

УДК. 550.93

<https://doi.org/10.30836/gbhgd.2024.4>

U-Pb та Lu-Hf ГЕОХРОНОЛОГІЯ ГРАНІТНОГО МАГМАТИЗМУ В ОСНИЦЬКОМУ БЛОЦІ (ВОЛИНСЬКИЙ МЕГАБЛОК УЩ)

Висоцький О.Б.¹, Степанюк Л.М.¹, Шумлянський Л.В.^{1,2}, Довбуш Т.І.¹

¹ Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, м.
Київ, vysotsky@nas.gov.ua

² Curtin University, School of Earth and Planetary Sciences, Perth, Australia,
leonid.shumlyansky@curtin.edu.au

U-Pb AND Lu-Hf GEOCHRONOLOGY OF GRANITE MAGMATISM IN THE OSNYTSKY BLOCK (VOLYNSKY MEGABLOCK)

Vysotsky O.B.¹, Stepaniuk L.M.¹, Shumlyansky L.V.^{1,2}, Dovbush T.I.¹

¹ M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the National
Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, vysotsky@nas.gov.ua

² Curtin University, School of Earth and Planetary Sciences, Perth, Australia,
leonid.shumlyansky@curtin.edu.au

The U-Pb and Lu-Hf isotopic systems of zircon crystals from granitoids of the Osnytsk block were studied using the LA-ICP-MS method at Curtin University (Perth, Australia). Zircons from the same samples were also dated using the classic uranium-lead isotope method. The obtained age for zircon from these rocks is in the age interval of 1.96-1.98 Ga years, which corresponds to the time of formation of granitoids of the Osnytsky block. The obtained ε_{Hf} for all granitoids indicates a crustal source of the original magma with a short crustal prehistory.

Вступ. Осницький блок розташований в північно-західній частині Волинського мегаблоку Українського щита, являє собою невелику частину набагато більшої структури Східно-Європейської платформи – Осницько-Мікашевицького вулканоплутонічного поясу [1]. Характерною особливістю блоку є тісне просторове поєднання продуктів вулканізму, віднесених до клесівської серії та інтрузивних утворень – своєрідну асоціацію порід, яка включає просторово і генетично пов'язаний ряд плутонічних утворень від габро до лейкократових гранітів, віднесених до осницького комплексу [6].

Перші визначення ізотопного віку гранітів Осницького блоку були виконані К-Аг методом. Отримані значення віку біотитів варіюють в інтервалі 1460 – 1490 млн. років [5]. Пізніше, для мультизернових наважок кристалів циркону із лейкократового граніту Осницького кар'єру уран-свинцевого ізотопним методом отримано вік – 1995 ± 15 млн. років [3]. За результатами U-Pb датування кристалів циркону із декількох проб (кар'єр «Пщелі») та Томашгородський, р-н смт. Томашгород) отримано вік $1993,8 \pm 3,2$ млн. років [7].

Об'єкти та методи дослідження. Методом LA-ICP-MS в Curtin University (м. Перт, Австралія), вивчено U-Pb та Lu-Hf ізотопні системи кристалів циркону із гранітів: середньозернистого (пр. В-4-2), розкритого кар'єром, що знаходиться на західній околиці с. Віри, дрібнозернистого (пр. ОС-9-В), відібраного з керну свердловини 3051, інт. 5,6-13,1 м., розташованої в 2.95 км по азимуту південний схід 176^0 від залізничного вокзалу в смт. Томашгород, та крупнозернистого (пр. ОС-10-В), там же, інт. 13,1-15,8 м.. Циркони із цих же проб датували класичним уран-свинцевим ізотопним методом у відділі радіогеохронології ІГМР НАН

України. Хімічна підготовка наважок мінералів-геохронометрів виконувалась за методикою [4].

Мета досліджень полягала в з'ясуванні часу формування гранітоїдних магматичних порід осницького блоку.

