

УДК 550.93

Л.М. Степанюк, Л.В. Шумлянський

Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення
ім. М.П. Семененка НАН України
03142, м. Київ, Україна, пр-т Акад. Палладіна, 34
E-mail: stepaniuk@nas.gov.ua, lshumlyansky@yahoо.com

УРАН-СВИНЦЕВИЙ ВІК ЦИРКОНІВ ГІПЕРСТЕНОВОГО ПЛАГІОГНЕЙСУ ДОЛИНИ р. ЗГАР (ВЕРХНЄ ПОБУЖЖЯ, УКРАЇНСЬКИЙ ЩИТ)

Геологічний розріз, відслонений долиною р. Згар у районі сіл Городище — Новоселиця та представлений асоціацією гіперстенових плагіогнейсів і кристалосланців, вважається одним із стратотипових розрізів ендербіто-гнейсової формації (тиврівської товщі дністровсько-бузької серії палеоархейського віку). Еоархейські ізотопні дати (3,65 млрд рр.) отримано для ендербіто-гнейсів (гіперстенових плагіогнейсів), поширених у районі с. Завалля (Середнє Побужжя). Водночас для реліктових ядер цирконів гранітоїдів бердичівського типу, що розвиваються по метаморфічних породах березинської товщі, яка входить до складу палеоархейської дністровсько-бузької серії, отримано винятково палеопротерозойські значення віку. Вік гіперстенового плагіогнейсу, що разом з малопотужними прошарками кристалосланців утворюють скельні виходи в лівому березі р. Згар, нижче с. Городище, визначали локальним уран-свинцевим ізотопним датуванням різних ділянок полірованих зрізів кристалів циркону за допомогою *LA-ICP-MS*. Циркони представлені світло-, сірувато-рожевими призматичними, короткопризматичними та майже ізометричними кристалами з гладенькою блискучою поверхнею та заокругленими контурами. Вони мають складну внутрішню будову, обумовлену присутністю майже в усіх кристалах різномірних реліктових ядер та новоутворених оболонок. Трапляються ядра декількох типів. Найпоширенішими є уламки кристалів, які часто характеризуються тонкою концентричною зональністю магматичного типу. Доволі поширеними є ізометричні ядра, або майже ізометричні, з кутастими обмеженнями. У поодиноких випадках відмічаються складні ядра та ядра з правильними кристалографічними обрисами. Практично для усіх проаналізованих ділянок кристалів циркону отримано конкордантні значення віку, які, за співвідношенням $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ становлять 2145—2022 млн рр., а за співвідношенням $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ — 2152—2030 млн рр. Вік циркону оболонок складає 2036 ± 10 млн рр., що співпадає з віком монациту із чарнокітоїдів, поширених на захід, в Літинському кар'єрі.

Ключові слова: гіперстеновий плагіогнейс, ізотопний вік, циркон, тиврівська товща, палеопротерозой.

Вступ. Однією із найдискусійніших проблем геологічної будови Дністровсько-Бузького мегаблоку є стратиграфічне розчленування стратигенних утворень. На сьогодні щодо цього питання існують дві основні точки зору. Відповідно до "Кореляційної хроностратиграфічної схеми ..." [5], у суперкрустальному розрізі мегаблоку виділяють два структурні поверхи: нижній, складений палеоархейськими породами дністровсько-бузької серії, та верхній — неоархейські породи бузької серії. До *дністровсько-бузької* серії належать метаморфізовані в умовах гранулітової фації гнейси і кристалосланці основного складу з підлеглими прошарками кальцифірів, залізистих і безрудних кварцитів, що залягають у вигляді залишків серед ендербітів, чарнокітів, бердичівських і побузьких гранітів і мігматитів у середній і верхній течії р. Південний Буг, на лівобережжі р. Дністер, у верхів'ях рік Тетерів і Случ. У складі серії виділяються п'ять товщ (знизу догори): тиврівська (піроксенові гнейси і кристалосланці з кальцифірами); гніванська (піроксенові, гранат-біотитові гнейси та кристалосланці з

кальцифірами) і павлівська (гнейси піроксенові і гранат-біотитові з магнетитом, кристалосланці і залістисті кварцити) товщі, що корелюються між собою; розріз серії завершується одновіковими березнинською (гранат-біотитові гнейси з підлеглими кристалосланцями і кальцифірами) і зеленолевадівською (лейкократові гранат- і піроксенвімісні гнейси, часто лептитоподібні). Потужність тиврівської товщі перевищує 1100 м, павлівської становить понад 800 м, березнинської оцінюється в 3000—4000 м та зеленолевадівської досягає 500 м [14], а за даними [1, 18] становить близько 4000 м.

