

ВІК КВАРЦОВИХ СІЄНІТІВ НИЗЯНСЬКОЇ СТРУКТУРИ ЗАХІДНОГО ПРИАЗОВ'Я (ЛОЗОВАТСЬКА АНТИКЛІНАЛЬ, ЛИПОВЕНЬКІВСЬКА ДІЛЯНКА)

Г.В. Артеменко ¹

E-mail: regulgeo@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-4528-6853>

Б.В. Бородиня ²

E-mail: boris.priazov@gmail.com

Л.С. Довбиш ¹

E-mail: dovbyshls@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0003-4529-448X>

О.Б. Висоцький ¹

E-mail: alek.vysotsky@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-3542-4685>

В.О. Вільковський ¹

E-mail: V.vilkovskiy@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0007-7117-8980>

¹ Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України
03142, просп. Акад. Палладіна, 34, Київ, Україна

² КП «Південурггеологія»
49000, вул. Чернишевського, 11, Дніпро, Україна

Уперше виконано геохронологічні дослідження за цирконом і монацитом кварцових сієнітів Низянського масиву в північній частині Лозоватської антикліналі Західного Приазов'я (Липовеньківська ділянка). Вони проривають метаморфічні породи кайінкулацької та верхньотокмацької товщ західноприазовської серії та пізніші інтрузії діабазів. У цирконі з кварцових сієнітів спостережено «реліктові ядра» і пізніші тонкі оболонки. Зважаючи на те, що кварцовий сієніт не зазнав накладених ендегенних процесів, саме оболонки в кристалах циркону кристалізувались у процесі їх формування. U-Pb вік реліктового циркону складає 2858 ± 51 млн рр. Монацит є синпетрогенним для кварцових сієнітів і утворився, вірогідно, одночасно з тонкими оболонками циркону. U-Pb вік монациту складає $2065,5 \pm \pm 7,2$ млн рр. Згідно з отриманими даними, кварцові сієніти виплавились із архейських порід у коровому магматичному джерелі у палеопротерозої на етапі загальної колізії архейської кори УЩ і Волго-Уральського континенту.

Ключові слова: Західне Приазов'я, Лозоватська антикліналь, Низянська антикліналь, U-Pb вік, циркон, монацит, кварцовий сієніт.

Вступ. У Західному Приазов'ї двопольовошпатові (з перевагою калішпату) граніти поширені обмежено. Виняток становить північна половина Лозоватської антиклінальної структури, в межах якої розповсюджена група гранітоїдних тіл, які під час ГДП-200 Бердянського аркуша були об'єднані в Низянський масив [1]. Порооди масиву наявні уздовж Чернігівської тектонічної зони, переважно в

обрамленні Новополтавського та Бегім-Чокрацького карбонатитових масивів (рис. 1). У субмеридіональному напрямку Низянський масив простежено від с. Григорівка на півночі до с. Тарасівка на півдні, на відстані майже 40 км, завширшки він 12 км. Площа деяких гранітоїдних тіл на ерозійному зрізі докембрію змінюється від 5 до 20 км², загалом площа масиву становить близько 100 км². Тіла гра-



Рис. 1. Схема розповсюдження групи гранітоїдних тіл Низяньського масиву (Бородиня Б.В. та ін, 2004 р., зі змінами та доповненнями) [1]: 1 — верхньотокмацька товща; 2 — кайінкулацька товща; 3 — драгунська товща; 4 — шевченківський комплекс: а — мігматити, б — гранодіорити; 5 — малі інтрузії порід новосільської асоціації; 6 — діабазидайкового комплексу; 7 — діорити обітченського комплексу; 8 — анадольський комплекс: а — група гранітоїдних тіл; б — жильні тіла; 9 — чернігівський комплекс: а — лужнопольовошпатові сієніти, б — лужні метасоматити; 10 — граніти салтичанського комплексу; 11 — малі інтрузії волновасько-еланчицького комплексу; 12 — розривні порушення (а — головні, б — другорядні), цифра в трикутнику — назва: 1 — Чернігівський, 2 — Стульнівський, 3 — Єлізаветівський; 13 — геологічні границі; 14 — назви масивів: 1 — Новополтавський, 2 — Бегім-Чокрацький, 3 — група гранітоїдних тіл Низяньського масиву; 15 — відслонення та його номер (місце відбору проби)

