

УДК 550.93

Л.М. Степанюк, Т.І. Довбуш,
С.І. Курило, О.В. Зюльцле, Т.Б. Яськевич

Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення
ім. М.П. Семененка НАН України
03680, м. Київ-142, Україна, пр-т Акад. Палладіна, 34
E-mail: stepaniuk@nas.gov.ua, kurylo.sergiy@gmail.com

УРАН-СВИНЦЕВИЙ ВІК МОНАЦИТІВ БІОТИТОВИХ ГНЕЙСІВ СЕРЕДЬНОГО ПОБУЖЖЯ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

Біотитові і гранат-біотитові гнейси значно поширені в долині р. Пд. Буг від м. Гайворон до м. Первомайськ. Вони описані в розрізах бузької серії, тиврівської, зеленолевадівської товщ дністровсько-бузької серії, де їх вважають стратигенними утвореннями. За нашими спостереженнями, більшість біотитових і гранат-біотитових гнейсів утворилась у результаті структурно-метаморфічних перетворень піроксенових плагіогнейсів і ендербіто-гнейсів, які супроводжувалися кремній-калієвим метасоматозом. Класичним уран-свинцевим ізотопним методом датовано монацит із біотитового гнейсу (метасоматит), який у вигляді пластоподібного тіла залягає серед ендербіто-гнейсів у північному борту східної частини Кошаро-Олександрівського кар'єру. Вік монациту — $2026,5 \pm 2,6$ млн рр. У правому борту р. Пд. Буг в районі с. Зелена Левада поширені різною мірою калішпатизовані та мігматизовані біотитові плагіогнейси, часто гіперстенвмісні, серед яких трапляються невеликі тіла гранітів. Монацит у слабко калішпатизованому плагіогнейсі кристалізувався $2031,5 \pm 6,7$ млн рр. тому, практично одночасно з утворенням монациту в граніті — $2029,3 \pm 2,1$ млн рр. тому. Вік плагіогнейсу св. 6546, інт. 203—349 м, родовище Майське, визначали за "дорогоцінним" цирконом і за монацитом. Кристали "дорогоцінного" циркону кристалізувалися 2918 ± 7 млн рр. тому в результаті структурно-метаморфічного перетворення порід в *PT*-умовах гранулітової фації. Монацит кристалізувався значно пізніше "дорогоцінного" циркону — $1979,4 \pm 1,7$ млн рр. тому. Таким чином, біотитові гнейси Середнього Побужжя, які нині помилково відносять до стратифікованих утворень, були сформовані в палеопротерозої $2,03\text{—}1,98$ млрд рр. тому, у результаті структурно-метаморфічних перетворень плагіогнейсів (ендербіто-гнейсів), що супроводжувалися процесами кремній-калієвого метасоматозу.

Ключові слова: біотитовий гнейс, ізотопний вік, монацит, метасоматоз, Середнє Побужжя.

Вступ. Біотитові і гранат-біотитові гнейси значно поширені в долині р. Південний Буг від м. Гайворон до м. Первомайськ. Практично повсюдно їх відносять до стратигенних утворень, але до різних світ (формацій) [2, 4—7, 9, 10]. Окрім сальківської світи їх описано у складі зеленолевадівської (лейкогранулітова формація) та кошаро-олександрівської товщ. Пізніше було показано [8], що біотитові й гранат-біотитові гнейси, поширені в лівому борту долини р. Пд. Буг, між кар'єром і відслоненнями кварцитів (район с. Кошаро-Олександрівка), є продуктами кремній-калієвого метасоматозу. Висловлено припущення про таку ж природу гнейсів, поширених на правому березі р. Пд.

Буг у районі с. Зелена Левада, де власне і знаходиться один із стратотипів однойменної товщі.

Об'єкти та методи досліджень. Для з'ясування часу формування гнейсів нами вивчено уран-свинцеві ізотопні системи різних мультизернових фракцій монациту, виділеного із біотитового гнейсу (метасоматит), відібраного в північному борту східної частини Кошаро-Олександрівського кар'єру (пр. СП-8-18), із калішпатизованого плагіогнейсу та граніту, поширених у правому борту долини р. Пд. Буг, район с. Зелена Левада (пр. СП-23-1 та СП-23-6) — стратотиповий розріз зеленолевадівської товщі [5, 10] (формація біотитових і гранат-біотитових гнейсів [6, 10], або лейкогранулітова формація [2, 4] та циркон і монацит із плагіогнейсу св. 6546, інт. 203—349 м, родовище Майське (пр. Гн-2).

© Л.М. СТЕПАНЮК, Т.І. ДОВБУШ, С.І. КУРИЛО,
О.В. ЗЮЛЬЦЛЕ, Т.Б. ЯСЬКЕВИЧ, 2017

Монацити датовано за допомогою класичного уран-свинцевого ізотопного методу у відділі радіогеохронології Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення (ІГМР) ім. М.П. Семененка НАН України. Методику хімічної підготовки, за якою готувалися зразки монацитів для мас-спектрометричного аналізу, описано в роботах [3, 11]. Для визначення вмісту урану і свинцю використано змішаний $^{235}\text{U} + ^{206}\text{Pb}$ трасер. Хімічна підготовка цирконів для мас-спектрометричного аналізу відрізнялась від такої щодо монацитів використанням змішаного $^{235}\text{U} + ^{208}\text{Pb}$ трасера.

Ізотопні дослідження свинцю та урану виконано на восьмиколекторному мас-спектрометрі MI-1201 АТ в мультиколекторному статичному режимі; математична обробка експериментальних даних — з використанням програм *Pb Dat* і *ISOPLOT* [12, 13]. Похибки визначення віку наведено за 2σ . Для перевірки метрологічних характеристик методу використано стандарт циркону ІГМР-1 [1].

Результати та їх інтерпретація. *Біотитовий плагіогнейс, зеленолевадівська товща*, пр. Гн-2, св. 6546, інт. 203—349 м*, золоторудне родовище Майське. Плагіогнейс — темно-сіра до чорної, сланцювата, а на деяких ділянках керна смугаста порода, має досить витриманий мінеральний склад, але різні співвідношення між мінералами у різних інтервалах керна. Складена дрібними (0,4—1,5 мм) ізометричними і овальними зернами плагіоклазу, що інколи нагадують "вічка", оточені біотитом, часто з рясною вкрапленістю магнетиту і гранульованим кварцом. У деяких випадках "вічка" складені біотит-плагіоклазовими, кварц-біотит-або кварц-плагіоклазовими агрегатами. Біотит дрібно-середньолускуватий (0,2—1 мм) утворює скупчення у проміжках між зернами плагіоклазу, інколи формує "дворики розтягання" біля зерен-"вічок" плагіоклазу.

У гнейсі трапляються нечітко обмежені зони бластокатаклазу, в яких біотит перетертий і гранульований у тонколускуватий (0,01—0,1 мм) агрегат, іноді в асоціації з тонкозернистим кварцом.