Бузька серія в межах мегаблоку поширена обмежено. Віднесені до її складу породи виповнюють вузькі синклінальні структури північно-західного простягання переважно в Середньому Побужжі: Кошаро-Олександрівської, Хащувато-Заваллівської, Молдовської, Тарноватської, Грушківської, Капітанської, Чаусівської, Деренюхінської та ін. Серію розділено на дві світи: кошаро-олександрівську (нижню) і хащувато-заваллівську.

Геологи львівської школи вважають, що породна асоціація Побужжя та Придністров'я була сформована в ході одного геоісторичного етапу і виділяють ряд формацій-світ, котрі без суттєвих перерв послідовно змінюють одна одну в часі [1, 3, 4, 6, 18]. Найбільш спірним питанням у стратиграфії Дністровсько-Бузького мегаблоку є вікове положення березнинської товщі та її співвідношення з тиврівською. Час формування порід зазначених товщ висвітлено у цілій низці робіт [1, 2, 7—13, 15—17, 19, 20, 22 та ін.], які засвідчують суттєвий розрив у часі формування тиврівської (3,65 млрд рр. тому) та березнинської (не раніше 2,10 млрд рр. тому) товщ, який тривав понад 1,5 млрд рр. Варто зазначити, що були датовані циркони із порід березнинської товщі (а точніше, із гранітоїдів, що їх заміщують), поширені у Верхньому Побужжі, а тиврівської — в Середньому, тобто ділянках, відстань між якими складає сотні кілометрів.

У цьому повідомленні наведено результати уран-свинцевого датування цирконів із гіперстенового плагіогнейсу, який разом із кристалічними сланцями утворює скельні виходи на лівому березі р. Згар нижче м. Літин, на ділянці, на якій відслонений один із стратотипових розрізів кальцифір-кристалосланцевої (за [6]), або ендербіто-гнейсової (за [1, 3, 4]) формації, яка паралелізується з тиврівською товщею дністровсько-бузької серії, вірніше — її нижньою частиною [1, 4].

Об'єкт і методи дослідження. Гіперстеновий плагіогнейс (пр. ВП-5) разом із різко підпорядкованими кристалосланцями утворює скельні виходи на лівому березі р. Згар, нижче м. Літин (на захід від с. Городище, район відмітки 290,6). Геологічний розріз по р. Згар від с. Новоселиця до м. Літин описується як стратотиповий для кальцифір-кристалосланцевої, за [6], нижньої частини ендербіто-гнейсової, за [1, 3, 4], формації та належить до тиврівської товщі дністровсько-бузької серії [1, 3—5].

Вік визначали локальним уран-свинцевим ізотопним датуванням різних ділянок полірованих зрізів кристалів циркону за допомогою *LA-ICP-MS*.

Циркон було виділено із проби вагою близько 10 кг за стандартною методикою в лабораторії збагачення Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення (ІГМР) ім. М.П. Семененка НАН України. Дослідження морфології та внутрішньої будови циркону виконували у світлі, що проходить, та у відбитому світлі. Внутрішню будову кристалів також досліджено за допомогою методу катодолюмінесценції.

Циркони розташовували в епоксидній шайбі та приполіровували до розкриття їхніх внутрішніх ділянок. Далі їх проаналізовано на ізотопи U, Th та Pb за допомогою методу *LA-ICP-MS* у Природознавчому музеї м. Дрезден (*GeoPlasma Lab, Senckenberg Naturhistorische Sammlungen Dresden*) із використанням інструменту *Thermo-Scientific Element 2 XR ICP-MS* та приєднаної до нього лазерної системи *Wave UP-193 Excimer*. Кожний аналіз складався з фонових вимірів протягом 15 с та збору даних протягом 30 с із використанням лазерного пучка діаметром 35 μm . Отримані ізотопні дані корегували на величину фонового сигналу, наявність загального свинцю, спричинене лазером елементне фракціонування, інструментальну дискримінацію мас, та на елементне фракціонування Pb/Th та Pb/U. Наведені похибки враховують квадратичну добавку зовнішнього відтворювання стандартного циркону *GJ-1* (~0,6 і 0,5—1 % для $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ та $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ відповідно). Співвідношення Th/U отримано безпосередньо шляхом вимірів на *LA-ICP-MS*. Концентрації U та Pb розраховані відносно стандарту *GJ-1* і мають точність близько 10 %.

Результати та їх обговорення. Плагіогнейс — світло-сірий дрібнозернистий неясносмугастих. У плагіогнейсі трапляється незначна кількість прошарків і лінз (від декількох міліметрів до 1 см), збагачених на темноколірні мінерали. Окрім того, подекуди трапляються малопотужні (перші сантиметри) жили, лінзи крупно- та середньозернистих чарнокітів та виділення окремих зерен та виокремлень блакитного кварцу у вигляді плям, лінз, прожилків. Структура grano-, ділянками лепідогранобластова.