нітоїдів мають пласто- та лінзоподібну форму, згідну зі смугастістю вмісних метаморфічних порід західноприазовської серії. Ці граніти розкрито кар'єром на Могили Синій, вони відслонюються уздовж р. Токмак біля с. Могиляни та смт Чернігівки і р. Юшанли в околицях с. Тарасівка.

У межах масиву вирізняються граніти чотирьох типів: порфірові граніти з великими вкрапленнями калієвого польового шпату, світло-рожеві дрібнозернисті біотит-мус-

ковітові граніти, жили рожевих аплітоїдних гранітів, що проривають порфіроподібні і дрібнозернисті граніти першої фази, і жили м'ясо-червоних гранітів. Ці граніти проривають лужні породи та карбонатити Чернігівської інтрузії (Новополтавський масив) віком 2,09 млрд рр. [4].

Охарактеризовані граніти умовно віднесені до анадольського комплексу, петротип якого знаходиться у Східному Приазов'ї (Анадольський масив), і в майбутньому, можливо, доцільно буде виділити їх у самостійну асоціацію або комплекс [1].

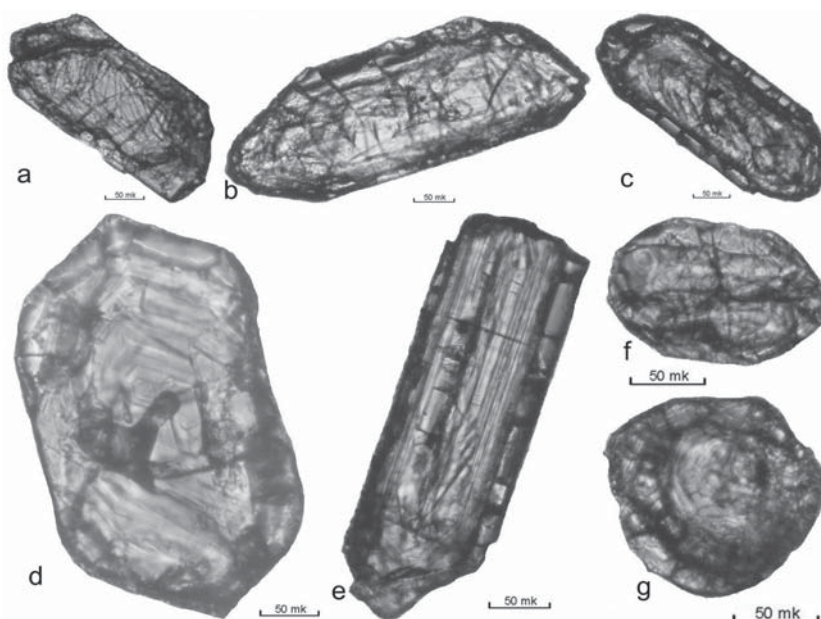
У південній половині Низяньського масиву, по р. Юшанли та її притоках [3, 5], виконано геохронологічні дослідження гранітоїдів Липовеньківської (Тарасівської) ділянки.

Мета досліджень. За цирконом і монацитом за допомогою мінералогічного та ізотопного уран-свинцевого методів дослідити кварцові сієніти Низяньського масиву Західного Приазов'я (Липовеньківська ділянка) і визначити геодинамічні умови їх формування.

Методика досліджень. Циркон і монацит виділені з проби масою 10 кг за стандартною методикою в лабораторії збагачення Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка (ІГМР) НАН України. Внутрішню будову циркону досліджено у штучних шліфах під мікроскопом *ECLIPSE LV100 POL*. Циркон і монацит датовано уран-свинцевим ізотопним методом (*TIMS*) у відділі радіогеохронології ІГМР НАН України. Для визначення вмісту урану та свинцю використано змішаний $^{235}\text{U} + ^{206}\text{Pb}$ трасер. Ізотопні аналізи свинцю та урану виконані на восьмиколекторному мас-спектрометрі MI-1201AT у мультиколекторному статичному режимі. Математичну обробку експериментальних даних виконано за програмами PbDat та *ISOPLLOT* [6, 7].