Наявна незначна кількість епідоту, калішпату, карбонату, хлориту, магнетиту, піриту, апатиту, циркону, монациту. Структура лепідогра-

но-, гіпідіобластова, на окремих ділянках бластомілонітова. Текстура неясносланцювата.

Хімічний склад, ваг. %: SiO_2 — 67,87, TiO_2 — 0,68, Al_2O_3 — 13,13, Fe_2O_3 — 2,83, FeO — 3,43, MnO — 0,07, MgO — 2,23, CaO — 3,93, Na_2O — 3,59, K_2O — 1,25, P_2O_5 — 0,21, S — <0,02, H_2O — <0,01, в. п. п. — 0,56, сума — 99,78.

Плагіоклаз (андезин) — 40—45% (0,4—1,2 мм), часто полісинтетичні двійники, недеформовані — таблитчасті, субтаблитчасті зерна.

Кварц — 10—30 %, у плагіоклаз-кварцових сегрегаціях до 50 %, утворює агрегати гранульованих зерен (0,05—0,3 мм) неправильної форми, що хвилясто загасають і виповняють проміжки між зернами плагіоклазу. У плагіоклаз-кварцових лінзах є ксенобласти кварцу — 0,1—2,0 мм.

Біотит — 15—40 %, зеленкувато-бурого кольору, від світло-жовтого по *Np* до темного зеленкувато-бурого по *Ng*. Зрідка хлоритизований. Досить часто містить включення магнетиту, зрідка трапляються апатит, монацит і циркон.

Апатит (близько 1 %) утворює ідіоморфні стовпчасті кристали, просторово пов'язані в основному з плагіоклазом.

Епідот — близько 3 % і карбонат — близько 1 %, просторово пов'язані з зонками бластомілонізації, утворюють агрегати навколо рудних мінералів. Епідот зрідка трапляється у самостійних виділеннях в скупченнях біотиту, а карбонат — виповнює дрібні прожилки.

Серед кристалів циркону спостерігаються три різновиди.

Перший (понад 97 %) — бурувато-рожеві, світло-, сірувато-бурі, переважно тріщинуваті кристали з широким діапазоном видовження — від ізометричних до видовжено-призматичних ($K_{\text{вид}}$ від 1 до 3, зрідка до 5, найбільш поширені 1,5—2,5). Ограничення розвинене слабо, вершинки, ребра і навіть грані заокруглені, що обумовлює ізометричний та еліпсоподібний їх контур. Навіть у кристалах з $K_{\text{вид}} > 2$ вершинки і грані призматичного поясу повністю заокруглені і лише зрідка помітні окремі грані. Найчастіше це грані призми. На зламах бурих напівпрозорих кристалів відмічено ядра світло-рожевого, рожевого циркону. У великих кристалах наявні включення та зростання з біотитом і сульфідами.

Другий ("дорогоцінний") — близько 3 % — рожеві, світло-рожеві, найчастіше призматичні ($K_{\text{вид}}$ від 2 до 2,5, зрідка більше), рідше —

* Із зазначеного інтервалу було вилучено ділянки керна, складені кристалосланцями та плагіомігматитами.

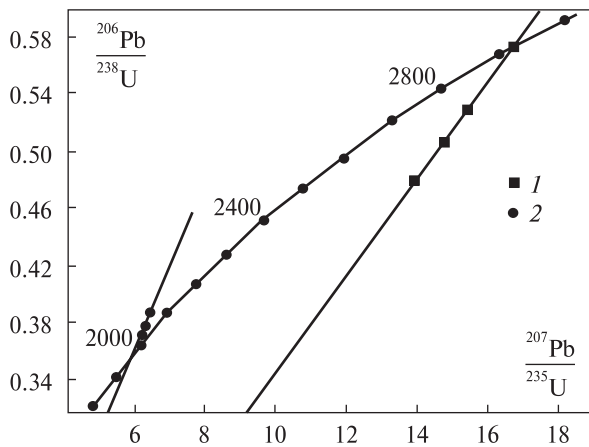


Рис. 1. U-Pb діаграма з конкордією для циркону (1) та монациту (2) із біотитового плагіогнейсу, пр. Гн-2, родовище Майське, св. 6546, інт. 203–349 м. Вік "дорогоцінного" циркону — 2918 ± 7 , монациту — $1979,4 \pm 1,7$ млн рр.

Fig. 1. U-Pb diagram with concordia for zircon (1) and monazite (2) from biotite plagiogneiss, sample Гн-2, Mayske deposit, borehole 6546, int. 203–349 m. Age of "precious" zircon — 2918 ± 7 , monazite — 1979.4 ± 1.7 Ma

ізометричні, та еліпсоподібні ($K_{\text{вид}}$ від 1 до 2) водяно-прозорі, слабо тріщинуваті зерна з алмазним блиском. Поверхня кристалів заокруглена, і лише в поодиноких помітні окремі дуже дрібні грані. Навіть у кристалів із видовженням >2 ребра та вершинки заокруглені, лише зрідка фіксуються грані призматичного поясу і біпірамід (тупої і гострої).

Третій — світло-коричневі, коричневі (більші), в основному сильно тріщинуваті напівпрозорі кристали призматичного габітусу, також мають заокруглені контури. Цей різновид кристалів трапляється, головним чином, в електромагнітній фракції, але і у ній їх вміст менше 1 %.

У зрізах кристали першого різновиду мають складну будову. На тріщинуваті ядра зі світло-рожевого, в основному однорідного циркону, що характеризується високими кольорами інтерференції, нарастають оболонки (пізня генерація) слабо каламутного циркону з нижчими кольорами інтерференції. Зафіксовано ядра декількох типів, які можна умовно об'єднати у чотири основні:

- складні, центральні ділянки яких мають зональну будову, а периферійні — неяснозональну або незональну;
- видовженопризматичні, однорідні;
- однорідні короткопризматичні, ізометричні;
- уламки зерен.

Співвідношення, що спостерігаються між об'ємом ядер та оболонок, змінюються в широких межах. Найчастіше об'єм ядер (90–95 %) помітно переважає над об'ємом оболонок (5–10 %), трапляються й кристали, в яких циркон "оболонок" охоплює не весь кристал, а нарастає лише на вершинках. У незначній кількості кристалів об'єм оболонок і ядер приблизно однаковий і лише поодинокі кристали представлені цирконом другої (циркон оболонок) генерації, в яких ядра зовсім відсутні.

У шліфах кристали циркону першого різновиду просторово приурочені переважно до зонк бластомілонізації. Характерно, що в зонках інтенсивного бластокатаклазу (подрібнені усі мінерали, в тому числі і біотит, а потужність їх становить 10–20 мк), циркон взагалі відсутній або трапляється дуже рідко і найбільше поширений у зонках оперення і слабо проявлених деформацій.