Плагіогнейс складений, об'єм. %: плагіоклазом — 55—58, кварцом — близько 30, калієвим польовим шпатом — 3—5, гіперстеном — близько 5, біотитом — 2—3, рудним мінералом. Із аксесорних присутні апатит і циркон.

Хімічний склад, %: SiO_2 — 64,79, TiO_2 — 0,82, Al_2O_3 — 16,39, $\text{FeO}_{\text{заг}}$ — 7,21, MnO — 0,09, MgO — 1,71, CaO — 4,82, Na_2O — 3,43, K_2O — 1,09.

Циркони представлені світло-, сіривато-рожевими призматичними, короткопризматичними та майже ізометричними кристалами з гладенькою блискучою поверхнею та заокругленими контурами. Зазвичай кристали на поверхні різною мірою озалізнені, завдяки чому мають буруватий відтінок.

Кристали мають складну внутрішню будову, обумовлену присутністю майже в них усіх різнорідних реліктових ядер та новоутворених оболонок (рис. 1). Трапляються ядра декількох типів. Переважно це уламки кристалів, які досить часто характеризуються тонкою концентричною зональністю магматичного типу. Поширеними є ізометричні або майже ізометричні ядра з кутастими обмеженнями. У поодиноких випадках відмічаються складні ядра та ядра з правильними кристалографічними обрисами. Зазвичай об'єм ядер перевищує 50 % об'єму кристалів, а в деяких досягає 90 % і лише в поодиноких кристалах циркону об'єми оболонок перевищують об'єм ядер. Результати локального уран-свинцевого ізотопного датування цирконів гіперстенового плагіогнейсу (пр. ВП-5) наведено в таблиці, ділянки ізотопного датування — на рис. 1.

Циркони мають низький і водночас доволі варіативний вміст урану (27—227 ppm) і досить високі, за деякими винятками (наприклад ділянки *B32* і *B36*), співвідношення U/Th — 0,22—0,58. Практично для всіх проаналізованих ділянок кристалів циркону отримано конкордантні значення віку, які варіюють за співвідношенням $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ у межах, 2145—2022 млн рр. і за співвідношенням $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ — 2152—2030 млн рр.

Вік циркону оболонок (аналізи *B32*, *B36*, *B39*, *B41*) складає 2036 ± 10 млн рр. (рис. 2), що добре співпадає з віком монациту із чарнокіту розташованого на захід від Літинського кар'єру [13]. Для циркону ядер отримано ряд ізотопних дат, максимальне значення — 2145 млн рр. за співвідношенням $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ та 2152 млн рр. за співвідношенням $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$. Тобто жодних давніх, древніших за 2,2 млрд рр. (з урахуванням похибки вимірювання) кристалів (ядер) циркону в плагіогнейсі не виявлено!

Зазначимо, що не виявлено давніх цирконів (ядер) і у бердичівських гранітах [12]. Отже, і кінцигітова формація (березнинська товща) і породна асоціація, представлена гіперстеновими плагіогнейсами та основними кристалічними сланцями, поширені у Верхньому Побужжі, є палеопротерозойськими утвореннями, що ставить під сумнів як стратиграфічне розчленування, запропоноване львівськими геологами, так і офіційне, затверджене Національним стратиграфічним комітетом (НСК) України в Кореляційній хроностратиграфічній схемі раннього докембрію Українського щита [5].

Як відомо [1, 8—17, 19—22], породна асоціація Дністровсько-Бузького мегаблоку формувалася понад 1,6 млрд рр. (у віковому інтервалі 3,65—1,95 млрд рр. тому) і протягом цього часу зазнавала структурно-метаморфічних перетворень, які були можливими за умов, коли ці породи перебували в колізійній геодинамічній обстановці гімалайського типу [10]. Ми припускаємо, що в западинах (між- та передгірських) могли накопичуватися вулканогенно-осадові та осадові товщі, які в палеопротерозої (2,1—1,95 млрд рр. тому) разом із більш давніми, палеоархейськими, утвореннями зазнали структурно-метаморфічних перетворень за

PT-умов гранулітової фації. Це нівелювало їхні діагностичні ознаки та призвело до тектонічного узгодження їх структурного плану. Окрім того, в результаті горизонтальних переміщень могли бути просторово суміщеними різновікові породні асоціації, у тому числі сформовані на значній відстані.