Результати досліджень. Здійснено геохронологічне дослідження жильного тіла кварцових сієнітів потужністю близько 20 см, яке прориває метаморфічні породи кайінкулацької товщі західноприазовської серії та інтрузію діабазів (с. Тарасівка, відслонення на лівому березі р. Юшанли в 300 м вище від гирла р. Сісікула, проба 83-51). На цій ділянці в невеликих відслоненнях і висипках діабазид простежено на площі близько 100×100 м.

Рис. 2. Мікрофотографії кристалів циркону з кварцових сієнітів (Липовеньківська ділянка, проба 83/51). Поляризаційний мікроскоп *ECLIPSE LV100 POL*, один ніколь: а, b — призматичні кристали з однорідним (незональним) ядром; с, d — призматичні кристали з ритмічно зональними ядрами; е — уламок видовженопризматичного кристалу зі списоподібним зональним ядром; f — короткопризматичний кристал з ядром з сильно заокругленими контурами; g — ізометричний кристал з ядром з сильно заокругленими контурами



Кварцові сієніти відповідають кислим породам нормального ряду калієво-натрієвої серії (табл. 1). Методом *CIPW* за хімічним складом породи розраховано такі нормативні мінерали: $Q = 25,12$; $Cor = 3,42$; $Or = 28,94$; $Ab = 27,93$; $An = 10,76$; $Hyp = 2,07$; $Mt = 0,53$; $Il = 0,73$; $Ap = 0,46$. Із співвідношення нормативних Or , Ab та An визначено номер плагіоклазу An , % = 27,8 (олігоклаз).

Мінералогічна характеристика циркону і монациту. Циркон із кварцових сієнітів представлений призматичними та видовжено-призматичними ($K_{вид}$ від 3 до 5) відносно дрібними (<0,1 мм) напівпрозорими та непрозорими кристалами бурувато-жовтого (переважають) світло-коричневого до коричневого (поодинокі зерна) кольору. Грані кристалів невиразні, ребра дещо заокруглені. Огранення обумовлено комбінацією граней тупих і гострих біпірамід та обох (в більшості кристалів) призм, зрідка одна із граней призми має помітно більший розвиток. Поверхня кристалів нерівна і, ймовірно, вони зазнали обростання та/чи розчинення. Внутрішня будова кристалів циркону є складною: у них спостерігаються різноманітні ядра реліктового циркону та тонкі оболонки (рис. 2). Ядра реліктового циркону представлені: 1) призматичними кристалами з однорідним (незональним) ядром (2, а, b); 2) призматичними кристалами з ритмічно зональними ядрами (2, с, d); 3) уламком видовженопризматич-

ного кристалу зі списоподібним зональним ядром (2, е); 4) короткопризматичним кристалом з ядром з сильно заокругленими контурами (2, f); 5) ізометричним кристалом з ядром із сильно заокругленими контурами (2, g). Зважаючи на те, що кварцовий сієніт, який вміщує описані вище кристали акце-

Таблиця 1. Результати силікатного хімічного аналізу кварцових сієнітів і дайкових діабазів

Окисли, %	4016/2	4017/1
SiO ₂	64,50	53,20
TiO ₂	0,36	0,92
Al ₂ O ₃	17,00	14,40
Fe ₂ O ₃	0,76	4,12
FeO	1,00	5,66
MnO	0,07	0,14
MgO	0,07	6,30
CaO	2,30	8,50
Na ₂ O	3,10	1,95
K ₂ O	4,60	1,60
S _{tot.}	0,03	0,03
P ₂ O ₅	0,20	0,20
CO ₂	Не визн.	Не визн.
H ₂ O ⁻	0,30	0,27
В. п. п.	2,14	2,66
Сума	99	99,7

Примітка: 1 — кварцовий сієніт, лівий берег р. Юшанли, 200 м вище від гирла р. Сісікула (зр. 4016/2) [1]; 2 — діабаз кварцовий, там само (зр. 4017/1) [1].

