-жовтих водяно-прозорих ізометричних та пампушкоподібних кристалів монациту.



нева, у найдрібніших світло-жовтих і коричнево-жовтих – гладенька блискуча. Багато уламків кристалів (біля 50 %).

Вік монациту визначали за мультизерновими наважками розмірних фракцій жовтих і світло-жовтих кристалів цього мінералу, отриманих скопчуванням по похилій площині. Як і з проби 23/16 катаклазованого граніту, для усіх мультизернових наважок монациту отримано значення віку, що помітно розходяться не лише за свинець-урановими ізотопними відношеннями, але і за відношенням  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  – 1962,4 – 1998,9 млн рр. (табл. 3), що значно перевищує похибку визначення віку за цим ізотопним відношенням. У даному випадку максимальна похибка визначення віку за відношенням  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  склала 6,5 млн рр. Це унеможливило розрахунок часу кристалізації монациту за допомогою уран-свинцевої діаграми з конкордією, оскільки фігуративні точки свинець-уранових ізотопних відношень лежать на одній прямій (пунктирна лінія, рис. 4, б), яка описується рівнянням  $y = 0,037073 \times 3,8088$ , є майже дотичною до конкордії та перетинає її в двох точках, верхня відповідає віку  $1753 \pm \infty$ , нижня –  $1734 \pm \infty$  млн рр. Оскільки найбільш надійним є вік, розрахований за відношенням  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ , за максимально

можливий вік монациту можна прийняти найвище зі значень віку, розрахованих за цим відношенням (1998,9 млн рр.). Мінімально можливий вік монациту оцінити неможливо через зворотну дискордантність монацитів (див. табл. 3). Таким чином можна стверджувати, що вік монацитів не перевищує 2,0 млрд років.

*Гранатовий ендербітогнейс* (гранатовий ендербіт), пр. 35/16, с. Покотилове, правий беріг р. Ятрань, нижче автомобільного мосту. Порода темно-сірого забарвлення з жовтим відтінком. Текстура неоднорідна, нечітка гнейсоподібна. Гіперстен та гранат утворюють незначні скупчення. Мікроструктура рівномірно-середньозерниста, з середнім розміром зерен 1,5–2,0 мм, гіпідіоморфнозерниста. Мінеральний склад, %: плагіоклаз – 48–55, кварц – 15–20, гіперстен – 10–15, гранат – 5–8, калієвий польовий шпат – 3–6, біотит – 1–2, апатит – 1–2, рудні – 1–2. Акцесорні – циркон, апатит, монацит.

Монацит представлений дрібними (<0,04 мм) світло-жовтими прозорими та водяно-прозорими ізометричними та еліпсоподібними зернами з сильно заокругленими контурами. Кристали мають гладеньку блискучу поверхню (майже 50 %) або дрібноямчасту (шагреневу). Близько 10 %

