

УДК 621.039.86 + 551.72 (477.42/.81)

**Л.В. Шумлянський, О.А. Белоусова, С.-О. Елмінг**

## **ПРО ІЗОТОПНИЙ ВІК ПОРІД ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСЬКОЇ ГАБРО-ДОЛЕРИТОВОЇ АСОЦІАЦІЇ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО РАЙОНУ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА**

За результатами датування цирконів з допомогою методів твердофазної мас-спектрометрії та спектрометрії вторинних іонів визначено U-Pb ізотопний вік порід Прутівського ( $1777,0 \pm 4,7$  млн рр.) та Каменського (1788 млн рр.) масивів, а також Томашгородської дайки ( $1790,3 \pm 4,3$  млн рр.). Ці результати свідчать про відсутність генетичних зв'язків між зазначеними вище породами та породами букинського комплексу, що ставить під сумнів перспективи нікеленосності останнього. Згідно з отриманими даними пропонується виділити у Кореляційній хроностратиграфічній схемі раннього докембрію Українського щита томашгородський комплекс у складі високонікелевих дайкових долеритів, Прутівського та Каменського масивів з віком формування у 1780—1790 млн рр. Від виділення кам'яньського та прутівського комплексів пропонується відмовитись.

**Вступ.** Автори роботи [10] виділили в межах Північно-Західного району Українського щита (УЩ) трапову (габро-долеритову) асоціацію у складі трьох формацій: 1 — габро-долеритової (Прутівський масив та дайки кайнотипних долеритів); 2 — сублужної олівін-габрової (розвинуті в межах Букинського плутону та Красногорсько-Житомирської зони дайки сублужного олівінового габро, віднесені до стрибізького комплексу [9]); 3 — перидотит-габро-анортозитової, до якої належить повнодиференційований Каменський інтрузив. Вік порід асоціації визначався на рівні 2 млрд рр., оскільки досі існувало лише одне визначення U-Pb ізотопного віку цирконів, виділених з порід Прутівського масиву, що дорівнював  $1990 \pm 5$  млн рр. і співпадав з віком Букинського плутону [3]. Саме це визначення спонукало стверджувати спорідненість Букинського плутону та нікеленосного Прутівського масиву, що дозволяло значно розширити перспективи сульфідної нікеленосності Північно-Західного району УЩ. Втім відомо, що дайки олівін-габрової формації перетинають породи Букинського масиву і, отже, є більш молоді-

ми; крім того, дайки прутівського комплексу (зокрема, Томашгородська) січуть породи осницького комплексу, хоча в Кореляційній хроностратиграфічній схемі [2] прутівський комплекс є більш давнім.

Отже, геологічні відомості свідчать про більш молодий вік габро-долеритової асоціації (в тому обсязі, в якому її виділяють автори [10]) по відношенню до Букинського плутону, в той час як єдине наявне на даний час U-Pb датування вказує на їхній однаковий вік. Ця невідповідність геологічного положення та віку призвела до заперечення самого факту існування асоціації. Так, І.Б. Щербаков відносив до прутівського комплексу масиви-сателіти Букинського плутону (Годиха, Залізняка та ін.), а також Каменський масив [11]. Розглядаючи габро-долеритову асоціацію, І.Б. Щербаков заперечує включення до її складу Прутівського та Каменського масивів на тій підставі, що вони обидва містять монцонітоїди та відзначаються високою магнезійністю. Проте насправді монцонітоїди у складі обох масивів відсутні, а висока магнезійність деяких порід пояснюється їх диференційованістю — високомагнезійними є не вихідні розплави, які за складом відповідають дайковим породам габро-долеритової формації, а

© Л.В. Шумлянський, О.А. Белоусова,  
С.-О. Елмінг, 2008

збагачені на олівін кумулати. Втім, як справедливо зазначав І.Б. Щербаков, "не все гаразд з віком" [11, с. 95] асоціації. Якщо приймати його в 1990 млн рр., як було визначено авторами роботи [3], то дійсно важко називати трапами породи, що розвивались в орогенних умовах активної континентальної окраїни.

Отже, можливо, проблема полягає не у неправильному визначенні формаційної належності порід, віднесених до габро-долеритової асоціації, а в помилковому визначенні їхнього віку? В роботі [6] було показано, що за ізотопними характеристиками породи Прутівського і Букинського масивів помітно різняться між собою і, очевидно, мають різне походження. Крім того, Sm-Nd ізохрона, побудована для порід Прутівського масиву, хоча і відрізнялась низькою якістю з причини малих варіацій Sm/Nd співвідношення, тим не менш вказувала на більш молодий, ніж 1990 млн рр., вік масиву. Аналогічні результати були отримані і для дайок габро-долеритів та представників олівін-габрової формації. Всі ці факти поставили під сумнів правильність визначення віку Прутівського масиву. Для розв'язання цієї проблеми нами було проведено опробування пробуреної в межах Прутівського масиву нової св. № 268 (інт. 91—112,5 м) з метою виділити та дослідити циркони. Також була опробувана Томашгородська дайка. Керн Каменського масиву, на превеликий жаль, не зберігся, але в колекції К.В. Когути вдалось розшукати декілька валових фракцій сульфідів з порід масиву, одна з яких містила циркон (пр. 3502/704). Крім того, була знайдена оригінальна проба циркону (св. 69, гл. 172,7—174,3), для якої отримано вік в 1990 млн рр. [3]. Серед усіх згаданих проб лише зі зразків Томашгородської дайки циркони були виділені у кількості, достатній для датування за методом твердофазної мас-спектрометрії (TIMS) по мультизернових наважках. Всі інші проби містили від 10 до 25 зерен циркону, що унеможливило їх датування в цей спосіб. Такі малі фракції досліджувались за допомогою методу мас-спектрометрії вторинних іонів (SIMS), який дозволяє визначати вік не лише поодиноким кристалів, а навіть окремих ділянок мінеральних зерен.

**Методика досліджень.** Авторами були відібрані великі (по декілька десятків кілограм) проби крупно- та гігантозернистих відмін габроїдів (так звані габро-пегматити) Прутівсько-

го масиву та Томашгородської дайки. В лабораторії Інституту геохімії, мінералогії та рудотворення ім. М.П. Семененка НАН України проби дрібнили до фракції 0,5 мм, після чого важку фракцію збагачували на концентраційному столі. Циркон, виділений з важкої фракції, був розділений відповідно до своїх електромагнітних властивостей. Для подальших досліджень використовували лише немагнітну фракцію.