Результати та їх обговорення. *Граніт дрібнозернистий* (пр. ОС-9-В) – світло-рожева масивна порода. Проба відібрана з керну свердловини 3051, інт. 5,6-13,1 м. Контакт (глибина 13,1 м) з крупнозернистим гранітом (проба ОС-10-В), що підстеляє – тектонічний.

Структура дрібнозерниста, лепідонематогранобластова. Розмір кристалів від 0,1 мм до 3 мм. Переважають зерна 0,3-1,5 мм.

Мінеральний склад: кварц – 35%, плагіоклаз – 30%, калієвий польовий шпат – 25%, біотит – 3%; вторинні мінерали – епідот, клиноцоїзит – 4%, мусковіт – 3%, серицит, гематит; акцесорні – апатит, рудний мінерал, циркон.

Хімічний склад (ваг. %): SiO_2 – 70,8, TiO_2 – 0,29, Al_2O_3 – 15,07, Fe_2O_3 – 1,48, FeO – 1,26, MnO – 0,044, MgO – 0,32, CaO – 0,84, Na_2O – 2,67, P_2O_5 – 0,06, K_2O – 6,84, H_2O – 0,48, в.п.п. – 0,18, сума – 99,87.

Кристали **циркону** із дрібнозернистих гранітів осницького комплексу характеризуються одним типом, досить дрібні, зі значними варіаціями за видовженням. Форма зерен діпірамідальна, призматична, округла, розмір зерен від 0,01 мм до 0,3 мм. Окремі зерна мають нечітку зональну будову (рис. 2).

Колір їх рожевувато-коричневий, рожевувато-сірий, світло-рожевий. Переважна більшість кристалів циркону світло-рожеві до безбарвних. Прозорість зменшується від світло-рожевих до рожевувато-сірих та коричневих.

Вік, отриманий за верхнім перетином конкордії дискордією, розрахованою за отриманими даними (SIMS), складає 1973.6 ± 8.4 млн. років, та 14 ± 24 млн. років, за нижнім. Середнє зважене значення ізотопного віку за ізотопним відношенням $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ – $1969,3 \pm 6$ млн. років [2].

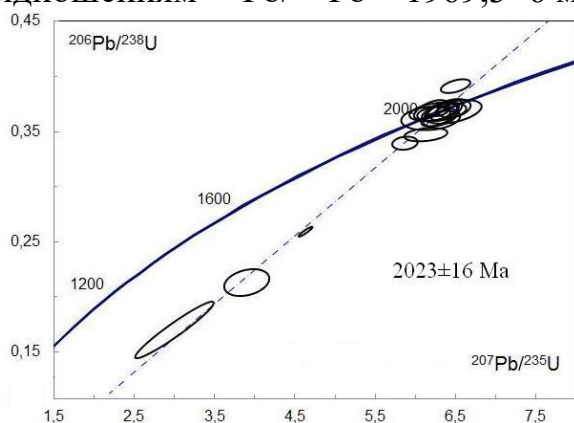


Рис. 1. U-Pb діаграма з конкордією для центральних ділянок кристалів циркону із граніту дрібнозернистого (пр. ОС-9-В) метод *LA-ICP-MS*.

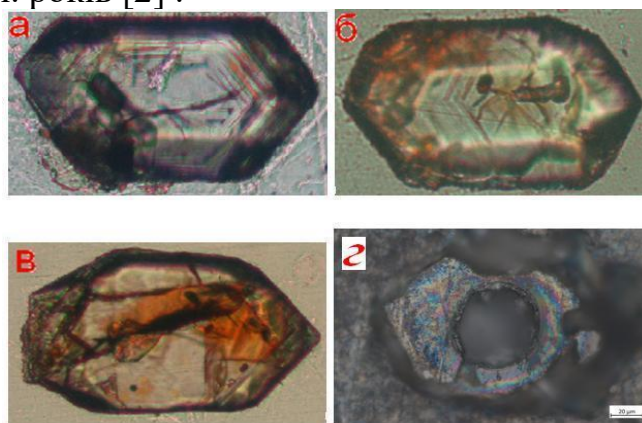


Рис. 2. *а, б, в* - Мікрофотографії зрізів кристалів циркону із граніту д/з *г* - мікрофотографія циркону після датування методом *LA-ICP-MS*.