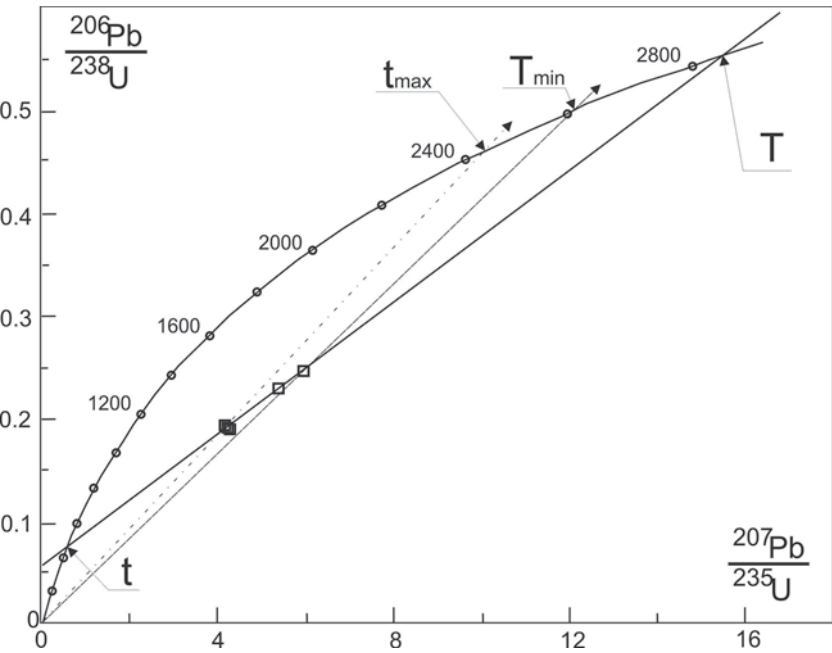


Рис. 3. U-Pb діаграма з конкордією для цирконів із кварцового сієніту, проба 83-51: $T = 2858 \pm 51$, $t = 453 \pm 87$, $T_{\min}$ (мінімальний вік реліктових ядер) — 2609, $t_{\max}$ (максимальний вік оболонок) — 2448 млн рр.

сорного циркону, не несе слідів накладених ендегенних процесів, саме оболонки в кристалах циркону кристалізувались у процесі їх формування.

Монацит представлений дископодібними прозорими зернами світло-жовтого кольору, які, вочевидь, є синпетрогенними до оболонок на кристалах циркону кварцового сієніту.

Результати U-Pb ізотопних досліджень циркону та монациту. Уран-свинцеві дослідження циркону виконано за різнорозмірними фракціями. За всіма фракціями циркону отримані сильно дискордантні значення віку (табл. 2). Числові значення віку, розраховані за ізотопним відношенням $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$, варію-

ють у межах 2609—2448 млн рр. (розрізняються за віком на 160 млн рр.) (табл. 2), що, вочевидь, обумовлено полігенною (полістадійною) історією кристалізації циркону. За уран-свинцевим відношенням розрахована ізохрона з двома перетинами з конкордією. Верхній перетин відповідає віку утворення циркону 2858 ± 51 млн рр. (табл. 2, рис. 3), а нижній — 453 ± 87 млн рр.

U-Pb вік за монацитом було визначено за однією фракцією, за ізотопним відношенням $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ він складає $2065,5 \pm 7,2$ млн рр. (табл. 2).