Старі проби (69/172,7—174,3 — Прутівський інтрузив та 3502/704 — Каменський масив) оброблялись раніше в тій самій лабораторії за подібною методикою.

З проб цирконів Томашгородської дайки під бінокулярним мікроскопом вручну відбирали невеликі (по 10—15 зерен кожна) наважки, складені найменш зміненими кристалами без сторонніх включень і тріщин. У лабораторії Шведського природознавчого музею (*Naturhistoriska Riksmuseet*) ці циркони промивали у розведених соляній кислоті та воді, після чого розташовували в тефлонових мікрокапсулах і додавали до них змішаний  $^{205}\text{Pb}$ — $^{233}$ — $^{236}\text{U}$  трасер. Зразки розчиняли в суміші кислот HF : HNO<sub>3</sub> в автоклаві за температури 205 °C протягом семи днів. Отриманий розчин випаровували та заново розчиняли в соляній кислоті. Уран та свинець виділяли за стандартною іонно-обмінною процедурою з використанням води та соляної кислоти. Виділені чисті солі свинцю та урану аналізували на мас-спектрометрі *Finnigan MAT-261*.

Малі наважки цирконів, яких не було достатньо для дослідження за методом твердофазної мас-спектрометрії, вивчали за допомогою мас-спектрометрії вторинних іонів. Для цього серед наявних зерен під бінокулярним мікроскопом вибирали групу з 3—12 кристалів, найбільш придатних для ізотопних досліджень. Кристали занурювали в епоксидну смолу, прищліфовували, після чого досліджували під сканувальним електронним мікроскопом, обладнаним катодолюмінесцентною приставкою. Така процедура дозволяє виявити внутрішні неоднорідності (зональність, наявність успадкованих ядер тощо) в будові кристалів. Після цього циркон аналізували на мас-спектрометрі вторинних іонів з високою роздільною здатністю  *Cameca ims1270* (консорціум *NORDSIM*, Швецький природознавчий музей, м. Стокгольм). Деталі аналітичної процедури описані в роботі [13].



Рис. 1. Циркони, виділені з порід Томашгородської дайки (пр. 03-Т8). Ширина поля зору близько 1 мм

Окрім того, у цирконах з проб Томашгородської дайки та Прутівського масиву, а також (для порівняння) в двох пробах цирконів з порід Букинського плутону в лабораторії GEMOC (Університет Macquarie, Сідней, Австралія) методом LA-ICP-MS (лазерна абляція з мас-спектрометрією індуктивно-пов'язаної плазми) досліджували мікроелементний склад. Деталі аналітичної процедури докладно викладені в роботі [12].

**Опис цирконів.** Томашгородська дайка розрита декількома кар'єрами ("Пщелі" біля с.м.т. Томашгород, два невеликих кар'єри поблизу с. Олександрівка), з кожного з яких було відібрано по одній пробі крупнозернистих габроїдів, що є комагматичними до дрібно-середньозернистих долеритів дайки (03-Т8 — кар'єр "Пщелі", 03-ОЛ2 — закинутий кар'єр поблизу с. Олександрівка та 06-Е17 — невеликий кар'єр, що діє там само). Циркони всіх проб безбарвні або ж забарвлені у рожево-коричнюватий колір, прозорі. Досліджені нами зерна являли собою дрібні (~0,1 мм) уламки більш крупних кристалів. Форма зерен переважно видовже-

но-призматична, іноді зберігаються дипірамідальні верхівки кристалів (рис. 1). Зональність проявлена дуже слабо, в більшості зерен взагалі не спостерігалась. Нерідко відзначаються розташовані паралельно видовженню кристалів циркону вrostки сторонніх мінералів (рис. 2). У різній кількості у всіх зазначених пробах зафіксований баделейт, репрезентований дуже добре сформованими видовженими таблитчастими кристалами кавового кольору. Цей мінерал ми не аналізували.

Циркони Прутівського інтрузиву, виділені з пр. 69/172,2—174,3 [3] та з нашої пр. 268, помітно різняться між собою за зовнішнім виглядом та геохімічними характеристиками (див. нижче). Циркони з пр. 69/172,2—174,3 (рис. 3) практично безбарвні, прозорі, ізометричні до короткопризматичних, характеризуються сильним алмазним блиском. Розмір кристалів становить 0,1—0,2 мм. В катодних променях (рис. 4) спостерігається помітна люмінесценція, яка дозволяє виявити зональ-

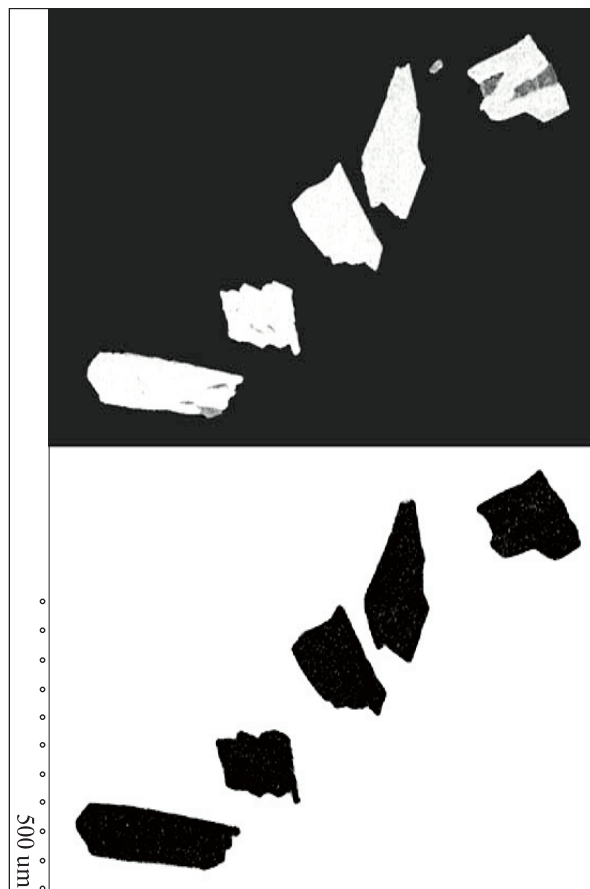


Рис. 2. Зображення цирконів, виділених з порід Томашгородської дайки (пр. 03-Т8) у відбитих електронах (зверху) та катодних променях (знизу)