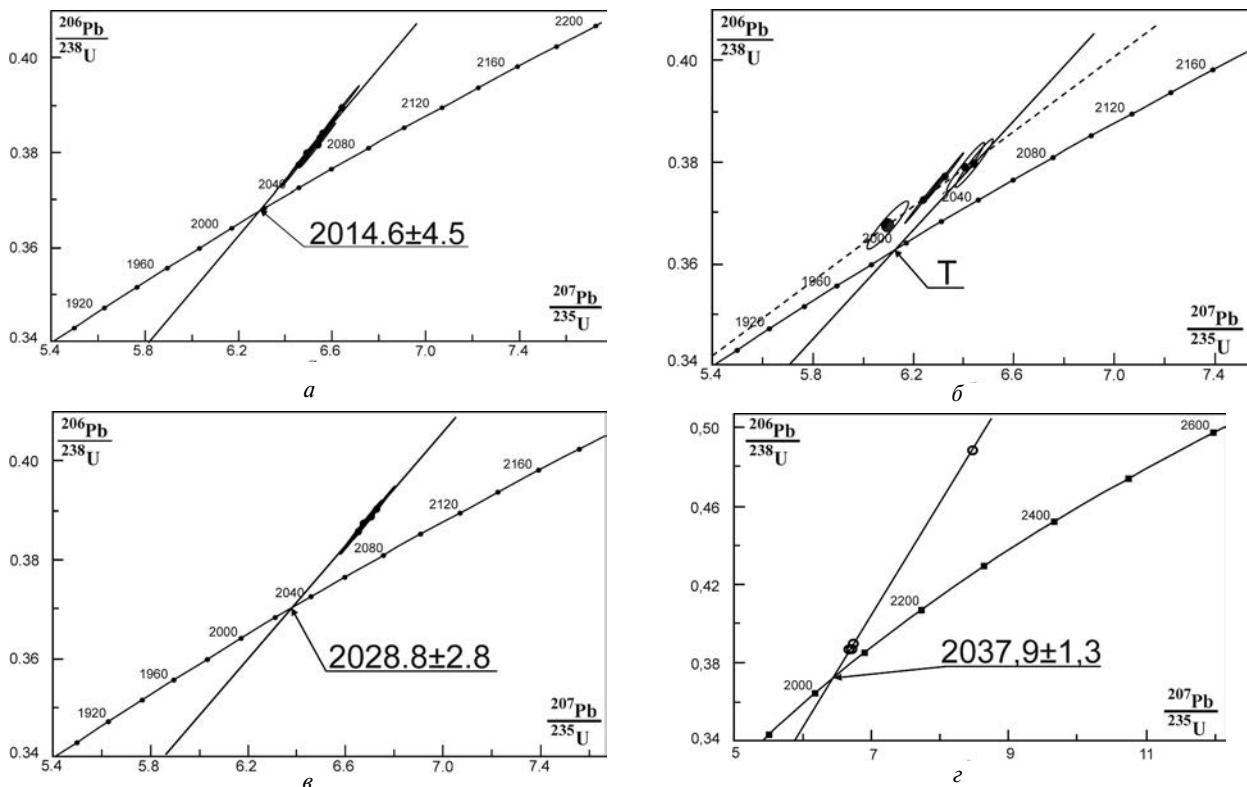


Рис. 4. Уран-свинцева діаграма з конкордією для монацитів із чарнокітоїдів: а – плагіочарнокіт, пр. 27/16; б – ендербітогнейс (діорит-чарнокіт), пр. 31/16 ( $T = 1998,9 \pm 3,1$  млн рр. – максимально можливий вік монациту); в – гранатовий ендербітогнейс (ендербіт) пр. 35/16; з – ендербітогнейс (огнейсований плагіочарнокіт), пр. 25/16

кристалів з поверхні частково озалізовані: різних розмірів і форми бурі плями займають від декількох до 40 % поверхні зерен. Час кристалізації монациту визначали за мультіззерновими наважками різних фракцій світло-жовтих прозорих і водяно-прозорих зерен цього мінералу. Результати визначення вмісту урану, свинцю та ізотопного складу свинцю наведені в табл. 3.

Фігуративні точки уран-свинцевих ізотопних відношень на діаграмі з конкордією лягають в одну точку (рис. 4, в), тому розрахувати вік монациту за перетином конкордії лінією регресії неможливо. Зважаючи на незначну дискордантність отриманих значень віку (3,9–4,8), (див. табл. 3), за вік монациту приймаємо середнє зважене значення віку за ізотопним відношенням  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ , що становить  $2028,8 \pm 2,8$  млн рр. (рис. 4, в).

*Ендербітогнейс* (огнейсований чарнокіт), пр. 25/16, с. Перегонівка, південна околиця, лівий беріг р. Ятрань, закинутий щебеневий кар'єр. Щільна порода темно-сірого забарвлення з окремими плямками чорного кольору. Мікротекстура масивна, нечітка гнейсоподібна.

Мікроструктура гетерогранобластова, ділянками порфіробластова, середньо-дрібнозерниста. Гетеробластез обумовлений великими, округлими, субідоморфними, видовженими лінзоподібними зернами кварцу розміром 1,5–3,2 мм, та дрібнішими зернами загальної маси (ПШ і кварц) 0,1–1,0 мм. Мінеральний склад, %: плагіоклаз – 45–50, калієвий польовий шпат – 20–25, кварц – 20–25, гіперстен – 3–5, біотит – 1–2. Акцесорні – циркон, апатит, монацит, графіт.