Зважаючи, що всередині кристалів циркону плагіогнейсу (пр. ВП-5) не було виявлено архейських ядер, тоді як у чарнокітоїдах, розкритих Літинським кар'єром, розміщеним західніше, присутні давні (>2,6 млрд рр.) циркони [7], маловірогідно, щоб первинні породи накопичувалися в міжгірській западині. Враховуючи, що за результатами самарій-неодимового ізотопного датування метаморфічні породи тетерівської серії Волинського мегаблоку та березнинської товщі Дністровсько-Бузького були сформовані в палеопротерозої [2], окрім того в них не виявлено давніх цирконів (древніше 2,3 млрд рр.) [12, 21], цілком можливо, що вони накопичувалися в одному осадовому басейні та являють собою фрагменти акреційної призми.

Для вирішення питання стратиграфічного розчленування гранулітової асоціації Дністровсько-Бузького мегаблоку необхідно виконати спеціальні тематичні дослідження, в межах яких доцільно кардинально переглянути та переосмислити весь наявний геологічний матеріал, а також здійснити цілеспрямовані радіогеохронологічні дослідження з використанням локальних методів датування, яких, на жаль, на сьогодні в Україні немає.

Висновки. Породна асоціація гіперстенових плагіогнейсів і кристалосланців, відслонена долиною р. Згар у районі сіл Городище — Новоселиця, де за [1, 3, 4, 6] знаходиться один зі стратотипових розрізів кальцифір-кристалосланцевої (ендербіто-гнейсової) формації, визначена як тиврівська товща дністровсько-бузької серії, була сформована в палеопротерозої не раніше 2,2 млрд рр. тому.

ЛІТЕРАТУРА

1. 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 // Стратиграфия, геохронология и корреляция нижнедокембрийских породных комплексов фундамента Восточно-Европейской платформы : Путеводитель геол. экскурсий Междунар. науч.-практ. конф. (г. Киев, 31 мая — 4 июня 2010 г.). — Львов : ЗУКЦ, 2010. — 160 с.
2. Довбуш Т.И., Скобелев В.М., Степанюк Л.М. Результаты изучения докембрийских пород западной части Украинского щита Sm-Nd изотопным методом // Минерал. журн. — 2000. — 22, № 2/3. — С. 132—142.
3. Кирилюк В.П. Ще раз про проблеми стратиграфії побузького гранулітового комплексу (з нагоди складання нової регіональної стратиграфічної схеми нижнього докембрію Українського щита). Стаття 1. Загальні відомості й поділ побузького стратиграфічного комплексу на світі // Зб. наук. пр. УкрДГРІ. — 2015. — № 2. — С. 125—140.
4. Кирилюк В.П. Ще раз про проблеми стратиграфії побузького гранулітового комплексу (з нагоди складання нової регіональної стратиграфічної схеми нижнього докембрію Українського щита). Стаття 2. Співвідношення світ побузького стратиграфічного комплексу // Зб. наук. пр. УкрДГРІ. — 2015. — № 3. — С. 147—168.
5. Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита (схема та поясн. зап.) / К.Ю. Єсипчук, О.Б. Бобров, Л.М. Степанюк, М.П. Щербак, 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). — Львів : Вища шк., 1975. — 239 с.