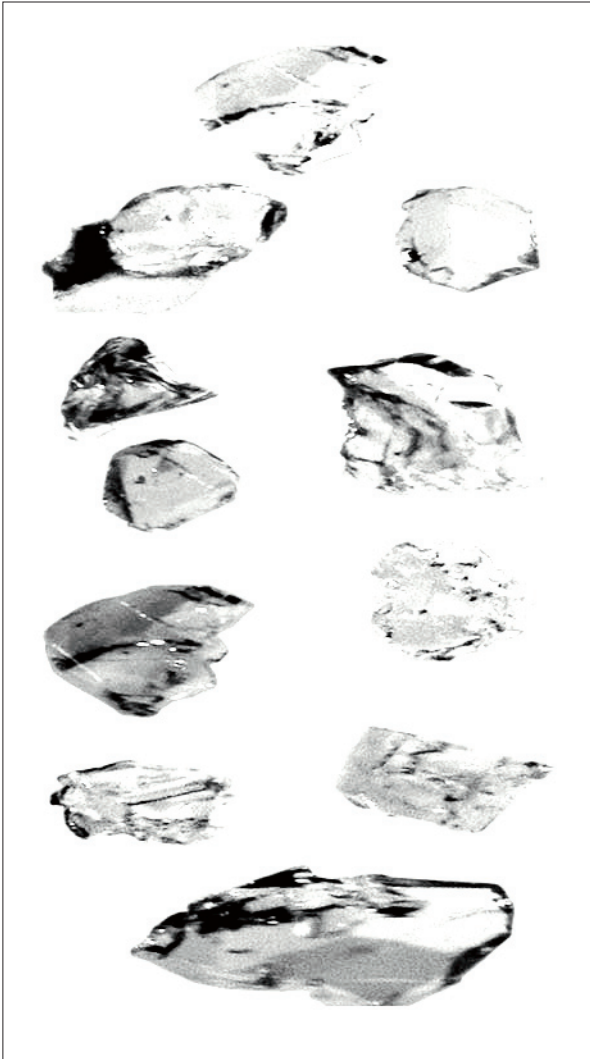


Рис. 3. Циркони, виділені з пр. 69/172,2—174,3

ність, іноді — секторіальну, багато дрібних мінеральних включень. Кристали часто мають індукційні грані.

Циркони з пр. 268 дещо більші — їхній розмір нерідко перевищує 0,2 мм. Кристали помітно забарвлені у буруватий колір, призматичні до видовжено-призматичних, з чітко вираженими пірамідальними верхівками, ідіоморфні (рис. 5). Зональність практично відсутня, у катодних променях люмінесценція не проявлена (рис. 6). Включення також практично відсутні.

Циркони Каменського масиву репрезентовані дрібними (< 0,1 мм) кутастими уламками. Забарвлені у яскраво-червоний колір, не зональні, не люмінесцентні (рис. 7).

**Геохімічні особливості цирконів.** Нами було досліджено вміст широкого кола елементів у цирконах, виділених з проб 03-Т8 (Томашго-

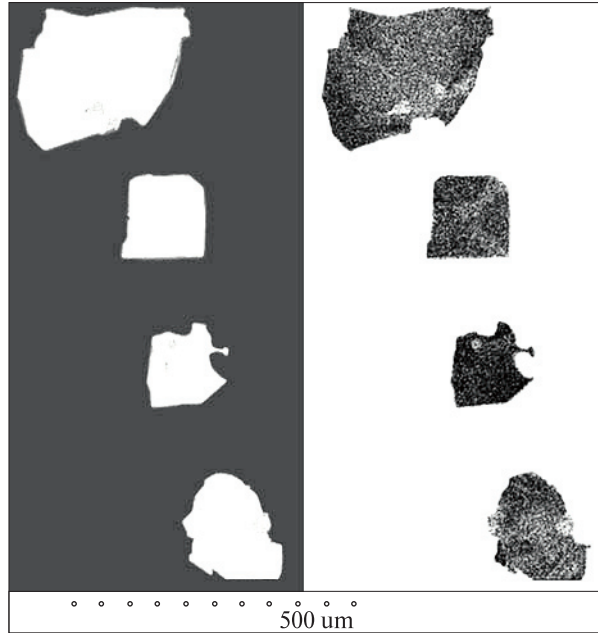


Рис. 4. Зображення цирконів, виділених з пр. 69/172,2—174,3 у відбитих електронах (ліворуч) та катодних променях (праворуч)

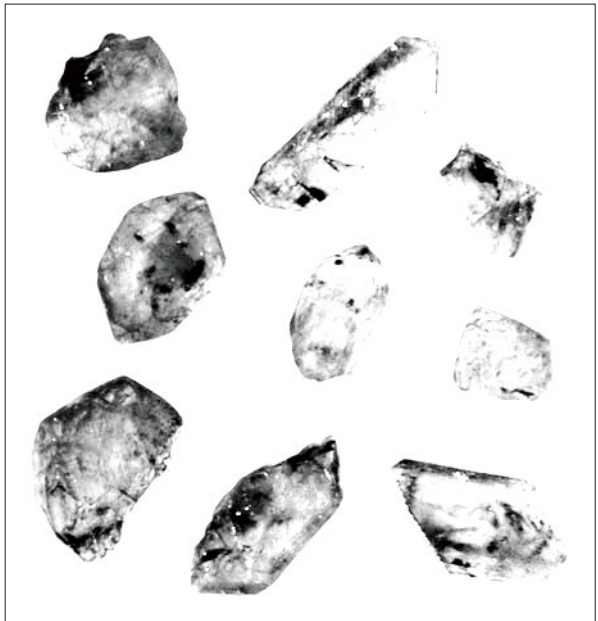


Рис. 5. Циркони, виділені з пр. 268 (Прутівський масив)

родська дайка) та 268 (Прутівський масив) (табл. 1). В цирконах з інших проб визначали лише вміст урану і торію (табл. 2).

