

АКЦЕССОРНИЙ ЦИРКОН (СОСТАВ, ИЗОТОПНЫЙ ВОЗРАСТ) ИЗ ЭНДЕРБИТОВ ЛИТИНСКОГО БЛОКА (УЩ)

И.М. Лесная¹, Е.О. Касьяненко²

*1 – Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н.П. Семеновко НАН Украины,
пр. акад. Палладина, 34, г. Киев-142, 03680, Украина*

*2 – Учебно-научный институт “Институт геологии Киевского национального университета
имени Тараса Шевченко”
ул. Васильковская, 90, г. Киев, 03022, Украина*

Изучены цирконы из эндрбитов Литинского и Малиновского карьеров, Sm-Nd возраст которых по (DM) составляет 3650 млн лет. U-Pb возраст цирконов из эндрбитов Литинского карьера равен ~2,8 млрд лет, Малиновского ~2,9 млрд лет. В эндрбитах Литина наблюдается унаследованность основных характеристик цирконов от цирконов субстрата с U-Pb возрастом более 3650 млн лет. В карьере с. Малиновка химический состав эндрбитов ($MgO < 1,0$) и облик цирконов отличны от цирконов Литинского карьера и свидетельствуют в пользу иного для них субстрата, возможно, вулканогенного средне-кислого состава.

Ключевые слова: циркон, изотопный возраст, Литинский блок.

Вступление. В западной части УЩ в Днестровско-Бугском мегаблоке широко развиты чарнокитоиды, выходы которых фиксируются в карьерах и обнажениях по берегам р. Юж. Буг и ее притоков. Согласно изотопным данным, наиболее древние чарнокитоиды обнаружены в среднем течении р. Юж. Буг в карьерах Казачий Яр и Одесский, расположены на территории Бандуровского выступа. Возраст ядер циркона в этих породах достигает 3,78 млрд лет [1]. Более молодые цифры возраста $2,8 \pm 0,1$ млрд лет получены по цирконам из эндрбитов Литинской куполовидной структуры, и $2,0 \pm 0,1$ млрд лет для эндрбитов Винницкого и Меджибожского блоков. Характерно, что практически все чарнокитоиды, независимо от возраста, представлены преимущественно плагиоклазовыми разностями – эндрбитами, реже чарнокитами.

Относительно разного изотопного возраста чарнокитоидов, которые имеют практически одинаковый состав, существуют разные точки зрения. Львовские геологи считают, что “нельзя эти породы относить к разным комплексам, так как

они принадлежат к одному непрерывному разрезу. Более вероятно – длительное время ультраметаморфизма и разное время вывода пород из зоны с *PT*-условиями активного минерало- и породообразования” [16]. Ю.Ир. Половинкина и Э.Б. Наливкина все чарнокитоиды рассматривали как продукт метасоматической гранитизации основных пород в фазу регрессивного метаморфизма и относили их к протерозою, а супракрустальные основные породы – к архею [14]. Существует мнение, что чарнокитоиды с древним Sm-Nd возрастом (>3650 млн лет) и древним возрастом цирконов ($>3,0$ млрд лет) слагают нижний структурный этаж – фундамент для пород кальцифир-кристаллосланцевой и кинцигитовой формаций и развитых по ним чарнокитоидам двухмиллиардного возраста [10]. Такие породы установлены в карьерах Казачий Яр и Одесский севернее п. г. т. Завалье. Sm-Nd возраст которых по (DM) составляет 3950 млн лет [17].

Архейский Sm-Nd возраст 3650 млн лет по (DM) установлен также для эндрбитов Литинской куполовидной структуры. Изохронный возраст циркона в эндрбитах равен $2,8 \pm 0,1$ млрд лет. В дальнейшем эти породы в стратиграфиче-

ской схеме были объединены в литинский комплекс, выделение которого спорно, поскольку эти породы подвергались более молодым тектоническим процессам, в частности 2 млрд лет назад. Если считать, как предполагает В.П. Кирилюк [5], что имел место однократный разогрев всей гранулитовой ассоциации более 3800 млн лет назад и последующее длительное ее охлаждение до 2,0–1,9 млрд лет со структурно-вещественными преобразованиями, связанными с постепенным подъемом пород, то выделение в стратиграфической схеме литинского комплекса не имеет смысла. В то же время в породах гранулитовой фации западной части Украинского щита (от эндербитогнейсов до чарнокитов) четко устанавливаются такие изотопные даты, как $3,6 \pm 0,1$, $2,8 \pm 0,1$ и $2,0 \pm 0,1$ млрд лет [21], соответствующие тектономагматическим событиям.

Цель работы – установить, имело ли место тектономагматическое событие $\sim 2,8 \pm 0,1$ млрд лет назад, и образовывались ли цирконы, отвечающие этому событию, а также определить субстрат эндербитов.

Объект исследования – аксессуарные цирконы из эндербитов Литинского и Малиновского карьеров Литинского блока, Sm-Nd возраст которых по (DM) составляет ~ 3650 млн лет.