Обговорення результатів і висновки. Геохронологічні дослідження за цирконом і

Таблиця 2. Вміст урану, свинцю та ізотопний склад свинцю з циркону із кварцових сієнітів (проба 83/51)

Фракція циркону	Вміст, ppm		Ізотопні відношення					Вік, млн років			Дискордантність, %
	U	Pb	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{207}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{208}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	
1 фр. 1	1528,8	443,88	502,1	5,0060	7,7065	0,24627	5,9528	1419	1969	2609,0	45,6
2 фр. 2	1625,1	435,68	507,1	5,0883	7,5965	0,22770	5,4073	1322	1886	2579,5	48,7
3 фр. 3	1576,2	359,45	403,2	5,1779	6,3947	0,18913	4,2288	1117	1680	2478,4	54,9
4 фр. 4	1483,3	339,04	393,0	5,1905	6,3267	0,18920	4,1959	1117	1673	2464,5	54,7
5 фр. 5.	1512,5	351,30	367,6	5,1714	6,0720	0,19071	4,1884	1125	1672	2448,1	54,0
Загальна	766,05	6720	1010	7,1139	0,04143	0,39356	6,92541	2139	2102	2065,5	—3,6

Примітка. 1—5 — розмірні фракції циркону (<0,1 мм), одержані методом скочування по похилій площині. Поправка на звичайний свинець введена за Стейсі та Крамерсом на вік 2500 млн рр. [8]. Вік, млн рр., (1): 2858 ± 51 і 453 ± 87 ; (1): 2854 ± 92 і 450 ± 89 ; (СКЗВ = 17) [6, 7].

монацитом кварцових сієнітів Низянської структури Західного Приазов'я виконано вперше. На Липовеньківській (Тарасівській) ділянці вони проривають метаморфічні породи кайінкулацької товщі західноприазовської серії та пізніші інтрузії діабазів. У кристалах циркону з кварцових сієнітів присутні реліктові «ядра» і пізніші тонкі оболонки. Безперечно, U-Pb вік реліктового циркону є архейським (не молодшим за найбільше числове значення віку, розраховане за $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ — 2609 млн рр.).

Вік монациту за ізотопним відношенням $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ складає $2065,5 \pm 7,2$ млн рр. і, зважаючи на те, що цей мінерал є синпетрогенним для кварцових сієнітів, отримане значення віку характеризує час формування вмісної породи — кварцового сієніту.

Таким чином, згідно з отриманими даними, кварцові сієніти виплавились із архейських порід у коровому магматичному джерелі у палеопротерозої на етапі загальної колізії архейської кори УЩ та Волго-Уральського континенту.

Література

1. Бородиня Б.В., Князькова І.Л., Єсипчук К.Ю., Глеваський Є.Б., та ін. Державна геологічна карта України масштабу 1:200 000, Центральноруська серія, аркуш L-37-VII (Бердянськ). Пояснювальна записка. Київ: Державна геологічна служба, КП «Південукргеологія», Приазовська КГП, 2004. 138 с.
2. Магматические горные породы: Классификация, номенклатура, петрография. Под ред. О.А. Богатикова, В.И. Гоньшаковой [и др.]. Москва: Наука, 1983. Т. 1. Ч. 1. 365 с.
3. Родіонов С.П. Комплекс кристалічних сланців у південно-східній частині Українського щита. *Геол. журн.*, VIII, Вип. 4, 1946. С. 149—194.
4. Шербак Н.П., Загнітко В.Н., Артеменко Г.В., Бартицький Е.Н. Геохронологія крупних геологічних подій в Приазовському блоці Українського щита. *Геохимия и рудообразование*. 1995. Вип. 21. С. 112—129.
5. Эйно О.Л., Есипчук К.Е., Цуканов В.А. Докембрий Западного Приазовья. Киев: Изд-во Киев. ун-та, 1971. 184 с.
6. Ludwig, K.R. ISOPLOT for MS-DOS. A Plotting and Regression Program for Radiogenic-Isotope data, Berkeley Geochronology Center: revision of U.S. *Geological Survey Open-File Report*. 1991. 88-557.
7. Ludwig, K.R. PbDAT Computer Program for Processing Pb-U-Th Isotope Data. Version 1.24, Berkeley Geochronology Center: revision of U.S. *Geological Survey Open-File Report*. 1993. 88-542.
8. Stacey J.S., Kramers I.D. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model. *Earth Planet. Sci. Lett.* 1975. 26. P. 207—211.