Найбільш характерною особливістю цирконів Прутівського масиву та Томашгородської дайки є дуже високий вміст фосфору (>330 г/т) та ітрію (>1400 г/т в цирконах Прутівського



Рис. 6. Зображення цирконів, виділених з пр. 268 (Прутівський масив) у відбитих електронах (ліворуч) та катодних променях (праворуч)

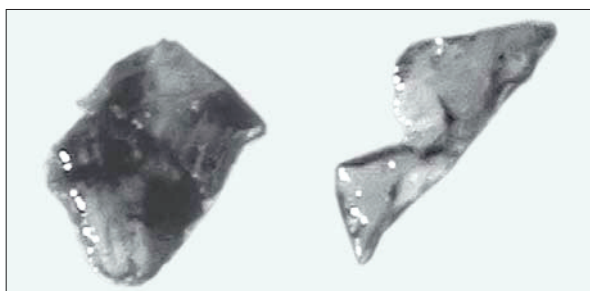


Рис. 7. Циркони, виділені з пр. 3502/704 (Каменський масив)

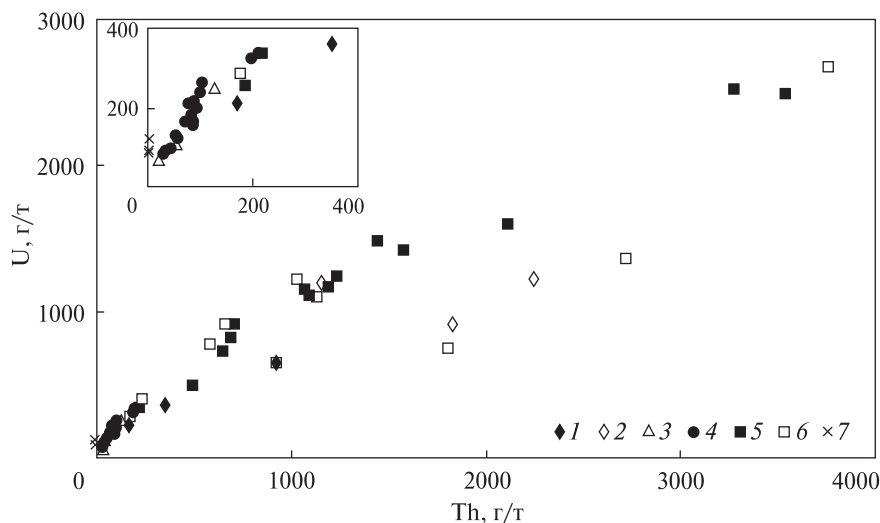


Рис. 8. Вміст урану та торію в досліджуваних цирконах: 1 — Прутівський інтрузив, пр. 268 (за даними LA-ICP-MS); 2 — те саме (за даними SIMS); 3 — пр. 69/172,2—174,3 (за даними SIMS); 4 — Букинський масив (за даними LA-ICP-MS); 5 — Томашгородська дайка (за даними LA-ICP-MS); 6 — те саме (за даними SIMS); 7 — Каменський масив (за даними SIMS)

масиву та 2860 г/т — Томашгородської дайки). Іншими характерними ознаками цирконів Томашгородської дайки є дещо підвищений вміст Та (>2 г/т), Nb (>3) та Pb (> 100).

Особливістю цирконів з порід Прутівського масиву (пр. 268) та Томашгородської дайки є високий (особливо в порівнянні з цирконами Букинського масиву) вміст урану та торію (рис. 8). Циркони пр. 69/172,2—174,3 містять уран та торій на рівні цирконів Букинського масиву. Беручи до уваги також той факт, що за цією пробою було отримано вік, що співпадає з віком Букинського масиву, можна припустити, що досліджені авторами роботи [3] циркони насправді були виділені з порід Букинського плутону і віднесені до Прутівського помилково.

Циркони Каменського масиву практично не містять торію (~1 г/т) та містять мало урану (~100 г/т), що різко відрізняє їх від цирконів з інших масивів габро-долеритової асоціації.

**Результати U-Pb датування цирконів.** Циркони з пр. 69/172,2—174,3 виявились практично конкордантними з віком кристалізації близько 1980 млн рр. (рис. 9), що відповідає отриманим раніше результатам [3] і співпадає з віком кристалізації Букинського плутону. В той же час циркони, виділені з нашої проби (268) порід Прутівського інтрузиву, виявились значно молодшими. З виконаних нами чотирьох аналізів два є практично конкордантними, в той час як інші два — значною мірою дискордантними. Вік, отриманий за лінією регресії, проведеною через всі чотири точки (рис. 9, 10), становить  $1777,0 \pm 4,7$  млн рр.; нижній перетин співпадає із сучасністю.

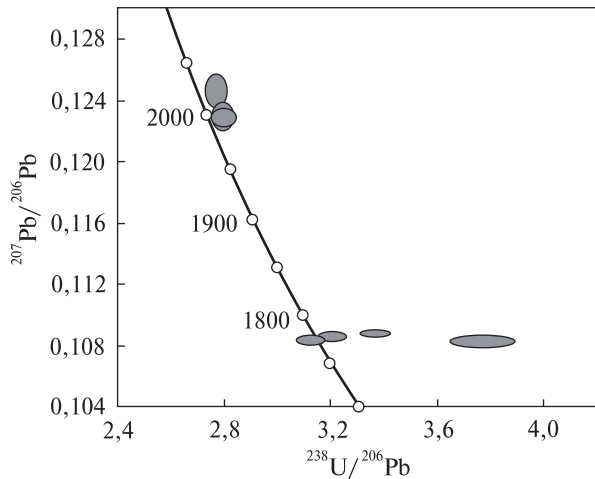


Рис. 9. Розподіл цирконів з порід Прутівського масиву на діаграмі в координатах  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  —  $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$ . Циркони, виділені з пр. 69/172,2—174,3 — ~1980, з пр. 268 — 1777 млн рр.