За верхнім перетином лінії регресії, розрахованої за результатами радіогеохронологічних досліджень методом *LA-ICP-MS* отримано вік 2023 ± 16 млн. років (рис. 1), при цьому ϵHf_{2023} варіює в досить вузьких межах від -1.2 до 3.5, середнє – 1.41 ± 0.42 , що свідчить про корове джерело вихідної магми.

Граніт середньозернистий (пр. В-4-2) - рожево-сіра до червоної порода з

масивною текстурою. Граніт складає невелике (потужністю 10-15 м) тіло гранітів з чіткими і рівними контактами, яке знаходиться серед біотит-амфіболових діоритів. Іноді в зоні ендоконтакту граніти збагачуються темнокольоровими мінералами.

Структура переважно середньозерниста, лепідогранонематобластова, розмір зерен 0,1-6 мм, переважають 2-4 мм.

Мінеральний склад: КПШ – 40%, кварц – 35%, плагіоклаз – 20%, біотит – 3%; вторинні мінерали – епідот – 2%, мусковіт, серицит, хлорит; акцесорні – апатит, сфен, рудний мінерал, циркон, турмалін?.

Хімічний склад (%): SiO₂-69,62; TiO₂-0,20; Al₂O₃-13,43; Fe₂O₃-2,31; FeO-2,37; MnO-0,05; MgO-0,81; CaO-1,57; Na₂O-4,00; K₂O-4,80; H₂O-0,08; ВПП-0,60; Сума-99,84

Циркон, в основному, представлений дрібними короткопризматичними кристалами з простими формами – призма [110] і діпіраміди [111], інколи ускладнені гранями призми [100] і біпіраміди, зрідка трапляються більш крупні кристали розміром до 0,8-1,2 мм. Переважна більшість кристалів циркону світло-рожеві до безбарвних, крупні кристали за звичай напівпрозорі з великою кількістю включень темнокольорових або рудних мінералів.

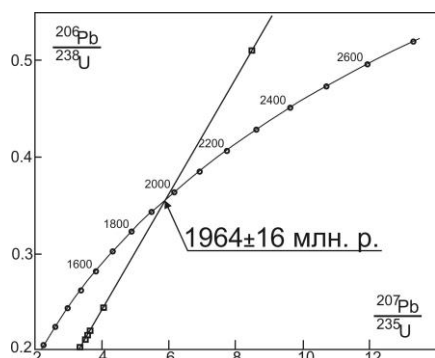


Рис. 3. U-Pb діаграма з конкордією для мультизернових наважок кристалів циркону із середньозернистого граніту, проба В-4-2.

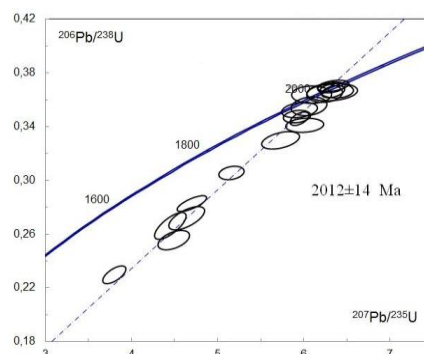


Рис. 4. U-Pb діаграма з конкордією для центральних ділянок кристалів циркону із середньозернистого граніту, проба В-4-2.

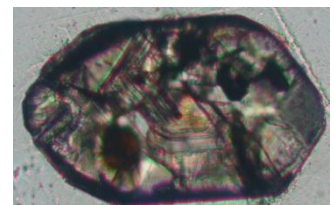


Рис. 5. Мікрофотографія зрізу кристалу циркону із граніту с/з.

