

<https://doi.org/10.15407/mineraljournal.46.01.091>
УДК 550.93

Л.М. Степанюк, д-р геол. наук, чл.-кор. НАН України, проф., заст. дир.

E-mail: stepaniuk@nas.gov.ua; <https://orcid.org/0000-0001-5591-5169>

О.М. Пономаренко, д-р геол. наук, акад. НАН України, проф., дир.

E-mail: pan@igmof.gov.ua; <https://orcid.org/0000-0002-5179-6091>

О.Б. Висоцький, канд. геол. наук, наук. співроб.

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

Т.І. Довбуш, наук. співроб.

E-mail: tetyana.dovbush1@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-3512-3313>

О.Є. Гречановська, канд. геол. наук, старш. наук. співроб.

E-mail: e.grechanovskaya@gmail.com; ResearcherID: AAC-5285-2020

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

УРАН-СВИНЦЕВИЙ ВІК ЗА ЦИРКОНОМ СІЄНІТІВ ВЕЛИКОВИСКІВСЬКОГО МАСИВУ (КОРСУНЬ-НОВОМИРГОРОДСЬКИЙ ПЛУТОН)

Викладено результати уран-свинцевого датування цирконів із сієнітів Великоvisківського масиву (Корсунь-Новомиргородського плутон) Інгульський мегаблок Українського щита. Великоvisківський масив розміщений у південній частині Корсунь-Новомиргородського анортозит-рапаківігранітного плутону в районі с. Велика Виска, складений фаяліт-геденбергітовими сієнітами. Сієніти утворюють невеликі виокремлені інтрузивні тіла, які умовно об'єднані у Великоvisківський масив. За текстурно-структурними особливостями і мінеральним складом розрізняють декілька різновидів сієнітів — дрібно-, середньозернисті (переважають), мезократові (10—15 % темноколірних мінералів, зрідка 20—30 %), лейко- і меланократові (наявні у підпорядкованій кількості). За вмістом лугів сієніти належать до нормального ряду. Досліджено анатомію кристалів циркону із пр. 217/862 сієніту, розкритого св. 862. Кристали циркону з Великоvisківського сієнітового масиву досить різноманітні — від прозорих жовтих і бузкових до слабпрозорих коричневих, тріщинуватих. Кристали циркону в сієнітах цього масиву кристалізувались із магматичного розплаву, вірогідно, з нетривалою перервою в кристалізації. Вік сієнітів Великоvisківського масиву визначено уран-свинцевим ізотопним методом за трьома розмірними фракціями мультизернових наважок кристалів циркону із фаяліт-геденбергітового сієніту, пр. 217/860, та двома розмірними фракціями мультизернових наважок кристалів циркону (пр. 158/860, св. 860). Дискордія перетинає конкордію у двох точках: верхній перетин відповідає віку 1774 ± 18 млн рр.; нижній — -129 ± 955 млн рр. Зважаючи на незначну дискордантність (0,9—1,6), розраховано середнє зважене значення віку за ізотопним відношенням $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}_r$ — $1776,2 \pm 2,8$ млн рр., що у межах похибки збігається з віком, розрахованим за верхнім перетином конкордії дискордією, і яке ми приймаємо як час кристалізації кристалів циркону і вік сієніту Великоvisківського масиву.

Ключові слова: Інгульський мегаблок, циркон, сієніт, ізотопний вік, Український щит.

Цитування: Степанюк Л.М., Пономаренко О.М., Висоцький О.Б., Довбуш Т.І., Гречановська О.Є. Уран-свинцевий вік за цирконом сієнітів Великоvisківського масиву (Корсунь-Новомиргородський плутон). *Мінерал. журн.* 2024. 46, № 1. С. 91—95. <https://orcid.org/10.15407/mineraljournal.46.01.091>

© Видавець ВД "Академперіодика" НАН України, 2024. Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Вступ. Великовисківський масив, розміщений у південній частині Корсунь-Новомиргородського анортозит-рапаківігранітного плутону в районі с. Велика Виска, складений фаяліт-геденбергітовими сієнітами. Сієніти складають невеликі (найбільший розміром $4,5 \times 2$ км) виокремлені інтрузивні тіла, інколи жили, що січуть граніти. Ці тіла умовно об'єднані у Великовисківський масив (Kryvdik et al., 1988, 2011). За текстурно-структурними особливостями і мінеральним складом розрізняють декілька різновидів сієнітів — дрібнозернисті (вважають ендоконтактовими різко охолодженими утвореннями), середньозернисті (переважають), мезократові (10—15 % темноколірних мінералів, зрідка 20—30 %), лейко- і меланократові (присутні у підпорядкованій кількості) (Kryvdik et al., 2012). За вмістом лугів сієніти належать до нормального ряду.