Методика исследования. Для осуществления поставленной задачи необходимо было изучить цирконы, проследить изменение их морфологии, химического состава и изотопного возраста. Цирконы были выделены из проб весом 5–10 кг эндербитов Литинского и Малиновского карьеров в лаборатории обогащения ИГМР им. Н.П. Семеновко НАН Украины по стандартной методике. Изучение морфологии цирконов выполнено в отраженном свете с помощью бинокля МБС-9. Внутреннее строение и химический состав цирконов определяли с помощью метода электроннозондового микроанализа на электроннозондовом микроанализаторе JСХА-733 фирмы JEOL, (Япония). Интенсивность рентгеновских линий измерена при ускоряющем напряжении 15 кВ и диаметре зонда 1 мкм.

Измерение изотопного возраста цирконов из эндербитов Литинского и Малиновского карьеров выполнены в лаборатории ИГМР им. Н.П. Семеновко НАН Украины на восьмиколлекторном масс-спектрометре МИ-1201 АТ. Химическая подготовка проб для изотопного исследования циркона выполнена по методике [22]. Для изотопных расчетов использованы программы PbDat

Isoplot [23, 24]. Изотопный возраст рассчитан по принятым величинам констант распада урана [25]. Поправки на обыкновенный свинец принимались соответственно модельным величинам по Дж. Стейси и Дж. Крамерсу [26].

Геологическое положение и минералого-петрографические особенности эндербитов Литинского блока. Литинский блок расположен в центральной части Гниванской синклинали, фиксируется гравитационным максимумом овальной, слабо вытянутой в С-З направлении формой, размером 30 × 50 км. В магнитном поле блок приурочен к так называемой Литинской аномальной области, которой в пределах изученной территории соответствует интенсивное знакопеременное магнитное поле. Наибольший крупный максимум расположен в юго-западном углу листа М-35-93-В, он концентрически обрамлен рядом линейных дугообразных аномалий.

Сложен блок в основном эндербитами, реже присутствуют чарнокиты с реликтами двупироксеновых, двупироксен-роговообманковых кристаллосланцев. Окаймлен гранитоидами бердичевского комплекса: винницитами, бердичевскими гранитами с реликтами гранат-биотитовых гнейсов и гиперстеновых кристаллосланцев.

Эндербиты Литинского блока изучены в Литинском и Малиновском карьерах, для которых установлен древний Sm-Nd возраст по DM.

В Литинском карьере чарнокитоиды отнесены к позднескладчатым образованиям гайворонского комплекса, становление которых связано с ростом Литинской куполовидной структуры [8]. Субстратом для них были преимущественно раннескладчатые эндербитогнейсы, хорошо изученные в карьерах Одесский и Казачий Яр, расположенных по берегам р. Южн. Буг севернее п. г. т. Завалье, и, в меньшей мере, породы днестровско-бугской серии. В Литинском карьере прослеживается зональное строение, что вообще характерно для куполовидных структур. Во внешних зонах на границе с породами бердичевского комплекса преобладают гнейсовидные двупироксеновые эндербиты, подобные по химическому и минеральному составу эндербитогнейсам субстрата, что служит одним из доказательств образования эндербитов за счет эндербитогнейсов. Ближе к центру эндербиты становятся более массивными, более однородными с минеральным парагенезисом, %: гиперстен – 12–15, плагиоклаз (антипертитовый) – 60, кварц – 25, циркон, апатит ± монацит. Содержание биотита возрастает в чарноэн-

дербитах с увеличением в породах содержания калия. По сравнению с эндербито-гнейсами в Литинском карьере несколько повышается железистость пород до 55–61 %. Смена пород указывает на нарастание гранитизации к центру структур [7].

Такой же древний самарий-неодимовый возраст (3,51 млрд лет по (DM)) установлен для чарнокитоидов Малиновского карьера [18]. Это позволило предположить, что породы Малиновского карьера также представляют собой выступ древнейших пород фундамента, преобразованных в результате последующих тектоно-магматических событий. Расположен Малиновский карьер на расстоянии около 7 км к северо-востоку от Литинского карьера (поперечный размер Литинской куполовидной структуры 20–30 км [15]).

Малиновский карьер сложен плотными массивными, часто тонкополосчатыми средне-мелкозернистыми эндербитами (плагигнейсами) с одним пироксеном – гиперстеном. Для них характерна гранобластовая, лепидогранобластовая структура. Минеральный состав, %: плагиоклаз – 35–50, кварц – 35–40, гиперстен – 0–5, кпш – 1–3, гранат – 1, биотит – 1–3, рудный минерал – 1, циркон + апатит – 1.

По соотношению щелочей и кремнезема эндербиты обоих карьеров занимают поле тоналитов [4], на диаграмме О'Коннора эндербиты Литинского карьера занимают только поле тоналитов, а Малиновского карьера – поле тоналитов и трондьемитов. Различия между ними наблю-

даются по химическому составу пород. Эндербиты Малиновского карьера более железистые ($F = 66–78$ % по сравнению с 50–61 % в Литинском карьере).