Надійшла 22.06.2023

References

1. Borodynia, B.V., Knyazkova, I.L., Yesipchuk, K.Yu., Glevaskyi, E.B. (2004). State geological map of Ukraine, scale 1:200,000, Central Ukrainian series, sheet L-37-VII (Berdyansk). Explanatory note. Pivdenukrgeologiya, Pryazovska KGP, Kyiv. 138 p. [in Russian].
2. Bogatikova, O.A., Gonshakova, V.I. et al. (Eds). (1983). Igneous rocks: Classification, nomenclature, petrography. Nauka, Moscow. V. 1. Part 1. 365 p. [in Russian].
3. Rodionov, S.P. (1946). Complex of crystalline schists in the southeastern part of the Ukrainian Shield, *Geol. Journ.*, VIII, Iss. 4, pp. 149-194 [in Ukraine].
4. Shcherbak, N.P., Zagnitko, V.N., Artemenko, G.V., Bartnytskyi, E.N. (1995). Geochronology of major geological events in the Azov Block of the Ukrainian Shield, *Geochemistry and ore formation*, Iss. 21. pp. 112-129 [in Russian].
5. Eynor, O.L., Esipchuk, K.E., Tsukanov, V.A. (1971). Precambrian of the West Azov. Kyiv, 184 p. [in Russian].
6. Ludwig, K.R. (1991). ISOPLOT for MS-DOS. A Plotting and Regression Program for Radiogenic-Isotope data, Berkeley Geochronology Center: revision of U.S. *Geol. Survey Open-File Rept.* 88-557.
7. Ludwig, K.R. (1993). PbDAT Computer Program for Processing Pb-U-Th Isotope Data. Version 1.24, Berkeley Geochronology Center: revision of U.S. *Geol. Survey Open-File Rept.* 88-542.
8. Stacey, J.S., Kramers, I.D. (1975). Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model, *Earth Planet. Sci. Lett.* 26. pp. 207-211.

Received 22.06.2023

G.V. Artemenko¹

<https://orcid.org/0000-0002-4528-6853>

L.M. Stepanyuk¹

<https://orcid.org/0000-0001-5591-5169>

B.V. Borodynya²

L.S. Dovbysh¹

<https://orcid.org/0000-0003-4529-448X>

O.B. Vysotsky¹

<http://orcid.org/0000-0002-3542-4685>

V.O. Vilkovskiy¹

E-mail: V.vilkovskiy@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0007-7117-8980>

¹ M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation
of the National Academy of Sciences of Ukraine
03142, ave. Acad. Palladina 34, Kyiv, Ukraine

² State enterprise "Pivdenukrgeologiya"
49000, str. Chernyshevsky, 11, Dnipro, Ukraine

AGE OF QUARTZ SYENITES OF THE NIZYANKA STRUCTURE OF THE WEST AZOV REGION

For the first time, geochronological studies of zircon and monazite quartz syenites of the Nizyanka massif in the northern part of the Lozovatka anticline of the West Azov region (Lypovenki area) were performed. They break through the metamorphic rocks of the Kayinkulak and Upper Tokmak strata of the West Azov series and the later intrusions of diabases. «Relic cores» and later thin shells are observed in zircon from quartz syenites. Considering that quartz syenite did not undergo imposed endogenous processes, it was the shells in zircon crystals that crystallized during their formation. The U-Pb age of the relict zircon is 2858 ± 51 Ma. Monazite is synpetrogenic for quartz syenites and was probably formed simultaneously with thin shells of zircon. The U-Pb age of monazite is 2065.5 ± 7.2 Ma. According to the obtained data, quartz syenites were melted from Archean rocks in a crustal magmatic source in the Paleoproterozoic at the stage of the general collision of the Archean crust of the Ukrainian Shield and the Volga-Ural continents.

Keywords: *West Azov, Lozovatka anticline, Nizyanka anticline, U-Pb age, zircon, monazite, quartz syenite.*