7. Лесная И.М. Геохронология чарнокитоидов Побужья. — Киев : Наук. думка, 1985. — 133 с.
8. Лобач-Жученко С.Б., Степанюк Л.М., Пономаренко А.Н., Балаганский В.В., Сергеев С.А., Пресняков С.Л. Возраст цирконов из эндербито-гнейсов Среднего Побужья (Днестровско-Бугский мегаблок Украинского щита) // *Мінерал. журн.* — 2011. — **33**, № 1. — С. 3—14.
9. Лобач-Жученко С.Б., Балаганский В.В., Балтыбаев Ш.К., Степанюк Л.М., Пономаренко А.Н., Лохов К.И., Корешкова М.Ю., Юрченко А.В., Егорова Ю.С., Сукач В.В., Бережная Н.Г., Богомолов Е.С. Этапы формирования побужского гранулитового комплекса по данным изотопно-геохронологических исследований (Среднее Побужье, Украинский щит) // *Мінерал. журн.* — 2013. — **35**, № 4. — С. 86—98.
10. Пономаренко А.Н., Степанюк Л.М., Шумлянський Л.В. Геохронология и геодинамика палеопротерозоя Украинского щита // *Мінерал. журн.* — 2014. — **36**, № 2. — С. 48—60.
11. Степанюк Л.М., Шумлянський Л.В., Пономаренко О.М., Довбуш Т.І. До питання про вікові межі формування кошаро-олександрівської світи бузької серії Побужжя // *Геохімія та рудоутворення.* — 2010. — Вип. 28. — С. 4—10.
12. Степанюк Л.М., Пономаренко О.М., Петриченко К.В., Курило С.І., Довбуш Т.І., Сергеев С.А., Родіонов М.В. Уран-свинцева ізотопна геохронологія гранітоїдів бердичівського типу Побужжя (Український щит) // *Мінерал. журн.* — 2015. — **37**, № 3. — С. 51—66.
13. Степанюк Л.М., Довбуш Т.І., Курило С.І., Лісна І.М. Фінальний етап гранітоїдного магматизму в Дністровсько-Бузькому мегаблоці Українського щита // *Геохімія та рудоутворення.* — 2016. — Вип. 36. — С. 72—81.
14. *Стратиграфические разрезы докембрия Украинского щита* / Н.П. Щербак, 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. Бильнская, В.И. Ганоцкий, Г.Ф. Гузенко, А.С. Киселев, В.М. Клочков, В.В. Решетняк, Н.И. Босая, С.Г. Воронова, В.И. Пилипенко. — Киев : Наук. думка, 1985. — 168 с.
15. Щербак Н.П., Артеменко Г.В., Лесная И.М., Пономаренко А.Н. Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Архей. — Киев : Наук. думка, 2005. — 243 с.
16. Щербак Н.П., Артеменко Г.В., Лесная И.М., Пономаренко А.Н., Шумлянський Л.В. Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Протерозой. — Киев : Наук. думка, 2008. — 240 с.
17. Щербак Н.П., Лобач-Жученко С.Б., Бибикина Е.В., Степанюк Л.М., Чекулаев В.П., Балаганский В.В., Артеменко Г.В., Вревский А.Б., Арестова Н.А. Возрастные этапы формирования породных ассоциаций и комплексов Украинского и Балтийского щитов в архее (3,6—2,6 млрд лет) // *Мінерал. журн.* — 2010. — **32**, № 2. — С. 5—24.
18. Яценко Г.М. Нижний докембрий центральной части Украинского щита (строение и металлогенические особенности формаций). — Львов : Вища шк., 1980. — 140 с.
19. Claesson S., Bibikova E.V., Bogdanova S.V., Skobelev V.M. Archaean terranes, Palaeoproterozoic reworking and accretion in the Ukrainian Shield, East European Craton // *European Lithosphere Dynamics* / Eds. D.G. Gee, R.A. Stephenson. — Geological Society, London, Memoirs. — 2006. — **32**, № 1. — P. 645—654.
20. Claesson S., Bibikova E., Shumlyansky L., Dhuime B., Hawkesworth C. The oldest crust in the Ukrainian Shield — Eoarchean U-Pb ages and Hf-Nd constraints from enderbites and metasediments // *Continent Formation Through Time* / Eds. N.M.W. Van Kranendonk, S. Parman, S. Shirey, P.D. Clift. — 2014. — P. 227—259. — (Geol. Soc. London, Spec. Publ. ; № 389).
21. Shumlyansky L., Bekker A., Claesson S. U-Pb zircon geochronology of rocks of the Teteriv series, Northwestern region of the Ukrainian Shield // *Актуальные проблемы наук о Земле. Геологические и географические исследования трансграничных регионов* : Сб. материалов Междунар. науч.-практ. сем. (г. Брест, 21—25 сент. 2015 г.). — С. 242—244.
22. Shumlyansky L., Hawkesworth C., Dhuime B., Billström K., Claesson S., Storey C. ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb ages and Hf isotope composition of zircons from sedimentary rocks of the Ukrainian shield: crustal growth of the south-western part of East European craton from Archaean to Neoproterozoic // *Precamb. Res.* — 2015. — **260**. — P. 39—54.

Надійшла 25.05.2017

REFERENCES

1. Bobrov, A.B., Kirilyuk, A.B., Hoshovskiy, S.V., Stepanyuk, L.M., Hursky, D.S., Lysak, A.M., Sivoronov, A.A., Bezvinnyi, V.P., Zyuultsle, V.V., Prikhodko, V.L. and Shpylchak, V.A. (2010), *Field guide of the geological Excursions of the Intern. sci.-pract. conf., Kyiv, May 31, June 4, 2010*, ZUKTZ, Lviv, UA, 160 p.
2. Dovbush, T.I., Skobelev, V.M. and Stepanyuk, L.M. (2000), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 22, No. 2-3, Kyiv, UA, pp. 132-142.
3. Kyrylyuk, V.P. (2015), *Proceed. UkrDGRI*, Iss. 2, Kyiv, UA, pp. 125-140.
4. Kyrylyuk, V.P. (2015), *Proceed. UkrDGRI*, Iss. 3, Kyiv, UA, pp. 147-168.
5. Yesipchuk, K.Yu., Bobrov, O.B. Stepanyuk, L.M., Shcherbak, M.P., Glevaskiy, E.B., Skobelev, V.M., Drannik, V.S. and Geichenko, M.V. (2004), *Correlated Chronostratigraphic scheme of Early Precambrian of the Ukrainian Shield (scheme and explanatory note)*, UkrDGRI, Nat. Stratigr. Com. Ukraine, Kyiv, UA, 30 p.
6. Lazko, E.M., Kyrylyuk, V.P., Sivoronov, A.A. and Yatsenko, G.M. (1975), *Lower Precambrian of the western Ukrainian Shield (age complexes and formations)*, Vysha shkola press, Lviv, UA, 239 p.