"Дорогоцінний" різновид кристалів представлений винятково цирконом однієї (ранньої) генерації, наростання циркону другої генерації (оболонки) в них практично відсутні. У зрізах цей циркон має високе двозаломлення і високу прозорість. Кристали однорідні або з неясно проявленою зональністю, інколи містять прозорі включення паличкоподібної чи неправильної амебоподібної форми. Досить частими є ізометричні, темні непрозорі включення. У шліфах ізометричні однорідні зерна з високими кольорами інтерференції відмічаються, в основному, всередині зерен кварцу та таблитчастих, часто полісинтетично здвійникованих, зерен плагіоклазу.

У зрізах кристали коричневого циркону (третій різновид) характеризуються помітною неоднорідністю та досить низьким інтерференційним забарвленням, що, мабуть, обумовлено процесами метаміктного розпаду. В деяких зернах виявлено тонкі оболонки (декілька відсотків від об'єму кристалів) світлого циркону.

На жаль, із отриманих даних надійно встановити послідовність кристалізації циркону ядер важко. Можна лише припустити, що однорідний (азональний) циркон ("дорогоцінний") є пізнішим утворенням, порівняно із зональним, оскільки утворює наростання на ньому. Встановити відносний час кристалізації коричневого ізотропізованого циркону (ядра в кристалах третього різновиду циркону) неможливо, оскільки нам не вдалося виявити співвідношення його з іншими типами цирко-

ну ядер. Припускаємо, що коричневий циркон поширений виключно в кристалосланцях, які ми намагалися вилучити з керна під час відбору проб на ізотопний вік. В іншому випадку ми повинні були б спостерігати наростання коричневого циркону на зональний чи азональний, якщо він молодший, або, навпаки, найдревніший.

Для ізотопного датування під бінокелем відібрали тільки ізометричні та еліпсоподібні ($K_{\text{вид}} 1,0-1,5$) світло-рожеві, водяно-прозорі не тріщинуваті кристали з алмазним блиском ("дорогоцінний" циркон). Результати визначення вмісту урану та свинцю методом ізотопного розбавлення та ізотопного складу свинцю наведено в табл. 1. Вік "дорогоцінного" циркону, за верхнім перетином конкордії дискордією, розрахованою за наведеними в табл. 1 аналітичними даними, становить $2918 \pm \pm 7$ млн рр. (рис. 1), який, на нашу думку, характеризує час прояву структурно-метаморфічних перетворень у плагіогнейсі за *PT* умов гранулітової фації.

Монацити представлені, головним чином, ізометричними, зрідка таблитчасто-сплюсненими рожево-жовтими з зеленкуватим відтінком прозорими зернами. Досить часто трапляються напівпрозорі зерна, які мають брудно-, сірувато-буре забарвлення, та червонувато-бурі кристали з кірочками гідрооксидів заліза. Поверхня кристалів монациту рівна, блискуча, хоча трапляються зерна з шагреневою поверх-

нею. Елементи огранення практично відсутні, контури кристалів заокруглені, дуже рідко на їхній поверхні помітні окремі грані.

Відмічено вростки і зростання монациту з біотитом та піритом. Поодинокі кристали розбиті тріщинками, є й уламки кристалів. У шліфах великі зерна монациту, як правило, просторово пов'язані з мікрозонками бластомілонізації, часто зрощені з рудними мінералами, які заповнили тріщинки.

Для визначення віку відібрано прозорі ізометричні зерна без включень. Результати їх уран-свинцевого аналітичного дослідження наведено у табл. 1. Час кристалізації монациту визначається верхнім перетином конкордії лінією регресії, розрахованою за наведеними у табл. 1 даними, і яка відповідає віку $1979,4 \pm \pm 1,7$ млн рр. (див. рис. 1). Отриманий вік, вірогідно, відповідає часу прояву процесів бластомілонізації, що супроводжувалися незначною калішпатизацією плагіогнейсу.

Плагіогнейс біотитовий, зеленолевадівська товща, пр. СП-23-1, правий беріг р. Пд. Буг, с. Зелена Левада. Біотитовий плагіогнейс рожево-сірого кольору слабко калішпатизований і мігматизований, складений (об. %): плагіоклазом — 50—55 кварцом — 30—33, біотитом — близько 10, калієвим польовим шпатом — 2—4. Із акцесорних мінералів присутні сфен, апатит, циркон, ортит (релікти) і монацит.

Структура гомео-, лепідогранобластова, дрібнозерниста з середнім розміром зерен 0,2—

Таблиця 1. Вміст урану, свинцю та ізотопний склад свинцю в цирконах і монацитах із плагіогнейсу, пр. Гн-2, родовище Майське

Table 1. The content of uranium, lead and isotopic composition of lead in zircons and monazites from plagiogneiss, sample Гн-2, Mayske deposit

Fraction	Content, ppm		Isotope ratio					Age, Ma		
	U	Pb	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{207}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{208}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}_r}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}_r}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}_r}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}_r}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}_r}{^{206}\text{Pb}_r}$
Zrc >0.1	296.5	161.2	30 120	4.7185	8.9688	0.47731	13.936	2516	2745	2919.0
Zrc >0.1	186.6	111.5	28 570	4.7171	8.9695	0.52448	15.316	2718	2835	2919.4
Zrc >0.1	287.1	188.0	21 505	4.7177	8.6133	0.57267	16.711	2919	2918	2918.1
Zrc 0.1—0.071	350.9	200.6	17 170	4.7206	10.205	0.50673	14.768	2643	2800	2916.1
Mnz 0.1—0.071	1835	4486	3480	7.9718	0.1579	0.37608	6.3127	2058	2020	1981.9
Mnz <0.071	1252	3153	1660	7.7190	0.1511	0.37114	6.2254	2035	2008	1980.6
Mnz >0.1	1301	3291	2380	7.8603	0.1560	0.38441	6.4531	2097	2040	1982.0

Примітка. Поправка на звичайний свинець уведена за Стейсі та Крамерсом: в цирконах на вік 2900 млн рр., в монацитах — 2000 млн рр. Zrc — циркон "дорогоцінний", Mnz — монацит. Pb_r — радіогенний свинець (тут і у табл. 2—4).

Note. Correction for the common lead is entered according to Stacey and Kramers: for the age zircons of 2900 Ma, for monazites — 2000 Ma. Zrc — "precious" zircon, Mnz — monazite. Pb_r — radiogenic lead (here and in Tables 2—4).

0,8 мм і окремими зернами кварцу до 2,0 мм. Текстура сланцювата, гнейсоподібна.

Хімічний склад, ваг. %: SiO_2 — 72,48, TiO_2 — 0,33, Al_2O_3 — 13,92, Fe_2O_3 — 0,95, FeO — 2,15, MnO — 0,02, MgO — 1,06, CaO — 2,58, Na_2O — 4,41, K_2O — 1,12, P_2O_5 — 0,06, S — 0,04, H_2O — 0,15, в. п. п. — 0,28, сума — 99,55.