За допомогою уран-свинцевого ізотопного методу ми датували циркони із середньодрібнозернистого трахітоїдного мезократового фаяліт-геденбергітового сієніту, проби 217/860 та 158/860, св. 860 (колекція С.Г. Кривдіка). Анатомію кристалів циркону вивчали із пр. 217/862 сієнітів, розкритих св. 862.

Мета досліджень полягає у з'ясуванні віку сієнітів Великовисківського масиву за результатами уран-свинцевого ізотопного датування циркону.

Методика ізотопних досліджень. Датування кристалів цирконів, виділених із фаяліт-геденбергітового сієніту, виконано класичним U-Pb ізотопним методом. Вік визначали за мультизерновими наважками розмірних фракцій кристалів циркону, відібраних вручну під біноклем. Кристали за розміром поділяли за допомогою методу скочування похилою площиною. Хімічну підготовку наважок циркону виконано за стандартною методикою (Krough, 1973). Ізотопний аналіз урану і свинцю проведено на восьми-колекторному маспектрометрі МІ-1201АТ, математична обробка експериментальних даних — за програмами *Pb Dat* і *ISOPLOT* (Ludwig, 1989, 1990). З метою зіставлення результатів датування використано стандарт циркону ІГМР-1 (Bartnytsky et al., 1995).

Результати досліджень та їх інтерпретація. Датовані нами сієніти досить детально охарактеризовані (Krochuk et al., 1989), тому ми зупинимось на анатомії кристалів, оскільки інші мінералогічні аспекти кристалів циркону вже досліджені (Gerasimets, 2019).

Кристали циркону з Великовисківського сієнітового масиву досить різноманітні — від прозорих жовтих і бузкових до слабопрозорих коричневих, тріщинуватих. Розмір кристалів — від десятків до сотень мікрометра. Довжина деяких індивідів сягає кількох міліметрів. Виділяються декілька мор-

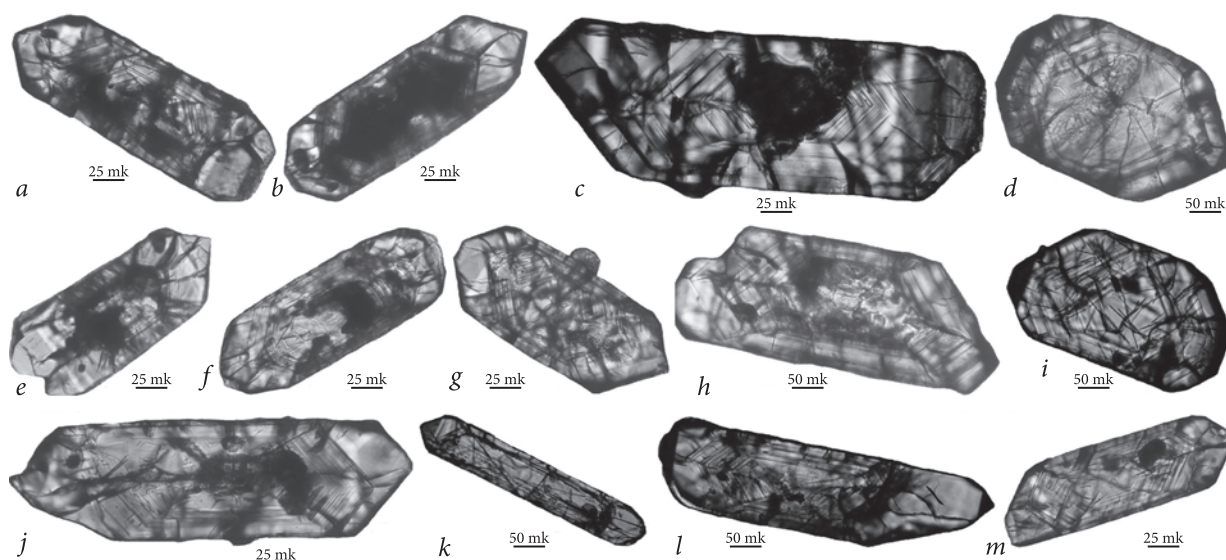


Рис. 1. Мікрофотографії полірованих зрізів кристалів циркону із сієніту, пр. 217/862

Fig. 1. Photomicrographs of polished sections of zircon crystals from syenite, sample 217/862

фологічних типів кристалів циркону: а) майже міліметрові добре огранені поодинокі кристали біпірамідально- або короткопризматичного габітусу з плоскими гранями призм $\{110\}$; б) видовжені до голчастих кристали, іноді скіпетроподібні зазвичай меншого розміру; в) ще дрібніші, з викривленими гранями; г) дрібні біпірамідальні (Krochuk et al., 1989).