Плагиоклаз таблитчатой формы размером от 0,3–0,5 до 2 мм. Для крупных зерен характерны антипертитовые вроски КПШ прямоугольной формы. Отдельные зерна имеют тонкие полисинтетические двойники. По сравнению с плагиоклазами эндербитов Литинского карьера чаще встречаются эндербиты с более кислым плагиоклазом (% An=19-21). Гиперстен бесцветный, таблитчатой формы, слабо плеохроирует в розоватых тонах. Имеет более высокую железистость, чем гиперстены Литинского карьера (74–80 % и 51–64 % соответственно).

Таким образом, химический состав пород и минералов из эндербитов Литинского и Малиновского карьеров разный (рис. 1). Более четко эти различия обнаруживаются при изучении цирконов из эндербитов этих карьеров.

Изотопный возраст и состав цирконов из эндербитов Литинского и Малиновского карьеров. Происхождение эндербитов Литинского карьера неоднократно обсуждалось многими исследователями, и все единодушны в том, что они образовались в результате палингенно-метасоматического преобразования пород, аналогичных эндербито-гнейсам, выходы которых изучены в карьерах Казачий Яр и Одесский севернее п. г. т. Завалье. Об этом свидетельствует не только близкий мине-

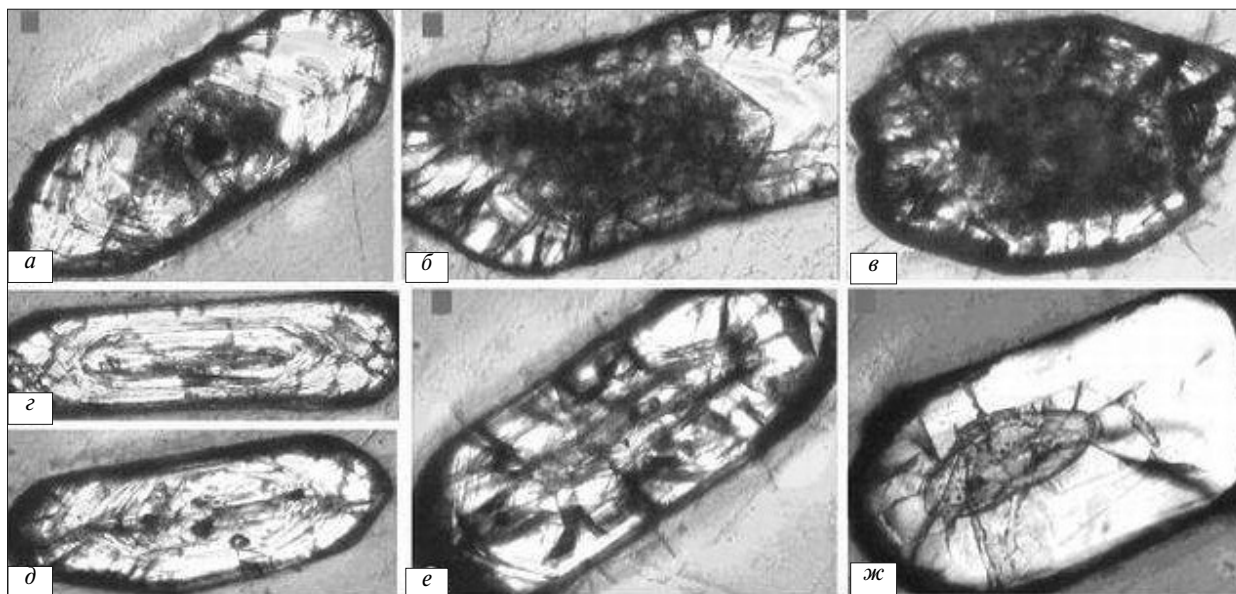


Рис. 1. Микрофотографии срезов кристаллов циркона из антипертитового эндербита, проба ВП–4–2, Литинский карьер: цирконы ранней генерации: а–в – коричневые кристаллы, г–е – розовые удлиненно-призматические, ж – циркон поздней генерации, выросший на цирконе ранней генерации [19]

ральный состав пород, но и облик цирконов. В карьерах Казачий Яр и Одесский преобладают настолько своеобразные цирконы, что их облик стал типоморфным признаком древнейших коровых пород УЩ [9].

Особенность цирконов этих пород – наличие нескольких генераций цирконов: ранней и поздней. Цирконы ранней генерации различаются по цвету от темно-коричневых, серовато-коричневых, серых до розовых. Все они довольно крупные, трещиноватые, имеют удлиненно-призматический облик, характерный для гранитоидов, и сложное строение – наличие ядра, как правило, темно-коричневого или коричневого цвета с высоким содержанием урана (до 1000 ppm) и гафния (2,15–1,31 %). В серых и розовых цирконах ранней генерации содержание урана и гафния снижается. То есть для цирконов характерна обратная геохимическая зональность – ядерная часть с более высоким содержанием гафния, урана, а последующие зоны с более низким содержанием этих элементов. Цирконы поздней генерации содержат еще меньше урана (в среднем до 100 ppm), гафния (до 1,19–0,84 %) и свинца. Они прозрачны, имеют светло-светло-розовый цвет, округленную форму. Благодаря прозрачности, округлой форме, сильному блеску эти цирконы названы “драгоценными” [8]. Они образуют как самостоятельные зерна, так и оболочки возрастом 2,8 или 2,0 млрд лет на цирконах ранней генерации. Недавно опубликована работа о находке в эндербитах Одесского карьера “гранулитового” циркона возрастом 3,5 млрд лет назад [13].

