

УДК 550.42:552.311(477)

ГЕНЕЗИС ТА ВІК АКЦЕСОРНИХ МІНЕРАЛІВ ІЗ МІГМАТИТІВ ВОВЧАНСЬКОГО БЛОКА

В. Демедюк

*Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М. П. Семененка НАН України
03142 м. Київ, просп. акад. Палладіна, 34
E-mail: igmr@igmof.gov.ua*

Вовчанський блок – це велике антиклінорне підняття на Приазовському мегаблоці УЩ. Він утворений складно дислокованими архейськими і нижньопротерозойськими метаморфічними й ультраметаморфічними комплексами порід. Характерною особливістю району є наявність великої кількості розривних порушень, що зумовлено його розташуванням у зоні зчленування Приазовського і Середньопридніпровського мегаблоків. Найбільше поширені на Вовчанському блоці метаморфічні породи західноприазовської серії та архейські плагіогранітоїди. Вивчено мігматити, що відслонені в с. Покровське на правому березі р. Вовча. З них виділено акцесорні мінерали – монацит і циркон. Згідно з мінералогічними даними, акцесорний циркон з мігматитів сильно змінений, а монацит є накладеним мінералом. Мігматити за геохімічними характеристиками подібні до трондсьмітів; U-Pb вік монациту з мігматитів становить 2 058 млн років. Це датування відповідає часу колізії Приазовського і Середньопридніпровського мегаблоків.

Ключові слова: циркон, монацит, метаморфічні породи, мігматити, палеоархей, рідкісноземельні елементи, геохронологія, Український щит.

Вовчанський блок – це велике антиклінорне підняття на Приазовському мегаблоці Українського щита (УЩ). На заході він межує з Оріхово-Павлоградською структурою, а на сході – з північним продовженням Центральноприазовської зони синклінальних зашурень. Блок утворений складно дислокованими архейськими і нижньопротерозойськими метаморфічними й ультраметаморфічними комплексами порід [3]. Характерною особливістю району є наявність великої кількості розривних порушень, що зумовлено його розташуванням у зоні зчленування Приазовського і Середньопридніпровського мегаблоків. Головне значення у формуванні структур району має система розломів північно-західного простягання, по якій відбувалися найінтенсивніші переміщення окремих блоків. Локальні розломи північно-західного простягання – малоамплітудні й не зумовлюють суттєвих зсувів. Найбільше на площі Вовчанського блока поширені метаморфічні породи західноприазовської серії та архейські плагіогранітоїди шевченківського комплексу – мігматити біотитові, амфібол-біотитові, амфіболові і граніти біотитові, амфіболові й аплітоїдні, що розвиваються по гнейсах західноприазовської серії.

Ми виконали геохронологічні та геохімічні дослідження мігматитів, які відслонені в центральній частині с. Покровське на правому березі р. Вовча (рис. 1).

Порода має шаруватий вигляд. Іноді в ній простежуються порфіробласти польового шпату до 2 см у поперечнику. Вони зім'яті в дрібні складки аж до появи плейчатості. Елементи залягання смугастості: азимут падіння 225°, кут 50–75°.

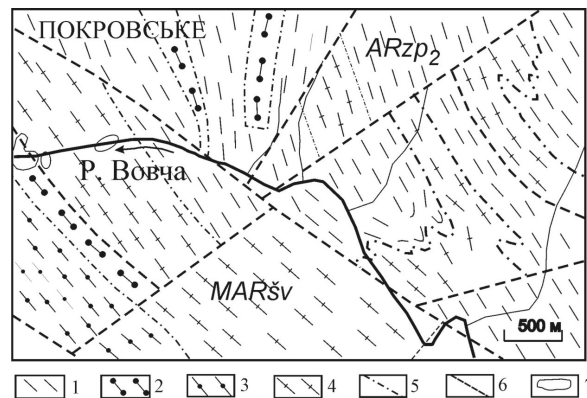


Рис. 1. Схематична геологічна карта ділянки робіт на р. Вовча:

1 – біотитові гнейси (західноприазовська серія); 2 – гранат-біотитові гнейси і кристалосланці (вовчанська товща); 3 – амфібол-біотитові мігматити; 4 – мікроклін-плагіоклазові граніти, біотитові мігматити (шевченківський комплекс); 5 – геологічні межі; 6 – тектонічні порушення; 7 – контури відслонень.