Вік, отриманий за верхнім перетином конкордії дискордією (рис.3.), розрахованою за отриманими даними, складає 1964 ± 16 млн. років, та 5 ± 54 млн. років, за нижнім (метод SIMS).

За верхнім перетином лінії регресії, розрахованої за результатами радіогеохронологічних досліджень методом *LA-ICP-MS* отримано вік 2012 ± 14 млн. років (рис. 4), при цьому $\varepsilon_{\text{Hf}2012}$ варіює в досить вузьких межах від -0.4 до 1.3, середнє – 0.66 ± 0.20 , що свідчить про корове джерело вихідної магми з короткою коровою передісторією.

Граніт крупнозернистий (пр. ОС-10-В) - червонувато-рожева, рожева та світло-сіра масивна порода з рівномірно розподіленими окремими зернами або гніздоподібними обособленнями бузкового кварцу.

Структура нерівномірнозерниста, порфіроподібна. Структура основної

маси переважно середньозерниста, гранітна, розмір зерен 0,4-4 мм, переважають 1-2 мм. Порфірові вкраплення представлені ПШ розміром 4-10 мм.

Мінеральний склад: плагіоклаз – 44%, КПШ – 37%, кварц – 15%, біотит – 4%; вторинні мінерали – епідот, серицит, хлорит; акцесорні – апатит, рудний мінерал, циркон.

Хімічний склад (ваг. %): SiO_2 – 68,02, TiO_2 – 0,49, Al_2O_3 – 16,51, Fe_2O_3 – 0,18, FeO – 2,62, MnO – 0,044, MgO 1,45, CaO – 2,51, Na_2O – 3,58, P_2O_5 – 0,17, K_2O – 3,31, H_2O – 0,56, в.п.п. – 0,79, сума – 99,67.

Циркон зустрічається у вигляді дрібних зерен від 0,01 мм до 0,12 мм, іноді зустрічаються зерна 0,5-0,6 мм. дипірамідальних, дипірамідально-призматичних кристалів світло-бурого кольору. Спостерігається, частіше всього, у вигляді включень у біотиті, рідше плагіоклазі.

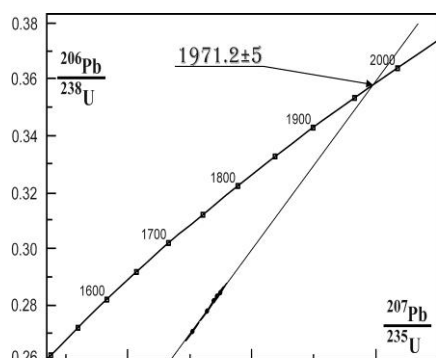


Рис. 6. U-Pb діаграма з конкордією для мультизернових наважок кристалів циркону із крупнозернистого граніту, проба . OC-10-B.

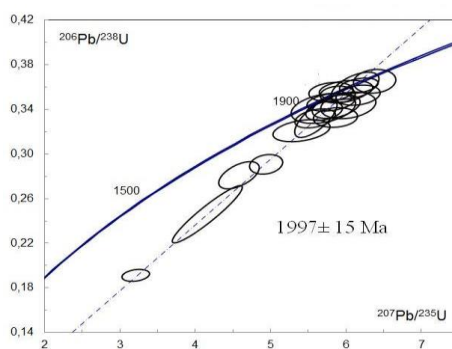


Рис. 7. U-Pb діаграма з конкордією для центральних ділянок кристалів циркону із крупнозернистого граніту, проба . OC-10-B.

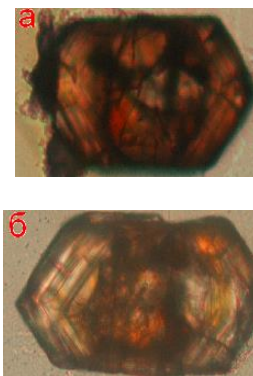


Рис. 8. Мікрофотографії зрізів кристалів циркону із граніту к/з.