Ми дослідили анатомію кристалів циркону із пр. 217/862 сієніту, розкритого св. 862. Для цього відібрані під біноклем кристали були вплавлені в епоксидну смолу і після затвердіння зрізані приблизно на $1/3$ – $1/2$ товщини. Фотографії полірованих зрізів кристалів зроблені на поляризаційному мікроскопі за одного ніколя на просвіт. Як видно із наведених фото (рис. 1), кристали циркону мають досить однотипну і водночас складну будову. Центральні ділянки кристалів, за деяким винятком, наприклад кристал *d* (рис. 1), представлені тонкозональним цирконом, характерним для магматичних порід. Зовнішні кайми практично в усіх кристалах циркону азональні, однорідні (рис. 1). Іноді в кристалах трапляються незначні наростання ще молодшого циркону на гранях вершинок (рис. 1, с, правий край кристала). Характерною особливістю кристалів циркону є успадкування габітусом кристалів габітусу їхніх центральних тонкозональних ділянок. Це

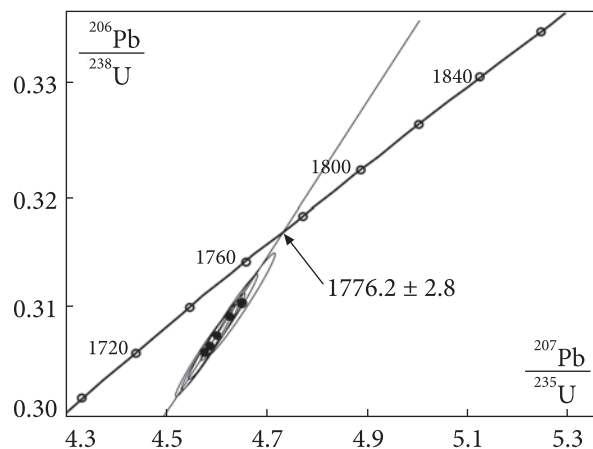


Рис. 2. Уран-свинцева діаграма з конкордією для циркону із сієніту Великоvisківського масиву

Fig. 2. Uranium-lead diagram with concordia for zircon from the syenite of the Velykovyska massif

найяскравіше проявлено в голкоподібних зернах (рис. 1, *k*), центральні ділянки яких за формою та зональністю властиві цирконам діоритів і габроїдів.

Варто звернути увагу на характер переходу між тонкозональними ділянками кристалів і азональними оболонками, які досить виразно простежуються практично в усіх кристалах, проте в одних випадках переході чіткі, але не різкі (рис. 1, *c, f, h, i, m*), в інших головки циркону центральної тонкозональної частини обірвані (рис. 1, *a, j, k, l*), можливо, в результаті тектонічних деформацій.

Вміст урану, свинцю та ізотопний склад свинцю в цирконах із сієніту, пр. 172/860 і 158/860, Великоvisківський масив

Uranium, lead content and lead isotopic composition in zircons from syenite, samples 172/860 and 158/860, Velykovyska massif

Fraction of zircon	Concentrations, ppm		Isotope ratios					Age, Ma			D, %
	U	Pb	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{207}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{208}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}_r}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}_r}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}_r}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}_r}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}_r}{^{206}\text{Pb}_r}$	
1a	226,3	97,16	806,1	7,9758	2,1523	0,30697	4,5993	1726	1749	1777,2	1,6
1б	278,9	119,7	1590	8,5565	2,0797	0,30852	4,6132	1733	1752	1773,5	1,2
1в	260,1	112,9	3640	8,9119	1,9989	0,31086	4,6544	1745	1759	1775,9	0,9
2a	172,2	76,05	447,5	7,2067	2,1147	0,30650	4,5879	1723	1747	1775,5	1,6
2б	199,2	88,93	425,7	7,1215	2,0691	0,30690	4,5987	1725	1749	1777,4	1,6

П р и м і т к а. Поправка на звичайний свинець уведена за Стейсі та Крамерсом на вік 1770 млн рр. 1a—1в — розмірні фракції мультизернових наважок кристалів циркону із сієніту, пр. 217/860; 2a, 2б — те саме, пр. 158/860.

Н о т е. The correction for ordinary lead is introduced according to Stacey and Kramers for an age of 1770 Ma. 1a—1в — size fractions of multi-grain samples of zircon crystals, from syenite, sample 217/860; 2a, 2б — also, sample 158/860.