Монацит представлений світло-жовтими водяно-прозорими ізометричними та пампушкоподібними кристалами з сильно заокругленими контурами та гладенькою блискучою поверхнею. Для визначення віку кристали монациту були розділені на розмірні фракції скочуванням по похилій площині. Результати ізотопного датування мультіззернових наважок цих фракцій наведені в табл. 3.

За верхнім перетином конкордії лінією регресії, за даними табл. 3, отримано вік  $2037,9 \pm 1,3$  млн рр. (рис. 4, г), який ми і приймаємо за час кристалізації монациту, та  $-4 \pm 15$  млн рр., за нижнім, середній квадрат зважених відхилень 0,37.

**Обговорення результатів.** Отримані результати уран-свинцевого ізотопного датування монацитів із гранітів ( $2042,7 \pm 1,2$  та  $2036,2 \pm 4,7$  млн рр.) добре узгоджуються з віком гранітів, поширених південніше в басейні р. Південний Буг. Уран-свинцева ізотопна система монациту із катаклазо-

ваного пегматоїдного граніту (пр. 20/16) очевидно має складнішу за двостадійну історію розвитку, тому не може бути інтерпретована відповідно до моделі Аренса – Везеріла. Ця невідповідність може бути обумовлена декількома причинами. Найвірогідніше граніт був сформований по субстрату, що уже містив монацит, на якому як на затравках кристалізувався монацит, синпетрогенний граніту. Цілком можливо, що уран-свинцева ізотопна система монациту цього граніту була порушена в результаті накладання тектонічних деформацій, які супроводжувалися перекристалізацією дезінтегрованої речовини. Зазначимо, що монацити нетектонізованого граніту мають дещо вищий вік ( $2042,7 \pm 1,2$  млн рр.) ніж граніт (пр. 20/16), що підлягає тектонічним деформаціям ( $2036,2 \pm 4,7$  млн рр.), хоча в цілому їхній вік у межах похибки співпадає. Не була порушеною уран-свинцева ізотопна система монацитів катаклазованих гранітів кар'єру с. Широка Гребля, хоча кристали монацитів також значною мірою подрібнені [2].

Дещо несподіваними, молодшими, виявилися значення уран-свинцевого ізотопного віку монацитів із чарнокітоїдів. Найдавніший вік, близький до віку монацитів із гранітів, отримано для ендербітогнейсу (огнейсований плагіочарнокіт, пр. 25/16), розкритого кар'єром південніше с. Перегонівка ( $2037,9 \pm 1,3$  млн рр.). Для монацитів плагіочарнокіту (пр. 27/16) з масивною текстурою, розкритого тим самим кар'єром, отримано істотно менший вік ( $2014,6 \pm 4,7$  млн рр.), що в принципі логічно. Недеформований граніт також логічно міг сформуватися під час прояву деформації або після. Протириччя полягає в тому, що монацити із більш низькотемпературних біотитових гранітів є давнішими за високотемпературні гіперстеніві їхні відміни. Для Середнього Побужжя така ситуація не є новою. Так, монацити біотитового пегматоїдного граніту із Чаусівського кар'єру суттєво давніші ( $2039,7 \pm 0,4$  млн рр.) за циркон із ендербітів кар'єру Козачий Яр (с. Завалля,  $1992,7 \pm 2,1$  млн рр.), та близькі за віком до монациту із плагіочарнокіту Гайворонського кар'єру –  $2035,1 \pm 3,2$  млн рр. [7], що може бути пояснено різним часом підняття різних блоків.

Наймоладшими значеннями віку ( $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  від 1998,9 до 1962,4 млн рр., див. табл. 3) характеризуються монацити із ендербітогнейсу (діорит-чарнокіт, пр. 31/16). Розходження цифрових значень ізотопного віку, насамперед за найбільш достовірним відношенням  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ , найвірогідніше може бути обумовлене тектонічними дефор-

маціями. Не виключено відставання (більш пізній початок) кристалізації монациту в дрібних ксенолітах кристалосланців, присутніх у відібраній пробі, як це виявлено у більших тілах [8].