У низці відслонень, розташованих вище за течією, зафіксовано зони мікроклінізації (взірець 2 249). Мігматити прорвані численними, переважно згідними до шаруватості жилами пегматоїдних гранітів. Потужність жил – 1–15 см. У стінках забоїв є серії тектонічних порушень з азимутом падіння 150–160° і кутом 45–60°, які виражені тріщинами відколу з дзеркалами ковзання. Борозни ковзання падають за азимутом 150–160° і свідчать про підкид.

Проба 2 243 відібрана за 500 м вище від мосту через р. Вовча в скельному виступі біля води з середньо- і нерівномірнотзернистих мігматитів світло-сірого кольору. Структура породи алотріоморфнотзерниста. Текстура сланцювата. Мінеральний склад, %: польовий шпат (альбіт) – 50–55; біотит – 15–20; кварц – 5–20; мікроклін – 5; апатит і гранат – одиничні зерна. Вторинний мікроклін розвивається по плагіоклазу. Кварц має хвилясте загасання. Плагіоклаз має неоднорідне плямисто-сіре забарвлення, розбитий тріщинами, часто нема двійникової будови. У ньому простежуються вrostки кварцу. Біотит оливково-зелений.

У зонах з найінтенсивнішою мікроклінізацією мігматити мають світліший колір (проба 2 249). Мінеральний склад, %: мікроклін – 48; кварц – 25; плагіоклаз (альбіт) – 22; біотит – 5; апатит – поодинокі зерна, причому вміст мікрокліну і кварцу нерівномірний. У плагіоклазі наявні антипертитові вrostки, він часто зональний – крайові частини кристалів розкислені. Кварц має хвилясте загасання, містить включення плагіоклазу.

За хімічним складом описані породи відповідають гранітоїдам нормального ряду (SiO_2 – 70,91–73,85 %; $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 7,30$ –7,53 %) калієво-натрієвої серії ($\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 0,76$ –0,86) (табл. 1) [2]. Вміст нормативного ортоклазу – 24 %.

У породах визначено невисокий вміст Sr (198–251 г/т) і Rb (130–137 г/т), $\text{Rb} / \text{Sr} = 0,55$ –0,66; високий вміст Ba (804–1 170 г/т) (див. табл. 2). У пробі 2 249 зафіксовано вищий вміст K / Rb, K / Ba і Rb / Sr (див. табл. 2). Сума РЗЕ – 22,233–66,047 г/т. Вміст високотоксичних елементів низький, г/т: Y – 2,66–3,23, Nb – 3,06–5,35, Yb – 0,18, а перехідних елементів – трохи вищий, ніж у тоналітах: Cr – 29,2–73,1, Ni – 15,9–19,9. На мультиелементній діаграмі виділяються негативні аномалії Nb і Ti та позитивні – Sr, Eu, Zr та Hf (рис. 2).

Таблиця 1

Результати хімічного аналізу мігматитів, %

Компоненти	1	2
SiO ₂	70,91	73,85
TiO ₂	0,23	0,20
Al ₂ O ₃	14,88	13,38
Fe ₂ O ₃	0,22	2,21
FeO	2,00	0,85
MnO	0,03	0,02
MgO	0,86	0,54
CaO	2,35	1,79
Na ₂ O	3,48	3,16
K ₂ O	4,05	4,14
S _{заг}	0,01	–
P ₂ O ₅	0,02	0,15
H ₂ O ⁻	0,08	–
В. п. п.	0,42	0,14
Сума	99,54	100,43

Примітки: 1 – біотитові мігматити, правий берег р. Вовча, за 500 м вище від нового мосту (проба 2 243); 2 – те саме, там само, за 1,0 км вище від нового мосту (проба 2 249). Хімічні аналізи виконано в ІГМР ім. М. П. Семененка НАН України.