Досить показовим є кристал *l* (рис. 1), в якому ритмічна зональність поступово згасає в лівій частині кристала та різко обрізана у правій. Ми припускаємо, що на завершальному етапі кристалізації силікатного розплаву (залишкова нерозкристалізована фаза, можливо, складала 5—15 %), в результаті тектонічних напруг у не повністю затверділому силікатному розплаві масиву відбулась крихка деформація, що спричинила розламування частини кристалів циркону. Вірогідно, що деформація супроводжувалась привнесенням (або винесенням) силікатного розплаву в магматичний осередок, що пояснює досить різку зміну умов кристалізації, а саме: на першому етапі кристалізувався тонкозональний циркон, на пізньому — азональний (рис. 1).

Центральні (тонкозональні) ділянки кристалів містять численні твердофазні включення (див. рис. 1), площа яких подекуди зіставна з площею тонкозональних ділянок (рис. 1, с). Окрім апатиту, амфіболів, К-польового шпату, плагіоклазу, карбонату і кварцу, діагностованих за хімічним складом, і сольових включень (Krochuk et al., 1989); як включення в кристалах циркону виявлено "розплавні включення", в яких діагностовано мінерали — продукти кристалізації захопленого розплаву — бритолітова матриця з фазами апатиту, монациту і карбонату рідкісноземельних елементів — розкристалізований багатокомпонентний фосфатно-силікатний розплав і включення апатиту з фазою бритоліту — силікатно-фосфатний розплав (Gerasimets, 2019).

Вік сієнітів Великовисківського масиву визначено уран-свинцевим ізотопним методом за трьома розмірними фракціями мультизернових наважок кристалів циркону із фаяліт-геденбергітового сієніту (пр. 217/860) і двома розмірними фракціями мультизернових наважок кристалів циркону (пр. 158/860, св. 86, колекція С.Г. Кривдіка). Розмірні фракції отримали за допомогою методу скочування похилою площиною. Результати аналітичних досліджень наведено в таблиці.

Дискордія, побудована за даними, наведеними в таблиці, перетинає конкордію у двох точках. Верхній перетин відповідає віку 1774 ± 18 млн рр., нижній — -129 ± 955 млн рр. Зважаючи на незначну дискордантність (0,9—1,6), розраховано середнє зважене значення віку за ізотопним відношенням $^{207}\text{Pb}_r / ^{206}\text{Pb}_r$ — $1776,2 \pm 2,8$ млн рр. (рис. 2), що в межах похибки збігається з віком, розрахованим за верхнім перетином конкордії дискордією, яке ми приймаємо як час кристалізації кристалів циркону і вік сієніту.

Висновки. 1. Кристали циркону в сієнітах Великовисківського масиву кристалізувались із магматичного розплаву, вірогідно, з нетривалою перервою в кристалізації.

2. Вік середньо-дрібнозернистого трахітоїдного мезократового фаяліт-геденбергітового сієніту Великовисківського масиву, розкритого св. 860, становить $1776,2 \pm 2,8$ млн рр.

Автори вдячні О.В. Ковтуну за фотографії кристалів циркону та Г.І. Демиденко, яка відібрала кристали циркону для мікрофотографій і радіогеохронологічних досліджень.

REFERENCES / ЛІТЕРАТУРА

- Bartnitskyi, E.N., Bibikova, E.V., Verkhoglyad, V.M., Legkova, G.V., Skobelev, V.M. and Terets, G.Ya. (1995), *Geochemistry and ore formation*, Iss. 21, Kyiv, pp. 164–167 [in Russian].
 [Бартницький, Е.Н., Бибикова, Е.В., Верхогляд, В.М., Легкова, Г.В., Скобелев, В.М., Терец, Г.Я. (1995), *Геохимия и рудообразование*. Вып. 21. С. 164—167.]
 Gerasimets, I.M. (2019), *Mineralogy of amorphous formations in alkali feldspar syenites of the Ukrainian Shield*, Autoref. Ph.D. diss. of geol. sci., Kyiv, 23 p. [in Ukrainian].
 [Герасимець, І.М. (2019), *Мінералогія аморфних утворень у лужнопольовошпатових сієнітах Українського щита*: автореф. дис. ... канд. геол. наук. Київ. 23 с.]
 Krochuk, V.M., Legkova, G.V., Galaburda, Yu.A., Orsa, V.I. and Usova, L.V. (1989), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 11, No. 6, Kyiv, pp. 18–29 [in Russian].
 [Крочук, В.М., Легкова, Г.В., Галабурда, Ю.А., Орса, В.И., Усова, Л.В. (1989), *Мінерал. журн.* **11**, № 6. С. 18—29.]
 Krough, T.E. (1973), *Geochim. Cosmochim. acta*, Vol. 37, No. 3, pp. 485–494.
 Kryvdik, S.G. and Bezsmolova, N.V. (2011), *Geol. Journ.*, No. 3, Kyiv, pp. 39–45 [in Ukrainian].
 [Кривдік, С.Г., Безсмолова, Н.В. (2011), *Геол. журн.* № 3. С. 39—45.]