**Висновки.** 1. Укорінення жильних гранітів у породи дністровсько-бузької серії нижньої течії р. Ятрань (Ятранський блок), мало місце близько 2,04 млрд років тому, що співпадає з часом процесів гранітоутворення у породах цієї серії, розташованих південніше, у долині р. Південний Буг.

2. Менший вік монацитів більш високотемпературних гранітоїдів (чарнокітів) (2014,6 ±

± 4,5 млн рр. пр. 27/16) порівняно з віком монацитів біотитових гранітів (2040 млн рр.) можна пояснити пізнішою їх кристалізацією, обумовленою різними часом і швидкістю підйому блоків по зонах розломів.

3. Досить молоді та дискордантні значення віку (від 1960 до 1998,9 млн рр., за відношенням  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ) отримані для ендербітогнейсу (діорит-чарнокіту) пр. 31/16 обумовлені, можливо, порушенням їх ізотопної системи в результаті прояву тектонічних деформацій, або їх пізнішою кристалізацією, як це спостерігається в ксенолітах [8].

#### Література

1. Бартницкий Е.Н., Бибикина Е.В., Верхогляд В.М., Легкова Г.В., Скобелев В.М., Терец Г.Я. ИГМР-1 – Международный стандарт циркона для уран-свинцовых изотопных исследований. *Геохимия и рудообразование*. 1995. Вып. 21. С. 164–167.
2. Бондаренко С.М., Степанюк Л.М., Карли З.В., Сьомка В.О., Донський М.О., Сьомка Л.В. Хмельницький рудопрояв калій-уранової формації: мінералогія, геохімія, час формування. *Мінерал. журн.* 2015. 37, № 4. С. 106–122.
3. Гинтов, О.Б., Ентин В.А., Мычак С.В., Павлюк В.Н., Зюльсле В.В. Структурно-петрофизическая и тектонофизическая основа геологической карты кристаллического фундамента центральной части Голованевской шовной зоны Украинского щита. *Геофиз. журн.* 2016. 38, № 3. С. 3–28.
4. Гинтов О.Б., Шевчук В.В. Структурованість Українського щита та особливості ранньодокембрійського розломотворення на прикладі Голованівської шовної зони. Київ: НВП Інтерсервіс. 2017. 162 с.
5. Державна геологічна карта України. Масштаб 1 : 200 000. Геологічна карта і карта корисних копалин кристалічного фундаменту. Центральноукраїнська серія. Лист М-36-XXXI (Первомайськ). Київ, 2004.
6. Мычак С., Курило С., Муровська А. Структурные особенности кристаллического фундамента Голованевской шовной зоны в бассейне р. Ятрань по тектонофизическим данным. *Вісник КНУ «Геологія»*. 2018. №1 (80). С. 23–32.
7. Степанюк Л.М., Довбуш Т.І., Курило С.І., Лісна І.М. Фінальний етап гранітоїдного магматизму в Дністровсько-Бузькому мегаблочи Українського щита. *Геохімія та рудоутворення*. 2016. Вип. 36. С. 72–81.
8. Степанюк Л.М., Курило С.І., Сьомка В.О., Бондаренко С.М., Коваленко О.О., Довбуш Т.І., Висоцький О.Б. Особливості U-Pb ізотопних систем цирконів і монацитів асоціації граніт – «ksenolit»: петрологічні та геологічні наслідки. *Мінерал. журн.* 2017. 39, №1. С. 63–74.
9. Щербак І.Б. Петрографія докембрійських порід центральної частини Українського щита. Київ: Наук. думка, 1975. 278 с.
10. Щербак М.П. Артеменко Г.В., Бартницкий Е.Н., Верхогляд В.М., Комаристый А.А., Лесная И.М., Мицкевич Н.Ю., Пономаренко А.Н., Скобелев В.М., Щербак Д.Н. Геохронологическая шкала докембрия Украинского щита. Киев, Наук. думка, 1989. 144 с.
11. Krough T.E. A low 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.
12. Ludwig K.R. Pb Dat for MS-DOS, version 1.06. U.S. Geol. Survey Open-File Rept. 1989. № 88, 542. P. 40.
13. Ludwig K.R. ISOPLOT for MS-DOS, version 2.0. U.S. Geol. Survey Open-File Rept. 1990. № 88, 557. P. 38.