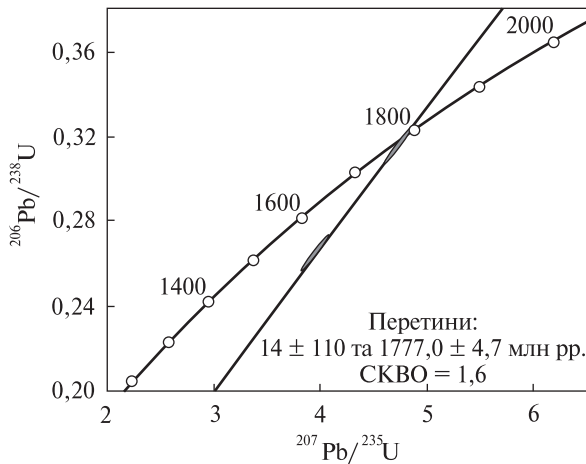


Рис. 10. Діаграма з конкордією для цирконів з порід Прутівського масиву, пр. 268

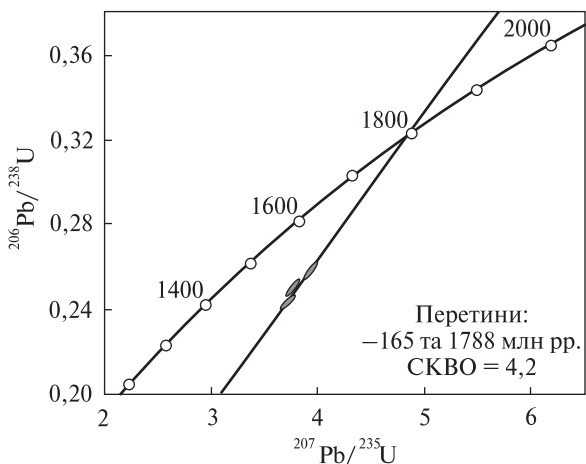


Рис. 11. Діаграма з конкордією для цирконів з порід Камєньського масиву

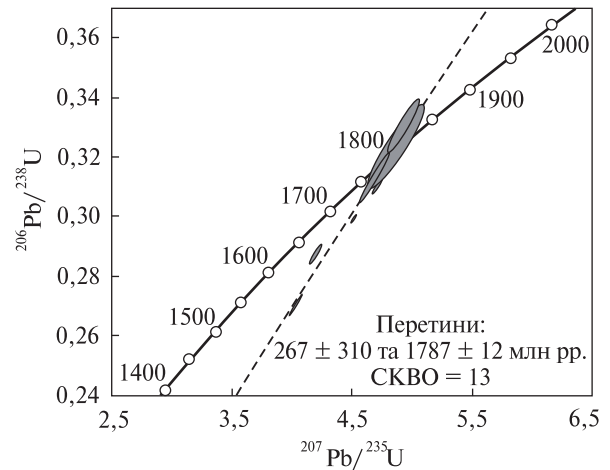


Рис. 12. Діаграма з конкордією для цирконів з порід Томашгородської дайки. На діаграму винесено всі отримані результати (табл. 2)

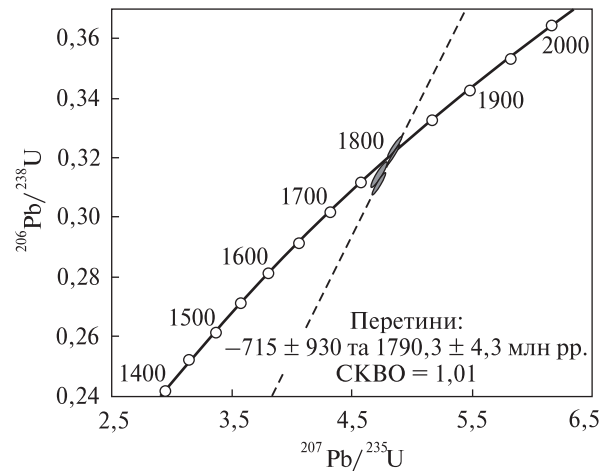


Рис. 13. Діаграма з конкордією для цирконів з порід Томашгородської дайки. На діаграмі лише найбільш якісні результати (табл. 2)

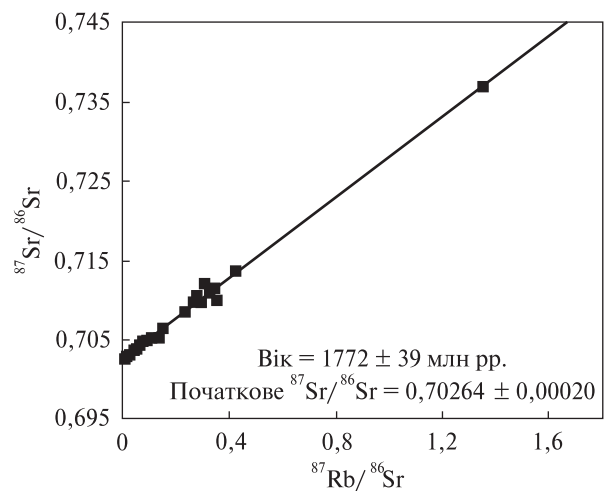


Рис. 14. Ізохрона, побудована для порід габро-долеритової асоціації в Rb-Sr ізотопній системі

Циркони Каменського масиву дали дискордантні результати. Лінія регресії, проведена через всі три отримані аналізи, перетинається з конкордією в точці, яка відповідає віку в 1788 млн рр. (рис. 11).

Для Томашгородської дайки отримано велику кількість ізотопно-геохімічних даних: за допомогою методу твердофазної мас-спектрометрії було проаналізовано дві наважки кристалів циркону, складені приблизно 10 зернами кожна, методу мас-спектрометрії вторинних іонів — одиничні циркони з проб 03-Т8, 03-ОЛ2, 06-Е17 (табл. 2).

Всі U-Pb дані, винесені на діаграму з конкордією, дають вік формування в  $1787 \pm 12$  млн рр. (рис. 12). Більшість з отриманих точок є конкордантними; ступінь дискордантності зростає зі збільшенням в цирконах вмісту торію та урану. Вилучення з діаграми дискор-

дантних точок (в яких U-Pb ізотопна система є, очевидно, порушеною внаслідок метаміктизації) дозволяє визначити вік кристалізації порід Томашгородської дайки з більш високою точністю —  $1790,3 \pm 4,3$  млн рр. (рис. 13).

**Ізотопний склад Nd та Sr.** Відомості про ізотопний склад Nd та Sr в деяких з представників габро-долеритової асоціації наведені в роботах [5, 6]. Всю сукупність проаналізованих проб (25 зразків), що репрезентують всіх представників габро-долеритової асоціації (Прутівський та Каменський масиви, Томашгородська дайка, дайки долеритів та сублужного олівінового габро) винесено на ізохронні діаграми в системах Rb-Sr (рис. 14) та Sm-Nd (рис. 15). Ізохрона, побудована в Rb-Sr системі, дає вік в  $1772 \pm 39$  млн рр., який добре збігається з U-Pb даними по цирконах. Ця ізохрона значною мірою контролюється однією

Таблиця 1. Хімічний склад цирконів, виділених з порід Томашгородської дайки (пр. 03-Т8), Прутівського (пр. 268) та