В Литинском карьере, также как и в карьерах Казачий Яр и Одесский, присутствуют цирконы двух генераций: ранней, представленной удлиненно-призматическими цирконами, и поздней – так называемыми “драгоценными” цирконами (рис. 1). Для гнейсовидных эндербитов Литина с двумя пироксенами, цирконы ранней генерации подобны цирконам из эндербито-гнейсов карьеров Казачий Яр и Одесский. Но преобладают

цирконы серого и розового цвета, цирконы коричневого цвета сохраняются лишь в виде единичных теневого ядра в серых цирконах. Анализ зональности цирконов ранней генерации на гониометре ГД-1 [6] показал, что в процессе их роста наблюдается перерыв. Ядра в изученных кристаллах отличаются от циркона-”хозяина” более темным цветом и большей трещиноватостью. Для них характерно высокое содержание гафния и урана, которое уменьшается в серых и розовых цирконах. В эндербитах, имеющих более массивную текстуру, гранитный облик и прошедших стадию расплавления (частичную?), преобладают более светлые серые и розовые цирконы. Удлиненно-призматические со сглаженными вершинками с коэффициентом удлинения 2–3, реже до 5. От серых к розовым цирконам содержание урана уменьшается от 870 ppm в коричневых до 600 в серых цирконах и до 500–390 ppm в розовых. В таком же направлении уменьшается содержание гафния от 2,0 до 1,2 в розовых цирконах и до 1,0 и 0,84 в розовых “драгоценных” цирконах. Но в отличие от дупироксеновых эндербитов, в эндербитах с одним пироксеном появляются цирконы с одинаковым содержанием гафния в ядерных частях и в оболочках и даже большее содержание гафния и урана в оболочках, что указывает на раскисление породы (табл. 1). Таким образом, прослеживается изменение морфологии и геохимических особенностей цирконов от степени преобразования породы.

В Малиновском карьере, в отличие от Литинского, в эндербитах нет такого своеобразного типоморфного циркона, который характерен для эндербито-гнейсов карьеров Одесский, Казачий Яр и эндербитов Литина. В Малиновском карьере в эндербитах присутствуют также две генерации цирконов: ранняя, представленная цирконами гранитного облика и поздняя, представленная “драгоценным” цирконом. Среди цирконов ранней генерации преобладают удлиненно-призматические до игольчатого цирконы светло-розова-

Таблица 1. Содержание гафния (HfO₂, %) в цирконах из эндербитов Литинского карьера

Эндербит с одним пироксеном (проба 196/81)							Дупироксеновый эндербит, проба (195/81)						
Серый циркон		Розовый циркон			Серый		Серый “Драгоцен”		Коричневый		Серый		
Ядро (1)	Оболочка (1)	Ядро (2)	Ядро (3)	Оболочка (3)	Ядро (4)	Оболочка (4)	Ядро (5)	Оболочка (5)	Ядро (1)	Оболочка (1)	Ядро (2)	Оболочка (2)	
1,529	1,325	1,142	1,19	1,16	1,363	1,377	1,450	1,095	2,53	1,2	1,32	1,24	

Примечание: в скобках указан номер зерна.

тые, светло-розовато-бежевые, прозрачные в мелкой фракции и полупрозрачные за счет трещиноватости в крупной (рис. 2). Имеют стеклянный блеск, занозистый излом, без четкой зональности, без четких ядер, но есть и затемненные участки. $L4 = 0,3-0,35$ мм, $Ky = 2,5-3,5$. Пирамидки и ребра сглажены. Но иногда устанавливается дитетрагональная форма цирконового (?) типа с сильно угнетенной одной из призм. В мелкой фракции (<0,1 мм) этот тип циркона преобладает (до 90 %). Размеры его $L4 = 0,15-0,30$ мм, $Ky = 2-3$. Содержание $HfO_2 = 1,30-1,22$ %, что характерно для пород среднего состава. Характеризуются достаточно низким содержанием урана (333 ppm) и свинца (198 ppm), что сближает их с розовыми цирконами из эндербитов Литинского карьера.

Около 5 % составляет циркон более серого цвета (как бы более древний), с гладкой поверхностью, с меньшим коэффициентом удлинения, равным в основном 2,5. Содержание его возрастает в электромагнитной фракции, куда попадают также единичные зерна циркона коричневого цвета, полупрозрачные, удлиненно-призматические с $Ky = 2,5$ со сглаженными формами с шероховатой поверхностью, для которых характерно повышенное содержание урана (до 1140 ppm) и свинца (568 ppm).