Плагіоклаз утворює ідіо-, зрідка ксеноморфні слабо серицитизовані зерна розміром 0,2—0,8 мм. Тонкі полісинтетичні двійники проявлені слабо та виявлені лише в поодиноких зернах. Зрідка містить дрібні включення округлого кварцу.

Кварц спостерігається в зернах амебоподібної, округлої, лінзоподібної форми, розміром 0,2—0,7 мм, окремі — до 2 мм. Зазвичай зерна різною мірою деформовані, мають помітне блочно-хвилясте загасання.

Біотит переважно у вигляді ідіоморфних лусок розміром 0,1—0,6 мм має коричневе забарвлення з різким плеохроїзмом: *Ng* — зеленувато-коричнєве; *Nr* — світло-жовтий.

Мікроклін представлений ксеноморфними зернами розміром 0,1—0,4 мм, які нерівномірно розміщені в породі. Мікроклінова гратка недосконала, проявлена лише в окремих зернах. Зрідка зерна мікрокліну містять дрібні черв'якоподібні пертити.

Сфен утворює поодинокі видовжено-призматичні зерна розміром 0,1—0,3 мм. Приурочений до реліктів ортиту, зрідка до зерен біотиту, трапляється в окремих зернах. Має світло-коричнєве забарвлення, на периферії озалізнений.

Ортит трапляється у вигляді поодиноких овалоподібних зерен розміром 0,1—0,3 мм, за-

звичай майже повністю заміщений хлоритом та оксидами заліза.

Монацити утворюють світло-жовті, жовті прозорі зерна з поступовими переходами до коричнювато-жовтих напівпрозорих. Кристали пампушко-, зрідка еліпсоподібної форми з незначним видовженням (1,5—2). Поверхня зерен рівна, блискуча, з численними нерівностями у вигляді ямок — відбитків мінералів-сусідів. Після обробки слабким розчином HCl на деяких кристалах з'явилися білі присипки. У шліфах зерна монациту переважно знаходяться на міжзернових границях, зрідка включені у плагіоклаз.

Оскільки для усіх фракцій монациту отримано конкордантні значення віку (дискордантність не перевищує 0,4 %, табл. 2), за вік монациту ми беремо середньозважене (за співвідношенням $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$) значення віку, що становить $2031,5 \pm 6,7$ млн рр. (рис. 2) і відповідає часу прояву процесу мікроклінізації.

Практично такий же вік нами отримано для монацитів із біотитового граніту (пр. СП-23-6), який у вигляді лінзоподібного тіла залягає серед біотитових гнейсів (приблизно 60 м на південний схід від плагіогнейсу, пр. СП-23-1).

Граніт біотитовий, слабо катаклазований, пр. СП-23-6, правий беріг р. Пд. Буг, район с. Зелена Левада; складає лінзоподібне тіло серед мігматизованих рожевих біотитових гнейсів, що спостережені у відслоненні, розміри якого не перевищують 3×5 м.

Мінеральний склад, %: мікроклін — 40—45, плагіоклаз — 30—34; кварц — 15—20, другорядні — біотит — близько 5, сфен — близько 1;

Таблиця 2. Вміст урану, свинцю та ізотопний склад свинцю в монацитах із гнейсу зеленолевадівської товщі, пр. СП-23-1, с. Зелена Левада

Table 2. The content of uranium, lead and isotopic composition of lead in monazites from gneiss of Zelena Levada rock mass, sample СП-23-1, Zelena Levada village

Fraction	Content, ppm		Isotope ratio					Age, Ma			Discordant, %
	U	Pb	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{207}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{208}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}_r}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}_r}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}_r}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}_r}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}_r}{^{206}\text{Pb}_r}$	
L-Y, Trp	14 689	11 475	120 500	8.0006	0.75924	0.36986	6.3748	2029	2029	2028.9	0.0
1	10 915	9 814	22 370	7.9504	0.59556	0.37019	6.3962	2030	2032	2033.2	0.1
2	10 684	10 081	22 480	7.9466	0.54867	0.36947	6.3870	2027	2030	2034.1	0.4
3	11 515	10 358	32 570	7.9770	0.59577	0.37059	6.3912	2032	2031	2029.9	-0.1

Примітка. Поправка на звичайний свинець уведена за Стейсі та Крамерсом на вік 2030 млн рр. L-Y — світло-жовті, Trp — прозорі; 1—3 — розмірні фракції жовтих, коричнювато-жовтих напівпрозорих, досить крупних (>0,1 мм) кристалів.

Note. Correction for the common lead is entered according to Stacey and Kramers for the age of 2030 Ma. L-Y — light yellow, Trp — transparent; 1—3 — size fractions yellow, brownish-yellow semitranslucent, large enough (>0.1 mm) crystals.

акцесорні — циркон, монацит; вторинні — хлорит по біотиту, серицит і кальцит по плагіоклазу.

Структура неоднорідна, середньо-крупно-, алотріоморфнозерниста. Неоднорідність спричинена наявністю великих зерен мікрокліну та поодиноких зерен плагіоклазу (3,8—7 мм) і дрібніших зерен польових шпатів, кварцу та біотиту (1—3 мм), втиснутих між виділеннями мікрокліну.

Чітко проявлені елементи тектонобластичної структури — тонкі рекристалізаційні смужки — трапляються переважно серед середньозернистої маси, рідше — у великих зернах мікрокліну. Відмічено сильне розтріскування та часткова рекристалізація зерен кварцу, а також слабо проявлене хвилясто-блочне згасання польових шпатів.

Хімічний склад, ваг. %: SiO_2 — 70,30, TiO_2 — 0,11, Al_2O_3 — 14,69, Fe_2O_3 — 0,28, FeO — 1,43, MnO — 0,01, MgO — 0,57, CaO — 0,98, Na_2O — 2,88, K_2O — 7,77, P_2O_5 — 0,03, S — <0,02, H_2O — 0,19, в. п. п. — 0,30, сума — 99,54.

Мікроклін у великих виділеннях має заокруглену форму, розмір — 0,8—7,0 мм. Мікроклінова ґратка середньої досконалості, клітково-снопоподібна. Пертити дрібні, дископодібні трапляються рідко, як і великі недосконалі крапельні пертити. Містить включення таблитчастого плагіоклазу, округлого кварцу та луски біотиту (0,1—0,3 мм). Деякі зерна слабо рекристалізовані, зазвичай на границях.

Мікроклін (0,7—3 мм) між великими зернами має неправильну форму, мікроклінова ґратка подібна до крупних зерен. Пертити дрібні, дископодібні.

Плагіоклаз (№ 10-15) утворює таблитчасті та ксеноморфні зерна 0,9—2,8 мм, зрідка до 4 мм, які мають переважно нечітко проявлені полісинтетичні двійники. Зерна помітно серицитизовані, подеколи дуже сильно, часом по них розвивається кальцит.