#### References,

1. Bartnitskiy, E.N., Bibikova, E.V., Verhoglyad, V.M., Legkova, G.V., Skobelev, V.M., Terets, G.Ya. (1995). International standard zircon for uranium-lead isotope research. *Geohimiya i rudoobrazovaniya*, vyp. 21. p.164-167 [in Russian].
2. Bondarenko, S.M., Stepanyuk, L.M., Karly, Z.V., Somka, V.O., Donskyj, M.O., Somka L.V. (2015). Khmelnitsky redesign of potassium-uranium formation: mineralogy, geochemistry, formation time. *Mineral. Journ.* 37, No 4. p.106-122 [in Ukrainian].
3. Gintov, O.B., Entin, V.A., Mychak, S.V., Pavlyuk, V.N., Zyultsle, V.V. (2016). Structural-petrophysical and tectonophysical basis of the geological map of the crystalline basement of the central part of the Golovanevsk suture zone of the Ukrainian shield. *Geophys. Journ.* 38, No 3. P. 3-28 [in Russian].
4. Gintov, O.B., Shevchuk, V.V. (2017). Structurality of the Ukrainian Shield and the peculiarities of the Early-Decembrist fracture on the example of the Golovanivsk suture zone. Kyiv. 162 p [in Ukrainian].
5. State geological map of Ukraine. Scale 1: 200,000. Geological map and map of minerals of the crystalline basement. Central-Orion series. Sheet M-36-XXXI (Pervomaysk). Kyiv. [in Ukrainian].
6. Mychak, S., Kurilo, S., Murovska, A. (2018). Structural features of the crystalline basement of the Golovanevsk suture zone in the basin of the r. Yatran on tectonophysical data. *Visnik GeologIya KNU*, No 1 (80). P. 23-32 [in Russian].
7. Stepanyuk, L.M., Dovbush, T.I., Kurylo, S.I., Lisna, I.M. (2016). The final stage of granitoid magmatism in the Dniester-Bug megablock of the Ukrainian shield. *Geohimiya ta rudoutvorenniya*. Vyp. 36. P. 72-81 [in Ukrainian].

- Stepanyuk, L.M., Kurylo, S.I., Somka, V.O., Bondarenko, S.M., Kovalenko, O.O., Dovbush, T.I., Vysoczkyj, O.B. (2017). Features of U-Pb isotope systems of zircon and monazite association of granite - «xenolith»: petrological and geological consequences. *Mineral. Journ.* **39**, No 1. P. 63-74 [in Ukrainian].
- Scherbakov, I.B. (1975). Petrography of precambrian rocks of the central part of the Ukrainian shield. Kyiv, Nauk. dumka, 278 p. [in Russian].
- Scherbak, M.P., Artemenko, G.V., Bartnitskiy, E.N., Verhoglyad, V.M., Komaristiy, A.A., Lesnaya, I.M., Mitskevich, N.Yu., Ponomarenko, A.N., Skobelev, V.M., Scherbak, D.N. (1989). Geochronological scale of the precambrian of the Ukrainian shield. Kyiv, Nauk. dumka, 144 p [in Russian].
- Krough, T.E. A low contamination method for hydrothermal decomposition of zircon and extraction of U and Pb for isotopic age determination. *Geochim. Cosmochim. Acta.* 1973. **37**, No 3. P. 485-494.
- Ludwig, K.R. (1989). Pb Dat for MS-DOS, version 1.06. U.S. Geol. Survey Open-File Rept. No. 88, 542. P. 40.
- Ludwig, K.R. (1990). ISOPLOT for MS-DOS, version 2.0. U.S. Geol. Survey Open-File Rept. No. 88, 557. P. 38.