Присутствует в эндербите и “драгоценный” циркон (около 5 %) в виде шариков или слегка удлиненных зерен, иногда в виде уплощенных пластинок, прозрачный, бесцветный с сильным блеском, размер 0,15 мм. Этот циркон более поздней генерации, так как иногда наблюдается в виде дострааний на цирконах первого типа.

Все типы цирконов, отнесенные к ранней генерации, имеют практически одинаковый изотопный возраст по $^{207}Pb / ^{206}Pb$, равный 2,9 млрд лет (табл. 2), и довольно близкие значения возраста по свинцово-урановым отношениям за исключением коричневых цирконов.

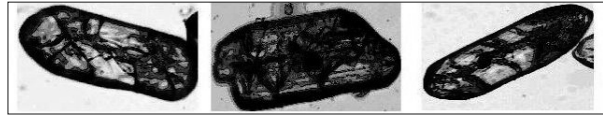


Рис. 2. Микрофотографии кристаллов розоватого циркона ранней генерации из эндербита Малиновского карьера, проба М-35

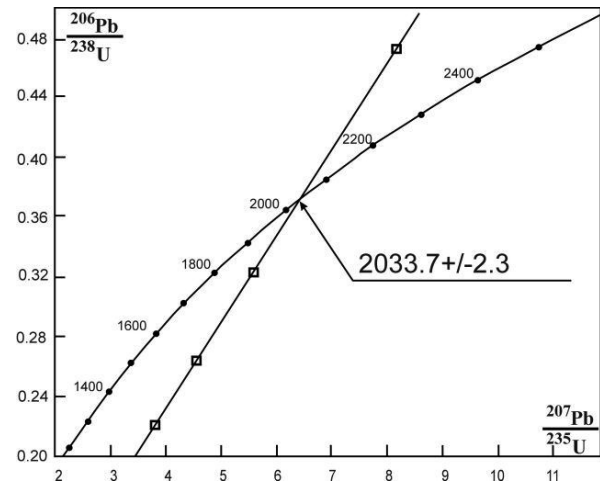


Рис. 3. Уран-свинцовая диаграмма с конкордией для монацитов из пегматоидного чарнокита (проба ВП-4-1) Литинского карьера [19]

Цирконы из эндербитов Литинского карьера имеют по $^{207}Pb / ^{206}Pb$ более низкий возраст, равный 2600–2640 млн лет (табл. 3), что обусловлено, вероятно, регенерацией куполовидной структуры 2,0 млрд лет назад. Этому событию в Литинском карьере соответствует образование жил пегматоидных чарнокитов, возраст циркона в которых по отношению $^{207}Pb / ^{206}Pb$ составляет 2043 млн лет (проба ВП-4-1, табл. 3).

Химический состав пегматоидного чарнокита (проба ВП-4-1), %: $SiO_2 - 70,60$; $TiO_2 - 0,94$; $Al_2O_3 - 13,20$; $Fe_2O_3 - 0,60$; $FeO - 3,50$; $MnO - 0,10$; $MgO - 1,50$; $CaO - 2,80$; $Na_2O - 2,90$; $K_2O - 2,90$; $P_2O_5 - 0,11$; $S - 0,01$; $H_2O - 0,05$; П. п. п. – 0,54. В пегматоидном чарноките возрастает содер-

Таблица 2. Содержание урана, свинца и изотопный состав свинца в цирконах из эндербита М-35 Малиновского карьера

Фракция минерала	Содержание, ppm		Изотопные отношения					Возраст, млн лет		
	U	Pb	$^{206}Pb / ^{204}Pb$	$^{206}Pb / ^{207}Pb$	$^{206}Pb / ^{208}Pb$	$^{206}Pb / ^{238}U$	$^{207}Pb / ^{235}U$	$^{206}Pb / ^{238}U$	$^{207}Pb / ^{235}U$	$^{207}Pb / ^{206}Pb$
Серый	712,3	403,9	2140	4,6155	15,013	0,51034	14,879	2658	2808	2916,7
Розоватый	333,2	198,1	4805	4,5935	9,7733	0,52207	15,513	2708	2847	2947,0
Коричневый	1140,0	568,8	6800	4,7966	1,7536	0,32462	9,2636	1812	2364	2882,0

Примечание. Поправка на обыкновенный свинец введена согласно Стейси и Крамерсу на возраст 2950 млн лет.

Таблица 3. Содержание урана, свинца и изотопный возраст цирконов из чарнокитоидов Литинского карьера, [21]