Біотит представлений дрібними лусками, іноді з розщепленими краями розміром 0,2—0,7 мм. Має коричневе забарвлення з чітким плеохроїзмом: *Ng* — темно-коричневий; *Nm* — коричневий; *Np* — світло-жовтий. Поодинокі зерна значно хлоритизовані. За спайністю інколи розвивається мусковіт.

Кварц у вигляді округлих або лінзоподібних зерен (0,5—3 мм), розташований між великими зернами мікроклінів. Має добре виражені блочне та хвилясте згасання, часто розтрісканий та помітно рекристалізований.

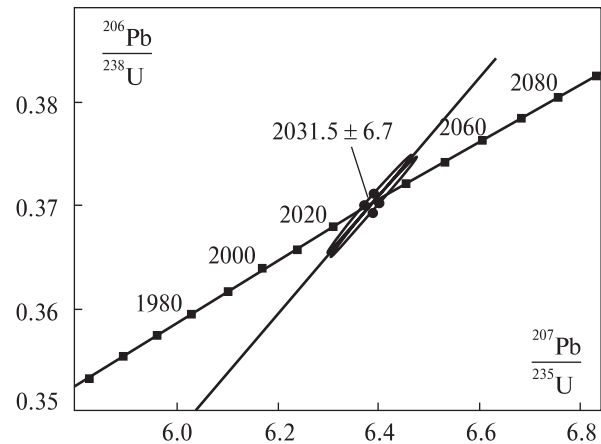


Рис. 2. U-Pb діаграма з конкордією для монацитів із біотитового плагіогнейсу "зеленолевадівської товщі", пр. СП-23-1, правий беріг р. Пд. Буг, район с. Зелена Левада

Fig. 2. U-Pb diagram with concordia for monazites from biotite plagiogneiss of "Zelena Levada rock mass", sample СП-23-1, right side of South Bug river, area of Zelena Levada village

Сфен має світло-коричнєве забарвлення, кристали ідіоморфні (0,2—0,4 мм) у загальній масі або включені у плагіоклаз.

Циркон забарвлений у коричневих тонах, зазвичай кристали призматичної, зрідка округлої форми, трапляється як включення у польових шпатах та біотиті, або на міжзернових границях.

Спостережено широку гаму кольорів кристалів монациту: від світло-жовтих прозорих до коричнювато-жовтих напівпрозорих. Кристали пампушко- та дископодібні (з добре розвиненим пінакоїдом), мають рівну блискучу поверхню, деякі коричнювато-жовті зерна — дрібноямчасту (шагреневу) поверхню. У шліфах монацит переважно приурочений до інтерстицій.

Час кристалізації монациту, розрахований за верхнім перетином конкордії ізохроною, побудованою для розмірних фракцій його кристалів (табл. 3), складає $2030,3 \pm 1,7$ млн рр. (рис. 3) та середньозважене значення віку, за співвідношенням $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ — $2029,3 \pm 2,1$ млн рр. (табл. 3). Цей вік практично співпадає з датою, отриманою для монациту із мікроклінізованого плагіогнейсу і характеризує час палінгенно-анатектичної переробки гнейсів зеленолевадівської товщі, яка відбувалась на фоні процесів калішпатизації.

Гнейс біотитовий світло-рожевий, пр. СП-8-18. У східній частині (північний борт кар'єру) простежуються декілька зон (перші метри) ка-

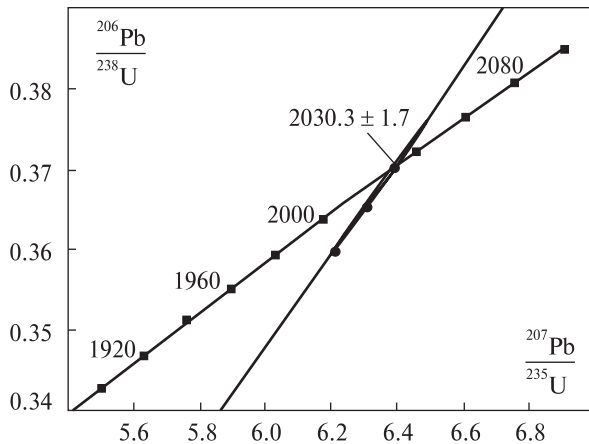


Рис. 3. Уран-свинцева діаграма з конкордією для монацитів із граніту, пр. СП-23-6, правий беріг р. Пд. Буг, район с. Зелена Левада

Fig. 3. The uranium-lead diagram with concordia for monazites from granite, sample СП-23-6, right side of South Bug river, district Zelena Levada village

лішпатизації, що проявляються нерівномірним, у вигляді струменів, розміщенням дрібнозернистих порід (гнейсів) рожевого кольору на фоні ендербіто-гнейсів, забарвлених у сіривато-зелених тонах. Наявність значної кількості (більше 10 %) калішпату в метасоматитах підтверджено вивченням шліфів. За 50 м до східного краю кар'єру розміщена найпотужніша (близько 10 м) зона, з якої і було відібрано пр. СП-8-18.

Гнейс складений, об. %: кварцом — 30—35, плагіоклазом — 30—35, калієвим польовим шпатом — 25—30, біотитом — 3—5. Із акцесорних мінералів присутні апатит, монацит і циркон, ортит (релікти).

Структура гомеогранобластова, дрібно-середньозерниста з середнім розміром зерен

0,5—1,4 мм, окремі зерна плагіоклазу до 1,8 мм. Текстура гнейсоподібна.

Хімічний склад, ваг. %: SiO_2 — 74,01, TiO_2 — 0,21, Al_2O_3 — 13,21, Fe_2O_3 — 1,60, FeO — 0,86, MnO — сл., MgO — 0,61, CaO — 1,66, Na_2O — 2,60, K_2O — 4,56, P_2O_5 — 0,04, S — сл., H_2O — 0,08, в. п. п. — 0,42, сума — 99,86.

Плагіоклаз спостерігається у вигляді ксеноморфних, видовженопризматичних зерен, поодинокі мають ідіоморфну форму, розмір 0,3—1,8 мм. Зерна плагіоклазу зазвичай однорідні, в деяких виявлені тонкі, симетричні полісинтетичні двійники, зрідка — дрібні включення округлого кварцу та луски біотиту. Плагіоклаз слабо серицитизований.

Кварц утворює зерна ксеноморфної, лінзоподібної форми 0,3—1,5 мм, подекуди трапляються агрегатні скупчення у вигляді витягнутих смужок. Для зерен характерне хвилясте та блочне згасання.

Мікроклін представлений переважно ксеноморфними зернами 0,1—0,5 мм. Мікроклінова ґратка недосконала, проявлена в поодиноких зернах. Великі зерна мікрокліну містять дрібні дискіподібні пертити.