Номер проби	P	Ti	Fe	Cu	Zn	Ga	Sr	Y	Sn	La	Ce	Pr	
03-Т8	1156,5	9,2	280,6	0,6	4,6	0,2	1,5	14765	63,5	0,4	137,9	2,9	
	404,2	9,0	68,7	0,7	3,6	0,1	0,7	5007	37,4	0,1	17,9	0,7	
	1461,7	9,3	514,5	0,6	3,3	0,2	1,6	13700	61,5	0,2	76,7	1,9	
	974,0	8,1	381,1	0,5	3,0	0,1	1,2	9670	55,2	0,1	56,8	1,3	
	521,0	3,5	176,4	0,5	3,5	0,2	1,0	4595	67,7	0,1	41,8	0,4	
	442,8	10,6	161,8	0,6	2,9	0,2	0,6	3537	59,2	0,1	14,1	0,5	
	1334,4	11,8	555,8	0,6	3,0	0,2	1,8	14987	53,4	0,8	102,4	2,9	
	962,1	6,5	520,9	0,7	2,9	0,2	1,2	9678	53,1	0,1	72,1	1,2	
	701,2	7,9	430,5	0,8	3,0	0,1	1,0	7170	46,5	0,3	32,6	1,1	
	1611,6	7,7	902,3	0,6	3,2	0,2	2,0	17740	59,7	0,4	183,4	3,1	
	1085,3	8,1	552,7	0,5	2,7	0,2	1,2	9569	55,0	0,2	54,3	1,3	
	481,5	8,1	119,0	0,3	2,8	0,1	0,6	4984	37,1	0,1	27,2	0,7	
	331,9	7,8	121,8	0,6	3,8	0,2	0,4	2866	50,9	0,1	16,3	0,4	
	268	1049,5	4,7	495,7	1,4	2,3	0,3	1,8	11373	58,6	0,5	79,6	1,0
		339,1	8,6	75,3	0,4	0,6	0,2	0,5	2390	61,5	0,5	50,8	1,5
171,4		10,9	160,1	1,4	1,3	0,4	0,5	1417	57,3	1,0	36,0	1,4	
ПТ-2-05	135,3	9,5	3,6	0,4	0,5	0,2	0,3	557	66,0	0,3	13,4	0,2	
	116,9	8,2	6,1	0,7	0,5	0,1	0,2	853	78,8	0,3	11,8	1,0	
	186,2	8,0	<3,0	0,5	0,3	0,1	0,2	573	137,1	0,2	18,9	0,3	
	183,9	16,5	38,4	0,7	0,3	0,1	0,2	584	130,9	1,0	17,0	1,6	
	138,0	7,3	3,9	0,5	0,2	0,1	0,2	438	101,7	0,0	13,1	0,0	
	191,3	12,9	7,7	0,5	0,3	0,2	0,2	670	117,1	0,3	11,3	0,5	
	190,7	15,7	<2,4	0,6	0,3	0,2	0,3	1545	127,0	0,0	14,3	0,5	
	509,7	16,1	209,9	2,2	0,3	12,6	3,2	568	138,0	7,2	42,9	5,1	
	151,4	8,9	8,5	0,6	0,3	0,1	0,2	1146	100,0	0,5	19,0	0,7	
ПНР-1-05	147,5	10,7	4,3	0,5	2,1	0,1	0,1	410	39,6	0,0	8,3	0,0	
	188,8	13,2	3,8	0,6	2,7	0,1	0,2	748	50,0	0,0	11,4	0,2	
	115,5	9,7	<2,5	0,4	2,6	0,1	0,1	283	46,6	0,0	6,3	0,0	
	163,6	10,0	<2,0	0,4	2,2	0,1	0,1	503	42,3	0,0	7,1	0,0	
	163,1	10,9	4,2	0,5	2,5	0,1	0,1	485	48,5	0,0	10,1	0,0	
	177,8	9,9	<2,4	0,7	2,6	0,2	0,2	600	51,2	0,0	9,9	0,1	
	162,2	8,5	3,9	0,5	2,4	0,1	0,1	509	45,2	0,0	8,1	0,0	

точкою з високим співвідношенням  $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$  (пегматит Томашгородської дайки). В той же час ізохрона, побудована з виключенням цієї точки, дає дуже близький вік, але зі значно більшою похибкою. Сама можливість побудувати якісну ізохрону вказує на дві обставини: 1 — Rb-Sr ізотопна система не була порушена з моменту кристалізації; 2 — розплави, з яких формувались різноманітні інтрузиви — представники габро-долеритової асоціації, мали однорідне початкове співвідношення  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ( $0,70264 \pm 0,0002$ ), що вказує на їх генетичну спорідненість.

Sm-Nd регресія менш якісна, що пов'язано з незначною варіативністю співвідношення Sm/Nd. Ця регресія дає вік формування порід в  $1890 \pm 190$  млн рр., що є доволі непоганим результатом для Sm-Nd системи, побудованої за даними по валових зразках порід. По-

чаткове співвідношення  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  становить, згідно з регресією,  $0,51030 \pm 0,00018$ .

**Обговорення.** Як видно із наведених вище даних, вік нашої проби цирконів з Прутівського інтрузиву виявився значно молодшим, ніж вважалось раніше. Хоча було проаналізовано лише чотири зерна цирконів, автори мають підстави вважати, що нові дані відповідають реальному віку. По-перше, геологічні дані, а також результати Rb-Sr та Sm-Nd ізотопних досліджень свідчать про молодший вік порід Прутівського масиву у порівнянні з Букинським плутоном. По-друге, за своїми геохімічними особливостями досліджені раніше [3] циркони дуже подібні до цирконів з Букинського плутону і не подібні до цирконів з Прутівського інтрузиву та Томашгородської дайки. Крім того, з крупної проби пегматоїдних долеритів Прутівського інтрузиву нам вдалося