Таблиця 2

Вміст хімічних елементів у мігматитах, г/т*

Елементи	1	2	Елементи	1	2
Rb	137,00	130,00	Nd	8,780	2,970
Sr	251,00	198,00	Sm	1,220	0,610
Ba	1170,00	804,00	Eu	0,630	0,410
V	17,50	7,35	Gd	1,210	0,550
Cr	73,10	29,20	Tb	0,150	0,092
Co	3,75	1,67	Dy	0,610	0,410
Ni	19,90	15,90	Ho	0,087	0,100
Y	3,23	2,66	Er	0,250	0,160
Nb	5,35	3,06	Tm	0,028	0,026
Ta	0,41	0,21	Yb	0,180	0,180
Zr	115,00	49,70	Lu	0,042	0,035
Hf	3,49	1,81	La/Yb _N	74,52	24,03
U	1,25	1,82	Eu/Eu*	1,85	2,64
Th	5,98	5,69	K/Rb	208,00	224,00
La	18,70	6,03	K/Ba	24,40	36,20
Ce	31,20	9,83	Rb/Sr	0,55	0,66
Pr	2,96	0,83			

*Номери проб див. у табл. 1.

Графік розподілу РЗЕ сильно диференційований – $La / Yb_N = 24,03-74,52$ за $Yb_N = 1,06$, виділяється позитивна європейська аномалія – $Eu / Eu^* = 1,85-2,64$ (рис. 3). Низький вміст важких РЗЕ свідчить про виплавлення їх у нижньокоровому магматичному джерелі, у реститі якого були гранат та амфібол. За геохімічними даними мігматити схожі з трондємітами [4].

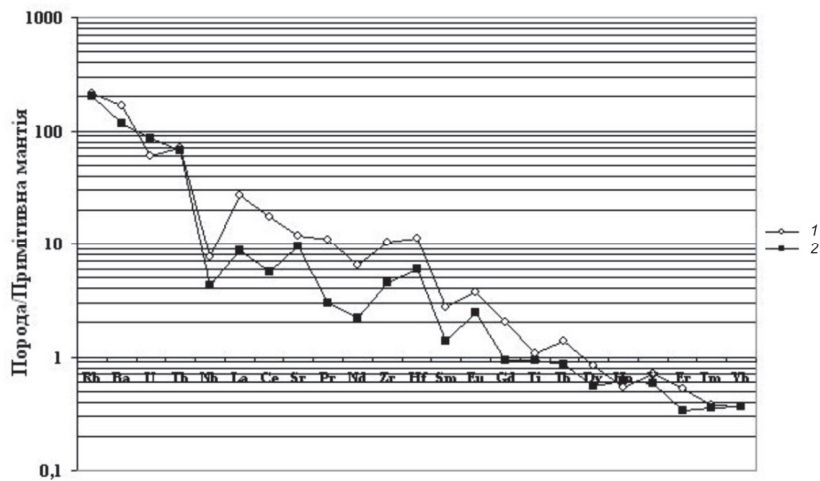


Рис. 2. Мультиелементна діаграма для мігматитів (нормовано на склад примітивної мантії [6]):
1 – проба 2 243; 2 – проба 2 249.