Біотит переважно у вигляді ідіоморфних лусок розміром 0,3—0,7 мм коричневого забарвлення з чітким плеохроїзмом: N_g — темно-коричневий, інколи з зеленкуватим відтінком; N_r — світло-коричневий. Часто до нього приурочені рудні мінерали, деякі зерна слабо хлоритизовані.

Ортит представлений поодинокими реліктами зерен (0,2—0,3 мм) округлої та призматичної форми, майже цілком заміщений хлоритом.

Монацити утворюють зерна від світло-коричневого (водяно-прозорі, прозорі) до тем-

Таблиця 3. Вміст урану, свинцю та ізотопний склад свинцю в монацитах із граніту, проба СП-23-6

Table 3. The content of uranium, lead and isotopic composition of lead in monazites from granite, sample СП-23-6

Fraction	Content, ppm		Isotope ratio					Age, Ma		
	U	Pb	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{207}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{208}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}_r}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}_r}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}_r}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}_r}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}_r}{^{206}\text{Pb}_r}$
1	6541	10916	15460	7.9466	0.24473	0.36891	6.3637	2024	2027	2030.3
2	5602	9602	23640	7.9694	0.23701	0.36957	6.3719	2027	2028	2029.4
3	7423	11797	4690	7.8376	0.25796	0.36513	6.2875	2006	2017	2027.2
4	6982	11800	4220	7.8204	0.23483	0.36052	6.2063	1985	2005	2026.7
5	6709	11067	7240	7.8945	0.24561	0.36524	6.2931	2007	2017	2028.3

Примітка. Поправка на звичайний свинець уведена за Стейсі та Крамерсом на вік 2030 млн рр. Розмірні фракції кристалів: 1, 2 — світло-жовтих прозорих, 3—5 — коричневатожовтих напівпрозорих.

Note. Correction for the common lead is entered according to Stacey and Kramers for the age of 2030 Ma. Size fractions of crystals: 1, 2 — light yellow transparent, 3—5 — brownish-yellow semitranslucent.

но-коричневого (напівпрозорі) забарвлення. Форма кристалів пампушко-, дископодібна, з численними ямками, заливами та горбиками. Окремі зерна — це тонкі сильно "деформовані" пластинки, схожі на шкаралупки, що, вірогідно, обумовлено кристалізацією в обмеженому просторі (інтерстиціях). Поверхня зерен рівна, блискуча, контури заокруглені. У шліфах монацит знаходиться переважно на міжзернових границях.

Для визначення часу кристалізації монациту спочатку проаналізували чотири розмірні фракції, отримані шляхом скочування похилою площиною, із яких під бінокляром було вилучено непрозорі кристали і кристали, що містили включення. Однак отримані результати (табл. 4, фракції 1—4) не піддавалися графічній обробці через значні розходження значень віку, насамперед, за співвідношенням $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$, що перевищують аналітичну похибку. На другому етапі досить ретельно за кольором і прозорістю відібрали кристали із фракції >0,2 мм, які раніше не аналізували і повторили фракції 3 і 4 та суміш фракцій 1 та 2 попереднього етапу. Результати аналітичних досліджень уран-свинцевих ізотопних систем вказаних наважок монацитів наведено в табл. 4.

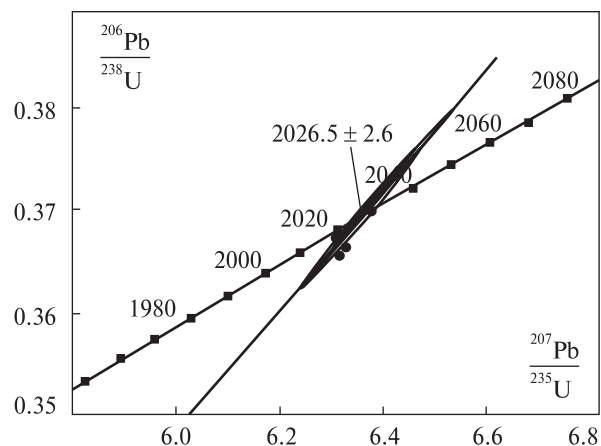


Рис. 4. U-Pb діаграма з конкордією для монацитів із біотитового гнейсу, пр. СП-8-18, лівий беріг р. Пд. Буг, Кошаро-Олександрівський кар'єр

Fig. 4. U-Pb diagram with concordia for monazites from biotite gneiss, sample СП-8-18, left side of South Bug river, Kosharo-Oleksandrivka open pit

Оскільки для усіх фракцій монациту, окрім 3а, отримано конкордантні значення віку (дискордантність не перевищує 0,8 %), за вік монациту ми приймаємо середньозважене (за співвідношенням $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$) значення віку — $2026,5 \pm 2,6$ млн рр. (рис. 4). Отриманий вік характеризує час проявлення процесів кремній-калієвого метасоматозу, результати якого

Таблиця 4. Вміст урану, свинцю та ізотопний склад свинцю в монацитах із гнейсу зеленолевадівської товщі, пр. СП-8-18, Кошаро-Олександрівський кар'єр

Table 4. The content of uranium, lead and isotopic composition of lead in monazites from gneiss of Zelena Levada rock mass, sample СП-8-18, Kosharo-Oleksandrivka open pit

Fraction	Content, ppm		Isotope ratio					Age, Ma		
	U	Pb	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{207}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{208}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}_r}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}_r}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}_r}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}_r}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}_r}{^{206}\text{Pb}_r}$
1	681.3	6398	7080	7.9014	0.035504	0.36821	6.3365	2021	2024	2026.1
2	734.6	6591	11200	7.9605	0.037109	0.36735	6.3090	2017	2020	2022.6
3	848.5	6784	6450	7.8734	0.041843	0.36688	6.3272	2015	2022	2029.9
4	693.6	6557	12710	7.9561	0.035305	0.36905	6.3488	2025	2025	2025.5
>0.2, B, S-Trp	914.1	7582	11560	7.9089	0.040621	0.37038	6.4048	2031	2033	2034.7
>0.2, L-B, Trp	748.8	6686	9100	7.9308	0.037283	0.36708	6.3144	2016	2020	2025.4
1 + 2	670.9	6331	7110	7.9039	0.035425	0.36919	6.3517	2026	2026	2025.7
3a	740.4	6662	9510	7.9327	0.037780	0.37472	6.4475	2052	2039	2025.8
4a	769.3	7057	10200	7.9371	0.036587	0.37044	6.3751	2031	2029	2026.2

Примітка. Поправка на звичайний свинець уведена за Стейсі та Крамерсом на вік 2030 млн рр. Розмірні фракції кристалів: 1, 2 — світло-коричневих прозорих; 3, 4 — світло-коричневих і коричневих напівпрозорих, 1 + 2 — суміш фракцій 1 і 2, 3а і 4а — повторні аналізи фракцій 3 і 4. B — коричневі, L-B — світло-коричневі, Trp — прозорі, S-Trp — напівпрозорі.