7. Lesnaya, I.M. (1985), *Geochronology of charnockitoides of the Bug area*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 133 p.
8. Lobach-Zhuchenko, S.B., Stepanyuk, L.M., Ponomarenko, O.M., Balaganskiy, V.V., Sergeev, S.A. and Presnyakov, S.L. (2011), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 33, No. 1, Kyiv, UA, pp. 3-14.
9. Lobach-Zhuchenko, S.B., Balaganskiy, V.V., Baltybaev, Sh.K., Stepanyuk, L.M., Ponomarenko, O.M., Lokhov, K.I., Koreshkova, M.Yu., Yurchenko, A.V., Egorova, Yu.S., Sukach, V.V., Berezhnaya, N.G. and Bogomolov, E.S. (2013), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 35, No. 4, Kyiv, UA, pp. 87-99.
10. Ponomarenko, O.M., Stepanyuk, L.M. and Shumlyansky, L.V. (2014), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 36, No. 2, Kyiv, UA, pp. 48-60.
11. Stepanyuk, L.M., Shumlyansky, L.V., Ponomarenko, O.M. and Dovbush, T.I. (2010), *Geochem. and Ore Formation*, Iss. 28, Kyiv, UA, pp. 4-10.
12. Stepanyuk, L.M., Ponomarenko, O.M., Petrichenko, K.V., Kurylo, S.I., Dovbush, T.I., Sergeev, S.A. and Rodionov, M.V. (2015), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 37, No. 3, Kyiv, UA, pp. 51-66.
13. Stepanyuk, L.M., Dovbush, T.I., Kurylo, S.I. and Lisna, I.M. (2016), *Geochem. and Ore Formation*, Iss. 36, Kyiv, UA, pp. 72-81.
14. 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.
15. Shcherbak, N.P., Artemenko, G.V., Lesnaya, I.M. and Ponomarenko, O.M. (2005), *Geochronology of the Early Precambrian of the Ukrainian Shield. Archaean*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 243 p.
16. Shcherbak, N.P., Artemenko, G.V., Lesnaya, I.M., Ponomarenko, O.M. and Shumlyansky, L.V. (2008), *Geochronology of the Early Precambrian of the Ukrainian Shield. Proterozoic*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 240 p.
17. Shcherbak, N.P., Lobach-Zhuchenko, S.B., Bibikova, E.V., Stepanyuk, L.M., Chekulaev, V.P., Balaganskiy, V.V., Artemenko, G.V., Vrevskiy, A.B. and Arestova, N.A. (2010), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 32, No. 2, Kyiv, UA, pp. 5-24.
18. Yatsenko, G.M. (1980), *Lower Precambrian of the central part of the Ukrainian Shield (construction and metallogenic peculiarities of the geological formations)*, Vyshcha shkola, Lviv, UA, 140 p.
19. Claesson, S., Bibikova, E.V., Bogdanova, S.V. and Skobelev, V.M. (2006), *European Lithosphere Dynamics*, in Gee, D.G. and Stephenson, R.A. (eds.), *Geol. Soc. London Mem.*, Vol. 32, pp. 645-654.
20. Claesson, S., Bibikova, E., Shumlyansky, L., Dhuime, B. and Hawkesworth, C. (2014), *Geol. Soc. London, Spec. Publ.*, Vol. 389, pp. 227-259.
21. Shumlyansky, L., Bekker, A. and Claesson, S. (2015), *Abstr. volume of the Intern. conf., 21-25 Sept. 2015, Brest*, pp. 242-244, available at: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.4878.0569>.
22. Shumlyansky, L., Hawkesworth, C., Dhuime, B., Billström, K., Claesson, S. and Storey, C. (2015), *Precamb. Res.*, Vol. 260, pp. 39-54.