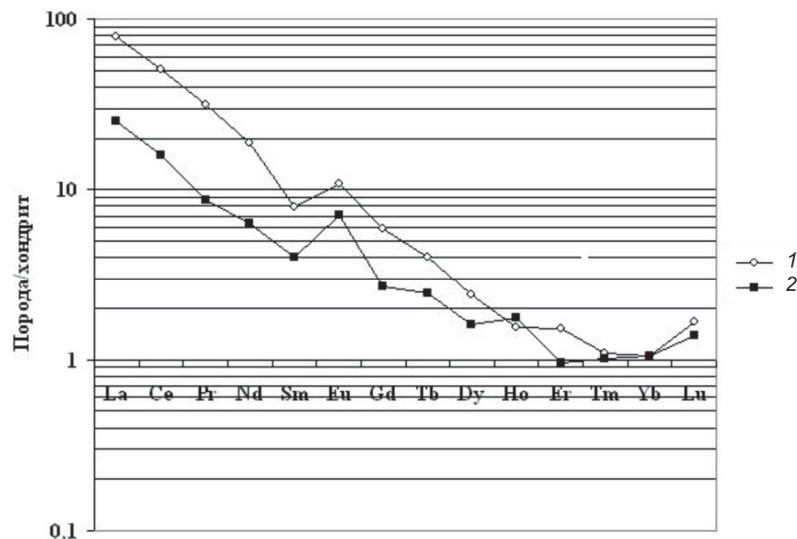


Рис. 3. Графік розподілу РЗЕ в мігматитах (нормовано на хондрит [6]):
1 – проба 2 243; 2 – проба 2 249.

З мігматитів виділено акцесорні мінерали – монацит і циркон. Монацит представлений зернами округлої, овальної, витягнутої, рідше – неправильної форми. Основну масу агрегатів монациту становлять порівняно дрібні ізометричні зерна від ясно-жовтого до помаранчевого кольору. Великі зерна слабо тріщинуваті, у них часто трапляються включення непрозорого рудного мінералу.

Циркон представлений головню дрібними непрозорими зернами з нерівномірним ясно-жовтим і рожево-білим забарвленням. Трапляються поодинокі зерна, у яких усередині метамікських кристалів збереглися незмінені внутрішні частини рожевого циркону.

Згідно з мінералогічним даними, акцесорний циркон сильно змінений, а монацит є накладеним мінералом.

Для геохронологічних досліджень використано монацит. Хімічна підготовка проб для ізотопних досліджень виконана за модифікованою методикою Кроу [5]. Ізотопний склад свинцю й урану виміряно на 8-колекторному мас-спектрометрі МІ 1201 АТ. Згідно з отриманими даними, U-Pb ізотопний вік монациту за ізотопним співвідношенням $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ становить 2 058 млн років (табл. 3). Отримане датування відповідає часу формування мігматитів під час колізії Приазовського і Середньопридніпровського мегаблоків [1].

Таблиця 3
Результати U-Pb геохронологічних досліджень монациту з мігматитів (проба 2 243)

Параметри		1	2	3	4
Вміст, г/т	U	2 643	2 498	2 704	2 709
	Pb	2 690	2 140	2 292	2 468
Ізотопні співвідно- шення	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	309	748	983	1 095
	$^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$	5,8997	6,9238	7,1225	7,1958
	$^{206}\text{Pb}/^{208}\text{Pb}$	0,26748	0,26463	0,26090	0,26279
	$^{206}\text{Pb}_r/^{238}\text{U}$	0,22748	0,19661	0,19357	0,20962
	$^{207}\text{Pb}_r/^{235}\text{U}$	3,9790	3,4399	3,3919	3,6715
Вік, млн років	за $^{206}\text{Pb}_r/^{238}\text{U}$	1 321	1 157	1 141	1 227
	за $^{207}\text{Pb}_r/^{235}\text{U}$	1 630	1 514	1 503	1 565
	за $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$	2 054,9	2 055,3	2 058,1	2 057,3

Примітка: Pb_r – радіогенний свинець.

Отже, мігматити Вовчанського блока сформувалися 2 058 млн років тому по давнішому гранітоїдному субстрату під час колізії Приазовського і Середньопридніпровського мегаблоків. За геохімічними характеристиками вони схожі з трондьємітами.