Букинського (проби ПТ-2-05 та ПНР-1-05) масивів, за даними LA-ICP-MS

	Nd	Sm	Eu	Gd	Dy	Ho	Er	Yb	Lu	Hf	Ta	Nb	Pb	Th	U
	42,7	71,2	3,3	336,1	1394,7	490,3	2039,8	3101,3	458,3	11109	3,3	7,5	518,3	3273,6	2511,6
	11,2	19,6	1,5	112,7	456,3	168,1	732,9	1262,2	195,3	9328	2,8	5,3	92,4	650,7	724,0
	30,5	56,6	2,4	323,5	1331,2	480,8	2017,5	3128,3	500,0	9328	5,3	17,4	249,2	1580,5	1410,2
	21,5	39,5	1,7	224,9	917,3	333,1	1425,9	2296,7	372,5	9922	6,0	16,7	189,1	1198,4	1168,2
	6,2	11,5	0,6	69,8	341,5	137,3	648,0	1231,2	212,9	13907	5,4	9,9	126,0	702,0	915,1
	7,1	14,2	1,3	80,5	330,7	120,3	519,7	896,62	146,6	10515	1,9	3,7	32,6	185,9	260,1
	43,8	75,1	3,8	398,2	1475,1	516,8	2121,2	3333,8	503,0	10091	4,8	18,3	339,3	2110,5	1597,9
	20,5	38,6	1,4	211,2	891,1	325,8	1399,6	2270,6	349,8	9667	5,5	13,0	235,6	1440,3	1475,5
	15,8	28,8	1,6	164,2	670,0	242,4	1042,0	1723,9	268,9	8819	3,5	7,1	109,7	695,4	820,2
	49,7	84,5	3,4	438,0	1672,7	590,0	2459,2	3873,9	588,3	9497	9,9	32,8	595,2	3544,6	2485,4
	21,2	38,5	1,8	217,6	896,3	326,2	1386,1	2251,0	352,3	8904	4,3	11,9	192,9	1090,5	1112,5
	12,3	24,3	1,3	129,7	500,0	172,4	716,2	1153,8	174,5	8904	2,3	5,9	80,9	497,2	495,6
	6,3	10,9	0,8	59,5	250,6	93,3	411,7	733,22	118,7	9158	1,8	3,2	35,1	216,0	336,0
	14,4	31,3	1,6	199,3	1018,2	376,3	1639,4	2761,3	407,0	12720	5,9	12,2	146,9	932,0	659,1
	17,0	23,3	8,7	81,6	230,2	77,0	337,4	682,2	134,9	8649	0,8	2,6	75,9	352,2	359,8
	15,6	14,6	5,3	48,5	131,3	45,8	201,7	413,1	80,5	9328	0,7	1,6	33,3	171,2	212,7
	2,1	2,9	0,6	13,7	50,0	18,2	83,1	179,9	32,2	12126	1,1	1,8	14,8	99,9	238,0
	11,5	12,3	2,7	35,1	85,9	27,9	117,5	224,6	40,2	10430	0,5	1,0	13,8	85,6	159,5
	2,9	2,6	0,6	13,2	48,9	18,1	84,0	173,9	34,8	14840	1,3	2,7	19,0	104,2	258,1
	17,4	14,3	4,2	29,5	58,0	18,8	80,1	152,8	29,5	11617	0,6	1,3	16,6	92,7	204,5
	0,7	1,7	0,3	9,7	38,1	14,0	63,4	134,3	25,8	11957	0,8	1,8	14,0	83,2	183,6
	5,6	5,6	1,6	20,5	62,9	21,6	94,0	182,1	35,2	11109	0,8	1,3	16,4	94,7	203,1
	8,8	13,7	2,0	53,9	153,1	50,1	205,8	367,5	66,1	12974	0,7	1,2	35,4	213,8	338,0
	33,7	11,4	4,2	22,1	52,2	17,8	80,9	161,8	32,1	13228	0,8	1,5	15,9	85,6	215,1
	7,5	8,5	1,6	35,4	110,8	37,1	157,2	300,9	54,2	12889	0,7	1,3	31,6	197,3	324,8
	0,9	2,2	0,4	11,0	38,1	13,5	59,9	117,2	21,8	9582	0,4	0,8	10,1	56,3	119,3
	3,0	5,4	0,8	23,1	72,8	25,1	107,9	201,7	37,0	11957	0,5	1,0	15,6	87,8	167,3
	0,5	1,0	0,2	6,2	24,3	9,1	42,1	89,1	17,2	11957	0,3	0,6	5,6	30,4	86,1
	0,9	2,4	0,4	12,6	46,0	16,4	72,8	145,9	27,2	10006	0,4	0,8	8,0	46,0	100,3
	1,0	2,3	0,4	12,1	44,3	15,7	71,4	140,8	26,6	11787	0,5	1,0	13,9	77,3	173,0
	0,9	2,4	0,5	13,8	53,3	19,4	89,0	181,5	34,6	13229	0,6	1,0	12,4	69,7	165,2
	1,0	2,3	0,4	12,2	45,2	16,5	74,9	152,2	28,9	11363	0,5	0,8	9,9	54,4	131,6



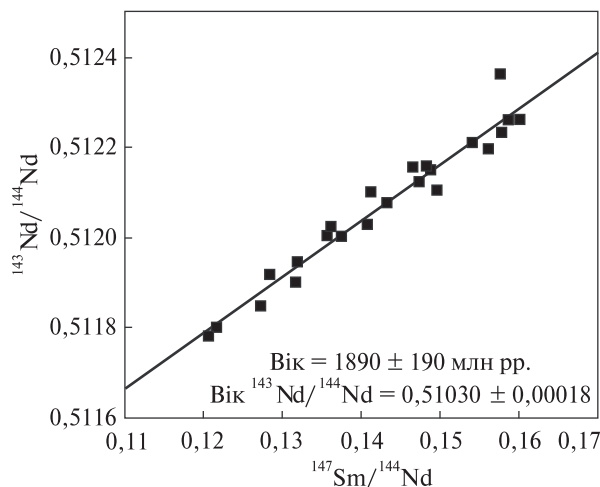


Рис. 15. Ізохрона, побудована для порід габро-долеритової асоціації в Sm-Nd ізотопній системі

виділити лише невелику кількість цього мінералу. Тому велика його кількість, яку вдалося виділити з відносно невеликої проби попередніми дослідниками, викликає сумніви. На нашу думку, попередніми дослідниками насправді були проаналізовані циркони Букинського

плутону, що через технічну помилку потрапили в бідні на циркон проби Прутівського інтрузиву.

Для Томашгородської дайки отримані надійні геохронологічні дані, які підтверджуються двома різними методами U-Pb датування по трьох різних пробах, а також співпадають із результатами Rb-Sr та Sm-Nd ізотопних досліджень.

Найменш якісні дані отримані для Каменського масиву, що пояснюється, передовсім, невеликою кількістю кам'яного матеріалу. Результати проведеного датування можна розглядати лише як попередні.

Згідно із отриманими результатами, представники габро-долеритової асоціації мають дуже близький вік — близько 1780–1790 млн рр. Нагадаємо, що габро-долерити Воронежського кристалічного масиву (новогоський комплекс) також формувались у цей час —  $1805 \pm 14$  млн рр. тому [4] і можуть бути спорідненими з долеритами та габро-долеритами Північно-Західного району УЩ.