Received 25.05.2017

Л.М. Степанюк, Л.В. Шумлянський

Институт геохимии, минералогии и рудообразования
им. Н.П. Семеновко НАН Украины
03142, г. Киев, Украина, пр-т Акад. Палладина, 34
E-mail: stepaniuk@nas.gov.ua, lshumlyansky@yahoo.com

УРАН-СВИНЦОВЫЙ ВОЗРАСТ ЦИРКОНОВ ГИПЕРСТЕНОВОГО ПЛАГИОГНЕЙСА ДОЛИНЫ р. ЗГАР (ВЕРХНЕЕ ПОБУЖЬЕ, УКРАИНСКИЙ ЩИТ)

Геологический разрез, обнаженный долиной р. Згар в районе сел Городище — Новоселица, представленный ассоциацией гиперстеновых плагиогнейсов и кристаллосланцев, считается одним из стратотипических разрезов эндрбито-гнейсовой формации (тыровской толщи днестровско-бугской серии палеоархейского возраста). Эоархейские изотопные датировки (3,65 млрд лет) получены для эндрбито-гнейсов (гиперстеновых плагиогнейсов), распространенных в районе с. Завалье (Среднее Побужье). В то же время для реликтовых ядер цирконов из гранитоидов бердичевского типа, развивающихся по метаморфическим породам безрининской толщи, входящей в состав палеоархейской днестровско-бугской серии, получены исключительно палеопротерозойские значения возраста. Возраст гиперстенового плагиогнейса, образующего вместе с маломощными прослоями кристаллосланцев скальные выходы в левом берегу р. Згар ниже с. Городище, определяли локальным уран-свинцовым изотопным датированием разных участков полированных срезов кристаллов циркона с помощью *LA-ICP-MS*. Цирконы представлены светло-, серовато-розовыми призматическими, короткопризматическими и почти изометрическими кристаллами с гладкой блестящей поверхностью и округленными контурами. Они имеют сложное внутреннее строение, обусловленное присутствием почти во всех кристаллах разнородных реликтовых ядер и новообразованных оболочек. Встречаются ядра нескольких типов. Наиболее распространены обломки кристаллов, которые достаточно часто характеризуются тонкой концентрической зональностью магматического типа. Распространены также

изометрические ядра или почти изометрические, с угловатыми ограничениями. В единичных случаях отмечаются сложные ядра и ядра с правильными кристаллографическими очертаниями. Практически для всех проанализированных участков кристаллов циркона получены конкордантные значения возраста, которые по отношению $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ составляют 2145—2022 млн лет, а по отношению $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ — 2152—2030 млн лет. Возраст циркона оболочек составляет 2036 ± 10 млн лет, что совпадает с возрастом монацита из чарнокитоида, распространенного западнее, в Литинском карьере.

Ключевые слова: гиперстенный плагиогнейс, изотопный возраст, циркон, тывровская толща, палеопротерозой.

L.M. Stepanyuk, L.V. Shumlyanskyu

M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy
and Ore Formation of the NAS of Ukraine
34, Acad. Palladin Ave., Kyiv, Ukraine, 03142
E-mail: stepaniuk@nas.gov.ua, lshumlyanskyu@yahoo.com

U-Pb AGE OF ZIRCONS FROM HYPERSTHENE-PLAGIOCLASE GNEISS THE VALLEY OF THE ZKHAR RIVER (THE UPPER BUG REGION, UKRAINIAN SHIELD)

The geological section that crops out in the valley of the Zkhar River near Horodishche and Novoselytsya villages is represented by an association of hypersthene-plagioclase gneisses and crystalline schists. This section is considered as one of the stratotype sections of the enderbite-gneissic formation of the Tyvriv stratum of the Palaeoarchaeon Dniester-Bug series. The Eoarchaeon isotope ages (3.65 Ga) were obtained for the enderbite gneisses (hypersthene-plagioclase gneisses) that occur near Zavallya village (Middle Bug area). However, the relict cores in zircons from the Berdychiv granites that developed after metamorphic rocks of the Berezninska stratum which belongs to the Palaeoarchaeon Dniester-Bug series, have yielded solely Palaeoproterozoic ages. The age of the hypersthene-plagioclase gneiss which together with thin interlayers of mafic crystalline schist crops out on the left bank of the Zkhar River downstream of the Horodishche village was defined by the U-Pb isotope dating of various spots in zircons employing the LA-ICP-MS method. Zircons occur as light-pink to grey-pink, prismatic to short-prismatic and almost equant crystals with smooth shiny surface and rounded outlines. Crystals have complex internal structure which is determined by the presence of variable inherited cores and newly-formed mantles. There are several types of the cores. The most common cores occur as fragments of zircon crystal with fine concentric igneous zoning. Equant or almost equant cores with angular outlines are also quite common. Complex cores and cores with regular outlines are rare. Almost all of the analyzed spots have yielded concordant ages which vary from 2145 to 2022 Ma ($^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ages) and from 2152 to 2030 Ma ($^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$) ages. Mantles have yielded an age of 2036 ± 10 Ma. This age corresponds to the age of monazite from charnockites of the Lityn quarry.

Keywords: hypersthene-plagioclase gneiss, isotope age, zircon, Tyvriv stratum, Palaeoproterozoic.