Фракция минерала, мм	Содержание, ppm		Изотопные отношения					Возраст, млн лет		
	U	Pb	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{208}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$
Антипертитовый эндрбит, проба 196/81										
С., НМ., 0,07–0,1	471	244	13330	5,6274	13,747	0,48106	11,725	2531	2582	2622
С., НМ., 0,1–0,2	533	282	19980	5,5854	13,8455	0,49116	12,082	2575	2610	2638
С., НМ., 0,1–0,2	542	271	7280	5,662	13,8475	0,46449	11,202	2459	2540	2605
С., Э/М., 0,07–0,1	601	314	11440	5,5671	14,4062	0,48563	11,955	2551	2600	2639
С., Э/М., 0,1–0,2	698	368	20100	5,6126	15,2991	0,4925	12,057	2581	2608	2630
Р., Т., НМ., >0,07	332	170	6550	5,7429	10,2222	0,46688	11,087	2469	2530	2579
Р., Т., НМ., >0,07	294	150	6060	5,7322	10,6657	0,46648	11,089	2468	2530	2581
Р., Т., Э/М., 0,1–0,2	442	241	11190	5,414	5,414	0,49586	12,553	2595	2646	2685
Р., Т., НМ., 0,1–0,2	318	165	7790	5,6105	9,4466	0,46873	11,417	2478	2557	2621
Р., Т., НМ., >0,07	314	167	12990	5,5547	9,7211	0,48127	11,883	2532	2595	2644
Р., Т., НМ., >0,02	326	174	5530	5,4466	9,2999	0,47917	11,984	2523	2603	2665
Р., П., 0,1–0,2	382	170	12880	6,9971	6,6355	0,39928	7,8134	2165	2209	2250
Пегматоидный чарнокит (жила), проба ВП-4-1										
Р., Пр.	246	120	9550	7,8589	2,7105	0,37851	6,5749	2069	2056	2043

Примечание: С., НМ – серый, не магнитная фракция, С., Э/М – серый, электромагнитная фракция, Р., Т. – розовый трещиноватый, Р., П. – розовый прозрачный “драгоценный”, Р., Пр. – розовый прозрачный. Поправка на обыкновенный свинец введена согласно Стейси и Крамерсу на возраст 2800 млн лет.

Таблица 4. Содержание урана, свинца и изотопный состав свинца в монацитах из жилы чарнокита, проба ВП 4-1, Литинский карьер [19]

Фракция монацита	Содержание, ppm		Изотопные отношения					Возраст, млн лет		
	U	Pb	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{208}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$
1	285,8	6013	806	7,0557	0,0138	0,3227	5,5806	1803	1913	2034
2	364,5	5464	1600	7,4951	0,01309	0,22035	3,8058	1284	1594	2032
3	224,7	3714	1370	7,4338	0,014268	0,26407	4,5501	1511	1740	2028
4	390,4	9475	2085	7,5994	0,017373	0,47236	8,1645	2494	2249	2033

Примечание: поправка на обыкновенный свинец введена согласно Стейси и Крамерсу на возраст 2040 млрд лет.

жание K_2O до 2,90 % по сравнению с 1,10–1,50 % в антипертитовом эндрбите. С увеличением калия возрастает содержание монацита. Возраст монацита, определенный уран-свинцовым методом, составляет $2033 \pm 2,3$ млн лет (табл. 4, рис. 3).

Обсуждение происхождения субстрата для эндрбитов Литинской куполовидной структуры. Описывая цирконы из эндрбитов карьера г. Литин и прослеживая связь их морфологии и свойств с цирконами субстрата, мы использовали только те типоморфные особенности циркона, которые образуются при плагиогранитизации меланократового субстрата, в основном пироксенитов.

С появлением в последнее время большого количества работ по исследованию цирконов из эндрбито-гнейсов Бандуровского блока (карьеры Одесский и Казачий Яр) [2, 11, 12, 20], установлено, что возраст ядерных частей цирконов варьирует в широких пределах, причем, оказалось, что наряду с цирконами, в которых наиболее древние ядра имеют и наиболее высокое содержание урана (около 1000 ppm) и гафния (~1,9–2,5 %), присутствуют также цирконы с древними ядрами (более 3,65 млрд лет), характеризующимися низким содержанием урана (~110 ppm). Такие эндрбиты (тоналиты или трондьемиты),

вещающие цирконы с невысоким содержанием урана, вероятно, имеют другую природу. Возможно, они образовались в результате частичного плавления базальтов или в результате фракционной кристаллизации мафических пород. То есть, образование чарнокитоидов (по сути мигматитов) связано с интрузиями гранитной магмы, ассимилирующей и перерабатывающей основные и ультраосновные породы.

В ультраосновных породах, преимущественно пироксенитах, при гранитизации образовались темно-коричневые цирконы с высоким содержанием урана, гафния и возрастом около 3,78 млрд лет [1]. Затем, в результате последующих тектономагматических событий (гранитизации), они преобразовались в цирконы серого или розового цвета с меньшим содержанием урана, свинца и гафния и с меньшим изотопным возрастом, а в эндербитах (тоналитах-трондьемитах), образованных в результате частичного плавления базальтов, сохранились цирконы с низкими содержаниями урана. Предположение о существовании разных источников для эндербито-гнейсов Бандуровского блока подтверждается и значением ϵNd . В одних образцах это положительное значение, свидетельствующее о деплетированном мантийном протолите для эндербито-гнейсов [20], в других – отрицательное, предполагающее возникновение эндербито-гнейсов за счет преобразования первичной коры меланократового состава [9]. Это согласуется с представлениями о ранней дифференциации вещества Земли на “обедненную” мантию и “обогащенную” (базальтовую) кору [3].