Note. Correction for the common lead is entered according to Stacey and Kramers for the age of 2030 Ma. Size fractions of crystals: 1, 2 — light brown transparent; 3, 4 — light brown and brown semi-transparent, 1 + 2 — a mixture of fraction 1 and 2, 3a and 4a — repeated analyses of fractions 3 and 4. B — brown, L-B — light brown, Trp — transparent, S-Trp — translucent.

більш помітні на схід від кар'єру [8]. Ці процеси призвели до формування "пачки" біотитових і гранат-біотитових гнейсів, віднесених до зеленолевадівської товщі [5] (лейкогранулітової формації [2, 4]).

Зазначимо, що для цирконів із біотитового гнейсу, розташованого в ~100 м на південь від кар'єру, отримано значення віку $2324 \pm \pm 180$ млн рр. [8], який, вірогідніше за все, є завищеним відносно часу проявлення кремній-калієвого метасоматозу і формування гнейсу, оскільки в ендербіто-гнейсах, що слу-

гували вихідною породою для гнейсів, наявний давній циркон, релікти якого трапляються в гнейсах.

Таким чином, біотитові гнейси Середнього Побужжя, які на даний час помилково відносять до стратифікованих утворень, були сформовані в палеопротерозої, у віковому інтервалі 2,03—1,98 млрд рр. тому і є результатом структурно-метаморфічних перетворень плагіогнейсів (ендербіто-гнейсів), що супроводжувалися процесами кремній-калієвого метасоматозу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бартницький Е.Н., Биби́кова 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. — № 21. — С. 164—167.
2. Бобров А.Б., Кирилюк В.П., Гошовский С.В., Степанюк Л.М., Гурский Д.С., Лысак А.М., Сиворонов А.А., Безвинный В.П., Зюльцле В.В., Приходько В.Л., Шпыльчак В.А. Гранулитовые структурно-формационные комплексы Украинского щита — европейский эталон. — Львов : ЗУКЦ, 2010. — 160 с.
3. Геохронологическая шкала докембрия Украинского щита / Н.П. Шербак, Г.В. Артеменко, Е.Н. Бартницький, В.М. Верхогляд, А.А. Комаристый, И.М. Лесная, Н.Ю. Мицкевич, А.Н. Пономаренко, В.М. Скобелев, Д.Н. Шербак. — Киев : Наук. думка, 1989. — 144 с.
4. Кирилюк В.П. Стратиграфия докембрия западной части Украинского щита. Статья 1. Стратиграфические комплексы докембрия и формации раннего архея // Геол. журн. — 1982. — 42, № 3. — С. 88—103.
5. Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита (схема та поясн. зап.) / К.Ю. Єсипчук, О.Б. Бобров, Л.М. Степанюк, М.П. Шербак, Є.Б. Глеваський, В.М. Скобелев, А.С. Дранник, М.В. Гейченко. — К. : УкрДГРІ, НСК України, 2004. — 30 с.
6. Лазько Е.М., Кирилюк В.П., Сиворонов А.А., Яценко Г.М. Нижний докембрий западной части Украинского щита (возрастные комплексы и формации). — Львов : Вища шк., 1975. — 239 с.
7. Лазько Е.М., Кирилюк В.П., Лысак А.М. Геологические формации и проблемы стратиграфии нижнего докембрия Украинского щита // Геол. журн. — 1984. — 44, № 2. — С. 103—112.
8. Степанюк Л.М. Метасоматична природа біотитових та біотит-гранатових гнейсів Середнього Побужжя // Доп. НАН України. — 1997. — № 1. — С. 133—136.
9. Стратиграфические разрезы докембрия Украинского щита / Н.П. Шербак, К.Е. Есипчук, Б.З. Берзенин, Е.Б. Глевасский, А.С. Дранник, Ю.К. Пийяр, Р.М. Полуновский, Т.А. Скаржинская, В.Н. Соловицкий, И.М. Этингоф, Я.П. Билынская, В.И. Ганецкий, Г.Ф. Гузенко, А.С. Киселев, В.М. Ключков, В.В. Решетняк, Н.И. Босая, С.Г. Воронова, В.И. Пилипенко. — Киев : Наук. думка, 1985. — 168 с.
10. Яценко Г.М. Нижний докембрий центральной части Украинского щита (строение и металлогенические особенности формаций). — Львов : Вища шк., 1980. — 140 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, No 3. — P. 485—494.
12. Ludwig K.R. Pb Dat for MS-DOS, version 1.06 // U.S. Geol. Surv. Open-File Rept. — 1989. — 542, No 88. — P. 40.
13. Ludwig K.R. ISOPLOT for MS-DOS, version 2.0 // U.S. Geol. Surv. Open-File Rept. — 1990. — 557, No 88. — P. 38.

Надійшла 02.03.2017

REFERENCES

1. Bartnitskiy, E.N., Bibikova, E.V., Verkhoglyad, V.M., Legkova, G.V., Skobelev, V.M. and Terets, G.Ya. (1995), *Geohimiya i rudoobrazovanie*, No 21, Kyiv, UA, pp. 164-167.
2. Bobrov, O.B., Kyryliuk, V.P., Hoshovskyi, S.V., Stepanyuk, L.M., Hurskyi, D.S., Lysak, A.M., Syvoronov, A.A., Bezvynnyi, V.P., Ziultsle, V.V., Prykhodko, V.L. and Shpylchak, V.A. (2010), *Granulitovyie struktorno-formatsionnyie kompleksy Ukrainykogo shchita - Evropeiskiy etalon*, ZUKC, L'viv, UA, 160 p.
3. Shcherbak, M.P., Artemenko, G.V., Bartnitskiy, Y.N., Verkhoglyad, V.M., Komaristy, A.A., Lesnaya, I.M., Mitskevich, N.Yu., Ponomarenko, O.M., Skobelev, V.M. and Shcherbak, D.N. (1989), *Geochronological Scale of Precambrian Shield of Ukrainian*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 144 p.
4. Kyryliuk, V.P. (1982), *Geol. Journ.*, Vol. 42, No 3, Kyiv, UA, pp. 88-103.
5. Yesipchuk, K.Yu., Bobrov, O.B., Stepanyuk, L.M., Shcherbak, M.P., Glevasskiy, E.B., Skobelev, V.M., Drannik, V.S. and Geichenko, M.V. (2004), *Correlated Chronostratigraphic Chart of Early Precambrian of the Ukrainian Shield (chart and explanatory note)*, UkrDGRI, Kyiv, UA, 30 p.
6. Laz'ko, V.M., Kyryliuk, V.P., Syvoronov, A.A. and Yatsenko, G.M. (1975), *Lower Precambrian of the Western part of the Ukrainian Shield (age complexes and formation)*, Vyshcha shkola, I. Franko Lviv Univ., Lviv, UA, 239 p.