*Степанюк Л.М., Курило С.И., Довбуш Т.И., Зюльцле О.В., Семка В.А., Бондаренко С.Н., Коваленко Н.А.*

*Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н.П. Семеновко НАН Украины*

*Гинтов О.Б., Мычак С.В.*

*Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины*

**Возраст монацита из кристаллических пород нижнего течения р. Ятрань (Днестровско-Бугский мегаблок Украинского щита) согласно уран-свинцовому методу**

Выполнено уран-свинцовое изотопное датирование по монациту кристаллических пород, распространенных в бортах долины реки р. Ятрань от с. Коржова до с. Покотилово. Определен возраст монацитов двуполевошпатовых гранитов, млн лет: неизменный гранит (с. Давидовка) –  $2042,7 \pm 1,2$ , тектонизированный гранит (с. Коржова) –  $2036,2 \pm 4,7$ . Уран-свинцовая изотопная система монацита тектонизированного пегматоидного гранита (с. Дубова) более сложная, чем двустадийная, что вероятно обусловлено нарушением закрытости изотопной системы в результате наложения тектонических деформаций. Максимально возможным возрастом монацита можно считать наибольшее из значений (2019,3 млн л.), рассчитанных по отношению  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ . Неожиданно меньшие значения возраста получены для монацитов из чарнокитоидов, млн л.: плагиоچارнокит и эндербитогнейс (огнейсованный чарнокит), (с. Перегоновка, карьер) –  $2014,6 \pm 4,5$  и  $2037,9 \pm 1,3$ , соответственно, гранатовый эндербитогнейс (гранатовый эндербит), с. Покотилово,  $2028,8 \pm 2,8$ . Как и в случае катаклазированного пегматоидного гранита (с. Дубова), уран-свинцовая изотопная система монацита эндербитогнейса (диорит-чарнокит), с. Лебединка более сложная, чем двустадийная. Максимально возможным возрастом этого монацита можно считать наибольшее из значений (1998,9 млн л.), рассчитанных по отношению  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ , что вероятнее всего обусловлено тектоническими деформациями. Не исключено отставание (более позднее начало) кристаллизации монацита в мелких ксенолитах кристаллосланцев, присутствующих в отобранной пробе.

*Ключевые слова:* Ятранский блок, монацит, уран-свинцовый изотопный возраст, гранит, чарнокитоиды.

*Stepanyuk L.M., Kurylo S.I., Dovbush T.I., Ziultsle O.V., Syomka V.A., Bondarenko S.N., Kovalenko N.A.*

*M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the National Academy of Sciences of Ukraine*

*Gintov O.B., Mychak S.V.*

*S.I. Subbotin Institute of Geophysics of the National Academy of Science of Ukraine*

**Uranine-Lead Age on the Monacite of the Crystal Rocks of the Lower Plant r. Yatran (the Yatran Unit of the Dnister-Bug Megablock Ukrainian Shield)**

Uranium-lead isotopic dating is carried out on monazite of crystalline rocks outcropped along sides of the Yatran river valley, from Korzhova to Pokotilovo villages. The monazites of bifeldspar granites show the ages of  $2042.7 \pm 1.2$  Ma for non-altered granite (Davidovka village) and  $2036.2 \pm 4.7$  Ma for tectonized granite (Korzhov village). The uranium-lead isotopic system of monazite of tectonized pegmatitic granite (Dubov village) is more complex than two-stage. It is possibly caused by disturbance of isotopic system closeness due to superposition of tectonic deformations. The largest value (2019.3 Ma) calculated on the  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  ratio might be treated as the maximum possible age of monazite. Unexpectedly smaller values of age are obtained for monazites of charnockitoids. These are  $2014.6 \pm 4.5$  Ma for plagiocharnokite and  $2037.9 \pm 1.3$  Ma for enderbitegneiss (gneissic charnokite) of Peregonovka village (open pit) as well as  $2028.8 \pm 2.8$  Ma for garnet-bearing enderbitegneiss (garnet-bearing enderbite) of Pokotilovo village. Likewise the cataclized pegmatitic granite (Dubov village) uranium-lead isotopic system of monazite of enderbitegneiss (diорite-charnokite) of Lebedinka village is more complex than two-stage. The largest value (1998.9 Ma) calculated on  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  ration might be treated as the maximum possible age of this monazite. It is most likely caused by tectonic deformations. Some delay (more later start) of monazite crystallization in small xenoliths of crystalloschists which are present in the sample is not improbable.

*Keywords:* Yatran block, monazite, uranium-lead isotopic age, granite, charnockitoids.

Надійшла 19.09.2018.