Если в Литинском карьере в антипертитовых эндербитах наблюдается унаследованность свойств цирконов – как по облику, так и по химическому составу они подобны цирконам субстрата (древ-

них эндербито-гнейсов), то в Малиновском карьере такого сходства не наблюдается. Это может быть обусловлено многими причинами: разной интенсивностью метасоматических процессов, положением в структуре в ядре или крыльях куполовидных структур, а также разным субстратом для эндербитов Литинского и Малиновского карьеров. Нам представляется, что субстратом эндербитов Малиновского карьера, для которых характерна низкая магнезиальность, могли быть вулканиты среднего-кислого состава зон растяжения (межкупольных зон?).

Выводы. Изучение цирконов из эндербитов Литинского и Малиновского карьеров Литинского блока показало их различие, прежде всего, по облику цирконов, что может быть связано с несколько разным химическим составом пород, который, в свою очередь обусловлен составом субстрата. В Литинском карьере субстратом для эндербитов были древние эндербито-гнейсы, а для эндербитов Малиновского карьера, вероятно, вулканиты среднего-кислого состава. Уран-свинцовый возраст цирконов, равный ~2,8 млрд лет в Литинском карьере, и ~2,9 в Малиновском, отображает тектономагматическое событие в условиях гранулитовой фации. Тектономагматическое событие, происходившее 2 млрд лет назад, затронуло все породы западной части Украинского щита, в том числе и породы Литинского блока. В большей степени оно проявилось в породах, вскрытых Литинским карьером в связи с преобладающими в них более окислительными условиями и ростом куполовидной структуры.

Авторы благодарны доктору геологических наук Л.М. Степанюку за предоставленный материал и существенные замечания при написании статьи.

Литература

1. Бибилова Е.В. Древнейшие породы Земли: изотопная геохронология и геохимия изотопов // Минерал. журн. – 2004. – 26, № 3. – С. 13–20.
2. Бибилова Е.В., Классон С., Федотова А.А. и др. Изотопно-геохронологическое (U-Th-Pb, Lu-Hf) изучение цирконов архейских магматических и метаосадочных пород Подольского домена Украинского щита // Геохимия. – 2013. – № 2. – С. 99–121.
3. Бибилова Е.В. Ранняя кора Земли в свете изотопно-геохимических и изотопно-геохронологических данных // Минерал. журн. – 2014. – 36, № 2. – С. 18–26.
4. Касьяненко К.О., Пономаренко О.М., Вишневыский О.А. Петролого-геохімічна характеристика чарнокітоїдів Літинської куполоподібної структури (Дністерсько-Бузький мегаблок Українського щита) // Мінералогічний збірник. – 2014. – Вип. 2. – № 64. – С. 115–124.
5. Кирилук В.П. Побужский гранулитовый комплекс // Гранулитовые структурно-формационные комплексы Украинского щита. Путеводитель геологической экскурсии. Львов, 2010. С. 8–63.
6. Крочук В.Н., Лесная И.М. Кристаллогенезис циркона из эндербитов Побужья // Докл. АН УССР, сер.Б. – 1986. – № 5. – С. 8–10.
7. Летников Ф.А., Леонтьев А.Н., Гантимурова Т.П. Гранитоиды глыбовых областей. – Новосибирск: Наука, 1975. – 213 с.