7. Laz'ko, E.M., Kyryliuk, V.P. and Lusak, A.M. (1984), *Geol. Journ.*, Vol. 44, No 2, pp. 103-112.
8. Stepanyuk, L.M. (1997), *Dop. NAN Ukrainy*, No 1, Kyiv, UA, pp. 133-136.
9. Shcherbak, N.P., Esipchuk, K.E., Berzenin, B.Z., Glevasskiy, E.B., Drannik, A.S., Piyar, Yu.K., Polunovskiy, R.M., Skarzhinskaya, T.A., Solovickiy, V.N., Etingof, I.M., Bilynskaya, Ya.P., Ganockiy, V.N., Gusenko, G.F., Kiselev, A.S., Klochkov, V.M., Reshetnyak, V.V., Bosaya, N.I., Voronova, S.G. and Pilipenko, V.I. (1985), *Stratigraphic sections of the Precambrian of Ukrainian Shield*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 168 p.
10. Yatsenko, G.M. (1980), *Nizhniy dokembriy tsentral'noyi chasti Ukrainського shchita (stroenie i metallogenicheskie osobennosti formatsiy)*, Vyshcha shkola, I. Franko Lviv Univ., Lviv, UA, 140 p.
11. Krough, T.E. (1973), *Geochim. Cosmochim. Acta*, Vol. 37, No 3, pp. 485-494.
12. Ludwig, K.R. (1989), *U.S. Geol. Surv. Open-File Rept.*, Vol. 542, No 88, p. 40.
13. Ludwig, K.R. (1990), *U.S. Geol. Surv. Open-File Rept.*, Vol. 557, No 88, p. 38.

Received 02.03.2017

*Л.М. Степанюк, Т.И. Довбуш,
С.И. Курило, О.В. Зюльцле, Т.Б. Яськевич*

Институт геохимии, минералогии и рудообразования
им. Н.П. Семеновко НАН Украины
03680, г. Киев-142, Украина, пр-т Акад. Палладина, 34
E-mail: stepaniuk@nas.gov.ua, kurylo.sergiy@gmail.com

УРАН-СВИНЦОВЫЙ ВОЗРАСТ МОНАЦИТОВ БИОТИТОВЫХ ГНЕЙСОВ СРЕДНЕГО ПОБУЖЬЯ УКРАИНСКОГО ШИТА

Бiotитовые и гранат-биотитовые гнейсы значительно распространены в долине р. Южный Буг от г. Гайворон до г. Первомайск. Они описаны в разрезах бугской серии, тывровской и зеленолевадовской толщ днестровско-бугской серии, где их считают стратигенными образованиями. По нашим наблюдениям, большинство биотитовых и гранат-биотитовых гнейсов образовалось в результате структурно-метаморфических преобразований пироксеновых плагиогнейсов и эндербито-гнейсов, которые сопровождалась кремний-калиевым метасоматозом. Классическим уран-свинцовым изотопным методом датированы монациты из биотитового гнейса (метасоматита), который в виде пластообразного тела залегает среди эндербито-гнейсов в северном борту восточной части Кошаро-Александровского карьера. Возраст монацита — $2026,5 \pm 2,6$ млн лет. В правом борту р. Юж. Буг, в районе с. Зеленая Левада, распространены в разной степени калишпатизированные и мигматизированные биотитовые плагиогнейсы, часто гиперстенвмещающие, среди которых отмечаются небольшие тела гранитов. Монацит в слабо калишпатизированном плагиогнейсе кристаллизовался $2031,5 \pm 6,7$ млн лет т. н., практически одновременно с образованием монацита в граните — $2029,3 \pm 2,1$ млн лет т. н. Возраст плагиогнейса скв. 6546, инт. 203—349 м, месторождение Майское, определяли по "драгоценному" циркону и по монациту. Кристаллы "драгоценного" циркона кристаллизовались 2918 ± 7 млн лет т. н. в результате структурно-метаморфического преобразования пород в *PT*-условиях гранулитовой фации. Монацит кристаллизовался значительно позже "драгоценного" циркона — $1979,4 \pm 1,7$ млн лет т. н. Таким образом, биотитовые гнейсы Среднего Побужья, в данное время ошибочно относимые к стратифицированным образованиям, были сформированы в палеопротерозое, 2,03—1,98 млрд лет т. н., в результате структурно-метаморфических преобразований плагиогнейсов (эндербито-гнейсов), сопровождаемых процессами кремний-калиевого метасоматоза.

Ключевые слова: биотитовый гнейс, изотопный возраст, монацит, метасоматоз, Среднее Побужье.

*L.M. Stepanyuk, T.I. Dovbush,
S.I. Kurylo, O.V. Zyuultsle, T.B. Yaskevich*

M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy
and Ore Formation of the NAS of Ukraine
34, Acad. Palladin Av., Kyiv-142, Ukraine, 03680
E-mail: stepaniuk@nas.gov.ua, kurylo.sergiy@gmail.com

URANIUM-LEAD AGE OF MONAZITES FROM BIOTITIC GNEISSES OF THE MIDDLE BUG AREA OF THE UKRAINIAN SHIELD

Biotite and garnet-biotite gneisses are widely distributed in the area of South Bug river valley, stretching from Hayvoron to Pervomaïsk towns. They are described in Bug Group, Tyrovka and Zelena Levada sections of the Dniester-Bug groups where they are treated as stratotype formations. According to our study, most biotite and garnet-biotite gneisses are formed

as a result of structural and metamorphic transformations of pyroxene plagiogneisses and enderbite gneisses, which are accompanied by potassic-silica metasomatism. Monazites of biotite gneiss (metasomatite) are dated by classical uranium-lead isotopic method. Gneisses as layer-like body in enderbite-gneisses occur at the northern margin of the east Kosharo-Oleksandrivka open pit. Age of monazite is 2026.5 ± 2.6 Ma. In the right riverside of South Bug river, near the Zelena Levada village, potassic and migmatized biotite plagiogneisses are widespread to various extent. They are commonly hypersthene-bearing and include some small bodies of granites found here. The monazite found in weakly potassic plagiogneiss is formed at 2031.5 ± 6.7 Ma ago, practically simultaneously with monazite formation in granite dated by 2029.3 ± 2.1 Ma. Age of plagiogneiss sampled from interval 203–349 m of borehole 6546, within Maysky deposit, is determined by "precious" zircon and monazite. Crystals of "precious" zircon are crystallized 2918 ± 7 Ma ago during structural and metamorphic alterations occurred under PT-conditions of granulitic facies. The monazite is crystallized much later than "precious" zircon and is dated by 1979.4 ± 1.7 Ma. Thus, biotite gneisses of the Middle Bug area, that are now erroneously treated as stratified formations, were formed in Paleoproterozoic — within the age interval of 2.03–1.98 billion years. They are formed as a result of structural and metamorphic transformations of plagiogneisses (enderbite-gneisses) with subsequent potassic-silica metasomatic alterations.

Keywords: biotitic gneiss, isotopic age, monazite, metasomatism, Middle Bug area.