Оскільки фігуративні точки свинець-уранових ізотопних відношень лежать з незначною розтяжкою, за вік циркону прийняли середнє зважене значення віку за ізотопним відношенням $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ – 1971.2 ± 5 млн. років (рис.6). Вік за верхнім перетином конкордії дискордії розрахованою за отриманими даними (SIMS) без урахування похибок, складає 1966 ± 55 млн. років та за нижнім – $991 \pm \infty$ млн. років.

За верхнім перетином лінії регресії, розрахованої за результатами радіогеохронологічних досліджень методом *LA-ICP-MS* отримано вік 1997 ± 15 млн. років (рис. 7), при цьому $\epsilon_{\text{Hf}}^{1997}$ варіює в досить вузьких межах від -1,0 до 2,2, середнє – 0.23 ± 0.48 , що свідчить про корове джерело вихідної магми.

Зважаючи, що наші кристали циркону є досить дрібними та неоднорідними за своїм складом (рис.2,5,8), окрім того часто в якості включень містять інші мінерали, методом *LA-ICP-MS* була можливість проаналізувати центральні ділянки кристалів циркону (рис.2г), тому було отримано дещо більші значення віку по відношенню до тих, що було продатовано методом SIMS.

Для мультизернових наважок кристалів циркону уран-свинцевим ізотопним методом (SIMS) отримано вік: граніт д/з (пр. OC-9-B) – $1969,3 \pm 6$ млн. років, граніт с/з (пр. В-4-2) – 1964 ± 16 млн. років та граніт к/з (пр. OC-10-B) – 1971.2 ± 5

млн. років. За результатами радіогеохронологічних досліджень методом *LA-ICP-MS* отримано вік: граніт д/з (пр. ОС-9-В) - 2023 ± 16 млн. років, граніт с/з (пр. В-4-2) - 2012 ± 14 млн. років та граніт к/з (пр. ОС-10-В) - 1997 ± 15 млн. років.

Висновки.

Отриманий вік (1960-1980 млн рр.) циркону із гранітів характеризує час гранітного магматизму в Осницькому блоці.

Для всіх гранітоїдів отримано ϵHf яке варіює в досить вузьких межах -1.3 до 3.5, що свідчить про корове джерело вихідної магми.

Література

1. Аксаментова Н. В. Магматизм и палеогеодинамика ранне-протерозойского Осницко-Микашевичского вулcano-плутонического пояса: ИГН НАН Беларуси. – Минск, 2002. – 176 с.
2. Висоцький О.Б., Степанюк Л.М., Довбуш Т.І., Коваленко Н.О. U-Pb геохронологія за цирконом дрібнозернистих гранітів осницького комплексу (Волинський мегаблок УЩ). *Геохімія та рудоутворення*. 2020. № 41 С. 83-86. <https://doi.org/10.15407/gof.2020.41.083>
3. Геохронологическая шкала докембрия Украинского щита / Щербак Н.П., Артеменко Г.В., Бартницкий Е.Н. и др. - К.: Наук. думка, 1989. - 144 с.
4. Довбуш Т. І., Скобелев В. М., Степанюк Л. М. Методичні рекомендації з уран-свинцевого, рубідій-стронцієвого та самарій-неодимового ізотопного датування геологічних об'єктів при ГРП // - К.; УкрДГРІ, 2008. 77 с.
5. Каталог изотопных дат пород Украинского щита / Н.П.Щербак, Злобенко В.Г., Жуков Г.В. и др. - Киев: Наук. думка, 1978. - 224 с.
6. Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита (схема та пояснювальна записка). – К.: УкрДГРІ, - 2004 – 30 с.
7. Щербак Н.П., Артеменко Г.В., Лесная И.М., Пономаренко А.Н., Шумлянский Л.В. Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Протерозой. К.: Наукова думка, 2008.–240 с