8. Лесная И.М. Геохронология чарнокитоидов Побужья. — К. : Наук. думка, 1988. — 133 с.
9. Лесная И.М., Пономаренко А.Н., Левковская Н.Ю. Циркон — индикатор древнейших пород протоконтинентальной коры // Минерал. журн. — 2000. — 22, № 4. — С. 31–36.
10. Лесная И.М., Касьяненко Е.О., Сьомка Л.В. Данные изотопного возраста пород тынровской и березнинской толщ днестровско-бугской серии Верхнего Побужья (Украинский щит) // Геохронология и геодинамика раннего докембрия (3,6–1,6 млрд лет) Евразийского континента : Тез. докл. междунар. научн. конф. — К., 2014. — С. 80–81.
11. Лобач-Жученко С.Б., Степанюк Л.М., Пономаренко А.Н. и др. Возраст цирконов из эндербито-гнейсов Среднего Побужья (Днестровско-Бугский мегаблок Украинского щита) // Минерал. журн. — 2011. — 33, №1. — С. 3–14.
12. Лобач-Жученко С.Б., Балаганский В.В., Балтыбаев Ш.К. и др. Этапы формирования Побужского гранулитового комплекса по данным изотопно-геохронологических исследований (Среднее Побужье, Украинский щит) // Там же. — 2013. — 35, № 4. — С. 86–98.
13. Лобач-Жученко С.Б., Каулина Т.В., Глебовицкий В.А. и др. 3,5 млрд лет (SHRIMP II) U-Pb возраст гранулитов Побужского гранулитового комплекса, Украинский щит // Докл. РАН. — 2014. — 456, № 5. — С. 581–585.
14. Половинкина Ю.Ир., Наливкина Э.Б. Генезис чарнокитов Украины // Докл. сов. геологов. Проблема 13 “Чарнокиты”. — М. : Наука, 1964. — С. 7–11.
15. Рябенко В.А. Основные черты тектонического строения Украинского щита. — К. : Наук. думка, 1970. — 125 с.
16. Сиворонов А.А., Лысак А.М., Пащенко В.Г. Проблемы расчленения гранитоидов нижнего докембрия (на примере Украинского щита) // Международ. науч. конф. “Геохронология и геодинамика раннего докембрия (3,6–1,6 млрд лет) Евразийского континента” : Тез. докл. — К., 2014. — С. 110–111.
17. Степанюк Л.М., Бибилова Е.В., Клайсен С., Скобелев В.М. Sm-Nd изотопная система в докембрийских породах Украинского щита // Минерал. журн. — 1998. — 20, № 5. — С. 72–79.
18. Степанюк Л.М. Геохронологія докембрію західної частини Українського щита (архей-палеопротерозой) : Автореф. дис... д-ра геол. наук. — К., 2000. — 34 с.
19. Степанюк Л.М., Митрохин А.В., Кривдик С. Г. и др. Гранитоиды Волынского и Днестровско-Бугского мегаблоков Украинского щита // Путеводитель экскурсии научной конференции “Гранитоиды: условия формирования и рудоносность”. — К., 2013. — 38 с.
20. Шумлянський Л.В. Геохімія піроксенових плагіогнейсів (ендербітів) Побужья та ізотопний склад гафнію в цирконах // Мінерал. журн. — 2012. — 34, № 2. — С. 64–79.
21. Щербак Н.П., Артеменко Г.В., Лесная И.М., Пономаренко А.Н. Геохронология раннего докембрия Украинского щита (архей). — К. : Наук. думка, 2005. — 242 с.
22. Krogh T.E. A low contamination method for hydrothermal decomposition of zircon and extraction of U and Pb for isotopic age determinations // Geochim. Cosmochim. Acta. — 1973. — 37. — P. 485–494.
23. Ludwig K.R. ISOPLOT for MS-DOS a plotting and regression program for radiogenic-isotope data, for IBM-PC compatible computers, version 2.02 // U.S. Geological Survey Open. — 1990. — File Report 88–557. — 64 pp.
24. Ludwig K.R. PbDAT for MSDOS: A computer program for IBM-PC compatibles for processing raw Pb–U–Th isotope data, version 1.06 // Ibid. — 1989. — File Report 88–542. — 40 pp.
25. Steiger R.H. Subcommittee of Geochronology: conversion of the use of decay constants in geo- and cosmochronology // Earth Plan. Sci. Let. — 1976. — 36. — P. 359–362.
26. Stacey J.S. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two stage model // Ibid. — 1975. — 26. — P. 207–221.

Lisna I.M., Kasianenko K.O.

Accessories zircon(composition, Isotopic age) from enderbites of Lityn block (Ukrainian Shield).

Lityn block consists mostly enderbites, with relicts of pyroxene crystalline schists. The structure is bordering by granitoid Berdichev complex- granites with relicts of garnet-biotite gneisses and crystalline schists hypersthene. Enderbites of Lityn dome structure studied in the Lityn and Malinovka quarries, the distance between which is 7 km away, while the size of the Lityn structure is 20–30 km. For enderbite of these ancient quarries set Sm-Nd age of (DM), equal to 3,65 Ga. This suggests that these quarries are enderbites projection ancient basement rocks, converted by subsequent tectonic and magmatic events, one of which is fixed by the isotope uranium lead method (on zircon) in the 2,8–2,9 Ga. In the study of rocks from these quarries it turned out that they differ both in the chemical composition and on the appearance of accessory zircons. Enderbites Malinovka quarry more ferruginous (F = 66–78 % compared with 50–61 % in Lityn quarry, less magnesian). In enderbites of Lityn observed heredity main characteristics of zircons from zircons enderbite- gneisses of gavoronsky complex, well-studied in quarries Odessa and Kossack Yar, uranium-lead dating more than 3,65 Ga. In a Malinovka quarry zircons morphology and internal structure different from zircons of enderbite Lityn quarry, that show more in favor of a substrate for them the volcanic mid-acid composition

Key words: zircon, isotopic age, Lityn block.

Лісна І.М., Касьяненко К.О.

Акцесорний циркон (склад, ізотопний вік) з ендербітів Літинського блоку (УЩ).

Вивчено циркони з ендербітів Літинського та Малинівського кар'єрів, Sm-Nd вік яких складає ~3650 млн років. U-Pb вік цирконів з ендербітів Літинського кар'єру дорівнює ~2,8 млрд років, Малинівського — ~2,9 млрд років. В ендербітах Літина спостерігається спадковість основних характеристик цирконів від цирконів субстрату з U-Pb віком більше 3650 млн років. У кар'єрі с. Малинівка хімічний склад ендербітів ($MgO < 1,0$) і зовнішній вигляд цирконів відмінні від цирконів Літинського кар'єру і свідчать більше на користь вулканогенного субстрату середньо-кислого складу для ендербітів Малинівського кар'єру.

Ключові слова: циркон, ізотопний вік, Літинський блок.

Поступила 07.05.2015.