1. Биотит-гранатовые гнейсы – результат структурно-метаморфической переработки древних тоналитов: состав минералов, характеристика и возраст процесса (Васильковский участок Орехово-Павлоградской шовной зоны) / С. Б. Лобач-Жученко, Ю. С. Егорова, А. В. Юрченко [и др.] // Минерал. журн. – 2009. – № 1. – С. 3–10.
2. Магматические горные породы. Т. 1. Классификация, номенклатура, петрография / [Под ред. О. А. Богатикова, В. И. Гоньшаковой и др.]. – М. : Наука, 1983. – 365 с.
3. Некряч А. И. Комплексное геолого-геофизическое изучение докембрийского складчатого пояса на примере Орехово-Павлоградской зоны Украинского щита / А. И. Некряч // Геологическая съемка сложно дислоцированных комплексов. – Л. : Недра, 1980. – С. 159–168.
4. Трондьєміти, дацити и связанные с ними породы : [Пер. с англ.] / [Под ред. Ф. Баркера]. – М. : Мир, 1983. – 488 с.
5. Krogh T. E. A low contamination method for hydrothermal decomposition of zircon and extraction of U and Pb for isotopic age determinations / T. E. Krogh // Geochim. Cosmochim. Acta. – 1973. – Vol. 37. – P. 485–494.
6. Sun S. S. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes / S. S. Sun, W. F. McDonough // Magmatism in the Ocean Basins. – Geological Society : Spec. Publication. – 1989. – N 42. – P. 313–345.

**GENESIS AND AGE OF ACCESSORY MINERALS
FROM MIGMATITES OF THE VOVCHA BLOCK****V. Demedyuk**

*Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of NASU
Acad. Palladin Av. 34, UA – 03142 Kyiv, Ukraine
E-mail: igmr@igmof.gov.ua*

Vovcha block is located in the Azov and Middle-Dnieper megablocks joining zone. Migmatites, from which accessory zircon and monazite have been investigated, occur among the most widespread in the block metamorphic rocks of West-Priazovian series and Archean plagiogranitoids. The conclusion is made that zircon is greatly altered, and monazite is the superimposed mineral. Geochemically migmatites are similar to trondhjemites. U-Pb age of monazite from migmatites – 2 058 Ma, that corresponds time of collision of Azov and Middle-Dnieper megablocks.

Key words: zircon, monazite, metamorphic rocks, migmatites, Paleoproterozoic, rare-earth elements, geochronology, Ukrainian Shield.

**ГЕНЕЗИС И ВОЗРАСТ АКЦЕССОРНЫХ МИНЕРАЛОВ
ИЗ МИГМАТИТОВ ВОЛЧАНСКОГО БЛОКА****В. Демедюк**

*Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н.П. Семеновко НАНУ
03142 г. Киев, просп. акад. Палладина, 34
E-mail: igmr@igmof.gov.ua*

Волчанский блок представляет собой крупное антиклинорное поднятие в пределах Приазовского мегаблока УЩ. Он сформирован сложно дислоцированными архейскими и нижнепротерозойскими метаморфическими и ультраметаморфическими комплексами пород. Характерной особенностью района является наличие большого количества разрывных нарушений, что обусловлено его расположением в зоне сочленения Приазовского и Среднеприднепровского мегаблоков. Наиболее распространены метаморфические породы западноприазовской серии и архейские плагиогранитоиды. Изучено мигматиты, обнажающиеся в с. Покровское на правом берегу р. Волчьей. Из них выделено акцессорные монацит и циркон. Согласно минералогическим данным, акцессорный циркон сильно изменен, а монацит является наложенным минералом. Мигматиты по геохимическим характеристикам подобны трондьемитам. Уран-свинцовый возраст монацита из мигматитов – 2 058 млн лет. Эта датировка соответствует времени коллизии Приазовского и Среднеприднепровского мегаблоков.

Ключевые слова: циркон, монацит, метаморфические породы, мигматиты, палеоархей, редкоземельные элементы, геохронология, Украинский щит.

Стаття надійшла до редколегії 26.04.2012

Прийнята до друку 29.05.2012