Kryvdik, S.G. and Dubyna, O.V. (2012), *Geol. Journ.*, No. 4, Kyiv, pp. 44-56 [in Ukrainian].
<https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2012.4.139205>

[Кривдик, С.Г., Дубина, О.В. (2012), *Геол. журн.* № 4. С. 44—56.]

Kryvdik, S.G., Orsa, V.I. and Bryansky, V.P. (1988), *Geol. Journ.*, No. 6, Kyiv, pp. 43-53 [in Russian].

[Кривдик, С.Г., Орса, В.И., Брянский, В.П. (1988), *Геол. журн.* № 6. С. 43—53.]

Ludwig, K.R. (1989), Pb Dat for MS-DOS, version 1.06, *U.S. Geol. Survey Open-File Rept.*, No. 88, 542, p. 40.

Ludwig K.R. (1990), ISOPLOT for MS-DOS, version 2.0. *U.S. Geol. Survey Open-File Rept.*, No. 88 557, p. 38.

Received 17.10.2023

L.M. Stepanyuk, DrSc (Geology), Corresp. member of NAS of Ukraine, Prof., Deputy director

E-mail: stepaniuk@nas.gov.ua; <https://orcid.org/0000-0001-5591-5169>

O.M. Ponomarenko, DrSc (Geology), Academician of NAS of Ukraine, Director

E-mail: pan.igmof@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-5179-6091>

O.B. Vysotsky, PhD (Geology), Research Fellow

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

T.I. Dovbush, Researcher Fellow

E-mail: tetyana.dovbush1@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-3512-3313>

E.E. Grechanovskaya, PhD (Geology), Senior Research Fellow

E-mail: e.grechanovskaya@gmail.com; ResearcherID: AAC-5285-2020

M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the NAS of Ukraine
 34, Acad. Palladin Ave., Kyiv, Ukraine, 03142

URANIUM-LEAD AGE ACCORDING TO ZIRCON OF SYENITES OF THE VELIKOVYNSKA MASSIF (KORSUN-NOVOMYRHOROD PLUTON)

The results of uranium-lead dating of zircons from syenites of the Velykovyska massif (Korsun-Novomyrhorod pluton) of the Ingul megablock of the USh are given. The Velykovyska massif, located in the southern part of the Korsun-Novomyrhorod anorthosite-rapakivi granite pluton, in the area of the village Velyka Vyska, composed of fayalite-hedenbergite syenites. Syenites are small isolated intrusive bodies that are conventionally united in the Velykovyska massif. Several varieties of syenites are distinguished by textural-structural features and mineral composition — fine-grained, medium-grained (predominant), mesocratic (10-15% of dark-colored minerals, occasionally 20-30%), leuco- and melanocratic (present in subordinate quantities) syenites according to alkali content belong to the normal series. The anatomy of zircon crystals from a sample (217/862) of syenite discovered by well 862 was studied. Zircon crystals from the Velykovyska syenite massif are quite diverse — from transparent yellow and lilac to slightly transparent brown, cracked. Zircon crystals in the syenites of the Velykovyska massif crystallized from magmatic melt, probably with a short break in crystallization. The age of the syenites of the Velykovyska massif was determined by the uranium-lead isotope method based on three size fractions of multi-grain weights of zircon crystals from the fayalite-hedenbergite syenite, sample (217/860) and two size fractions of multi-grain weights of zircon crystals of the sample (158/860) St. 860. The discordia intersects the concordia at two points: the upper crossing corresponds to the age of 1774 ± 18 Ma and the lower one — 129 ± 955 Ma. Taking into account the slight discordance (0.9-1.6), the weighted average value of the age based on the $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ isotopic ratio was calculated to be 1776.2 ± 2.8 Ma, which coincides within the margin of error with the age calculated from the upper intersection of concordia with discordia and which we take the time of crystallization of zircon crystals and the age of the syenite of the Velykovyska massif.

Keywords: Ingul megablock, zircon, syenite, isotopic age, Ukrainian Shield.