Результати уран-свинцевого ізотопного датування цирконів гіперстенового гнейсу ендербіто-гнейсової (гіперстенової гнейсово-кристалосланцевої) формації (тиврівська (?) товща), пр. ВП-5
 Results of U-Pb isotope dating of zircons from hypersthene gneisses of the enderbite-gneissic (hypsthene gneissic) assemblage (Tyvriv (?) stratum), sample ВП-5

Number	U	Pb	$\frac{\text{Th}}{\text{U}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	2 s, %	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	2 s, %	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	2 s, %	<i>rho</i>	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	2 s, Ma	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	2 s, Ma	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	2 s, Ma	Conc. %
	ppm																	
B30	152	66	0.38	42284	0.38303	3.8	6.8373	5.3	0.12947	3.7	0.72	2090	69	2091	48	2091	65	100
B31	34	15	0.39	3967	0.39636	2.8	7.2996	3.3	0.13357	1.7	0.86	2152	52	2149	30	2145	30	100
B32	237	88	0.06	43184	0.37016	3.0	6.3680	3.3	0.12477	1.4	0.91	2030	52	2028	29	2026	25	100
B34	190	85	0.48	50959	0.37738	2.6	6.6507	3.0	0.12782	1.6	0.86	2064	46	2066	27	2068	27	100
B35	76	33	0.33	27109	0.39034	2.5	7.0726	2.8	0.13141	1.2	0.90	2124	46	2121	25	2117	21	100
B36	227	85	0.08	122477	0.37313	3.1	6.3522	3.2	0.12347	1.1	0.94	2044	54	2026	29	2007	19	102
B38	88	40	0.45	8440	0.38186	3.4	6.8392	3.6	0.12990	1.1	0.95	2085	61	2091	32	2097	19	99
B39	131	60	0.58	101017	0.37423	2.7	6.5275	3.0	0.12650	1.2	0.91	2049	48	2050	27	2050	22	100
B40	55	27	0.58	52615	0.39362	2.5	7.1476	3.0	0.13170	1.6	0.85	2140	46	2130	27	2121	28	101
B41	90	38	0.39	74210	0.37556	2.5	6.4602	2.9	0.12476	1.4	0.87	2055	44	2040	26	2025	25	101
B42	91	40	0.36	81636	0.38710	2.4	6.9706	2.7	0.13060	1.3	0.88	2109	43	2108	24	2106	23	100
B44	154	65	0.34	82190	0.37222	2.8	6.6413	3.1	0.12940	1.3	0.90	2040	49	2065	28	2090	24	98
B45	58	25	0.33	59888	0.38317	2.3	6.8508	2.8	0.12967	1.6	0.82	2091	41	2092	25	2094	28	100
B46	32	15	0.54	34198	0.39866	2.6	7.3222	2.9	0.13321	1.3	0.89	2163	48	2152	26	2141	23	101
B47	58	25	0.46	59454	0.37391	2.5	6.5263	3.0	0.12659	1.6	0.85	2048	45	2049	27	2051	28	100
B50	35	15	0.32	43833	0.38704	2.6	6.9813	3.0	0.13082	1.4	0.88	2109	47	2109	27	2109	24	100
B51	94	38	0.22	15882	0.37523	3.1	6.8827	3.3	0.13303	1.3	0.92	2054	54	2096	30	2138	23	96
B52	27	12	0.34	19195	0.39350	2.6	7.1930	2.8	0.13258	1.3	0.90	2139	47	2136	26	2132	22	100
B53	61	26	0.39	19206	0.37483	3.6	6.4358	4.1	0.12453	1.9	0.88	2052	63	2037	36	2022	34	101
B54	47	20	0.41	12487	0.37356	3.0	6.5607	3.4	0.12738	1.5	0.90	2046	54	2054	30	2062	26	99

Підписи до рисунків у статті

Степанюк Л.М., Шумлянський Л.В.

**УРАН-СВИНЦЕВИЙ ВІК ЦИРКОНІВ ГІПЕРСТЕНОВОГО ПЛАГІОГНЕЙСУ В ДОЛИНІ
р. ЗГАР (ВЕРХНЄ ПОБУЖЖЯ, УКРАЇНСЬКИЙ ЩИТ)**

Рис. 1. Мікрофотографії зрізів кристалів циркону із гіперстенового плагіогнейсу з ділянками датування, електронний мікроскоп *SEM HITACHI (Swedish Museum of the Natural History)*, катодолюмінісценція. Підписи ділянок датування відповідають номерам аналізів у таблиці

Fig. 1. CL images of zircons from hypersthene-plagioclase gneiss with dated spots indicated (Table). SEM HITACHI, Swedish Museum of the Natural History

Рис. 2. Уран-свинцева діаграма з конкордією для цирконів із гіперстенового плагіогнейсу, пр. ВП-5

Fig. 2. U-Pb concordia plot for zircons from hypersthene-plagioclase gneiss, sample ВП-5