Таблиця 2. Результати U-Pb ізотопного датування цирконів з порід Прутівського та Каменського масивів, а також

Номер проби	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$\pm s, \%$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$\pm s, \%$	$r$	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	$\pm s, \%$
<i>Прутівський</i>							
69/172,2-174,3	6,180367	1,18	0,359660	1,02	0,86	0,103254	2,10
69/172,2-174,3	6,047289	1,13	0,356612	1,02	0,90	0,103256	1,91
69/172,2-174,3	6,026114	1,08	0,355532	1,03	0,95	0,101833	1,81
268	4,448585	1,09	0,296380	1,08	0,99	0,080330	1,80
268	3,962117	2,11	0,265201	2,09	0,99	3579,292	3,63
268	4,664795	1,14	0,311280	1,12	0,99	0,088845	1,82
268	4,766687	1,14	0,318816	1,13	0,99	0,088321	1,96
<i>Каменський</i>							
3502/704	3,747933	1,19	0,244044	1,03	0,86	0,053207	7,90
3502/704	3,948790	1,15	0,258637	1,07	0,93	0,064548	4,65
3502/704	3,793888	1,11	0,250676	1,02	0,92	0,057721	3,85
<i>Томашгородська</i>							
06-E17*	4,872173	0,86	0,323510	0,82	0,95	0,091086	2,19
06-E17*	4,807970	0,90	0,318291	0,87	0,97	0,091815	2,19
06-E17*	4,856464	0,86	0,321178	0,82	0,96	0,092703	2,10
05-T8*	4,730833	0,85	0,313541	0,78	0,92	0,090641	2,30
03-ОЛ2*	4,738130	0,84	0,311762	0,79	0,95	0,086923	2,25
03-ОЛ2*	4,740688	0,88	0,314720	0,79	0,90	0,089158	2,04
05-T8*	4,872760	3,20	1,323490	2,91	0,91	0,094487	5,9
05-T8*	4,933050	1,90	1,330590	1,82	0,96	0,097527	5,3
06-E17	4,048596	0,84	0,271147	0,82	0,98	0,078097	2,07
06-E17*	4,217880	0,83	0,287848	0,79	0,95	0,078579	2,32
05-T8**	4,526604	0,32	0,299601	0,31	0,97		
05-T8**	4,705806	1,72	0,313798	1,70	0,99		

Примітка. \* — використані для визначення віку, рис. 13; \*\* — дані TIMS. Всі інші — за результатами мас-

Очевидна різниця у віці Прутівського масиву (і габро-долеритової асоціації в цілому) із Букинським плутоном, різний ізотопний склад стронцію та неодиму [8], геохімічні особливості свідчать про відсутність генетичних зв'язків між цими утвореннями. В свою чергу, це ставить під сумнів перспективи нікеленості Букинського плутону та букинського комплексу в цілому.

Втім нове визначення віку порід габро-долеритової асоціації приводить до нових питань. Зокрема, час їх вкорінення співпадає з початком формування Коростенського плутону. Отже, цілком можливим є генетичний зв'язок між ними. Найвні геохімічні дані про склад дайкових порід габро-долеритової асоціації та Коростенського плутону не виключають такої можливості.

В такому разі високомагнезійні високонікелеві дайки габро-долеритової асоціації можуть репрезентувати найбільш ранні (мантіїні) розплави, які за рахунок подальшої еволюції та контамінації коровим матеріалом

"перетворюються" на розплави коростенського типу.

На думку [7], формування вихідних розплавів Томашгородської групи дайок (і габро-долеритової асоціації в цілому) пов'язане із завершенням колізії двох крупних сегментів Східно-Європейської платформи — Сарматського та Фенноскандійського. Цей процес призводив до дестабілізації літосфери, розвитку крупних (зсувних) порушень у земній корі, що викликало декомпресійне плавлення літосферної мантії та нижньої кори.

Визначення віку формування Прутівського та Каменського масивів, а також Томашгородської дайки дозволяє скорегувати чинну хроностратиграфічну схему докембрійських утворень УЩ [2]. Згідно із нею, в межах Волинського мегаблоку виділяються прутівський комплекс (віком 1990 млн рр., на одному рівні з букинським комплексом) та кам'янський комплекс (хоча останній і не згадується в пояснювальній записці до схеми) — вище осницького, що є цілком закономірним, оскільки

**Томашгородської дайки**

Ступінь дискордантн., %	Вік, млн рр.				Вміст, г/т		
	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	<sup>208</sup> Pb/ <sup>232</sup> Th	U	Th	Pb
<i>масив</i>							
-2,5	2024 ± 11	2002 ± 10	1981 ± 17	1986 ± 40	67,3	21,4	29,4
-2,0	2000 ± 9	1983 ± 10	1966 ± 17	1986 ± 36	107,6	54,6	48,7
-2,2	1999 ± 6	1980 ± 10	1961 ± 18	1960 ± 34	254,4	126,6	114,5
-6,8	1780 ± 3	1721 ± 9	1673 ± 16	1562 ± 27	1210,5	2249,5	578,5
-16,2	1772 ± 5	1627 ± 17	1516 ± 28		4198,2	0,2	2060,1
-2,0	1778 ± 4	1761 ± 10	1747 ± 17	1720 ± 30	922,0	1835,4	481,3
0,7	1773 ± 4	1779 ± 10	1784 ± 18	1711 ± 32	1195,4	1166,7	525,5
<i>масив</i>							
-25,3	1822 ± 11	1582 ± 10	1408 ± 13	1048 ± 50	89,5	1,6	24,4
-20,3	1812 ± 8	1624 ± 9	1483 ± 14	1259 ± 57	122,2	1,0	35,2
-22,0	1796 ± 8	1529 ± 9	1442 ± 13	1134 ± 43	93,5	1,8	26,1
<i>дайка</i>							
1,3	1787 ± 5	1798 ± 7	1807 ± 13	1762 ± 37	736,7	1805,8	428,8
-0,7	1792 ± 4	1786 ± 8	1781 ± 14	1775 ± 37	917,6	658,7	384,5
0,1	1794 ± 4	1795 ± 7	1795 ± 13	1792 ± 36	651,2	925,6	317,9
-2,0	1790 ± 6	1773 ± 7	1758 ± 12	1754 ± 39	412,6	232,5	164,6
-3,4	1803 ± 5	1774 ± 7	1749 ± 12	1685 ± 36	1089,8	1141,1	476,4
-1,5	1787 ± 7	1775 ± 7	1764 ± 12	1726 ± 34	285,6	174,9	115,3
1,3	1787 ± 24	1798 ± 27	1807 ± 46	1825 ± 103	1213,7	1035,7	533,4
4,6	1770 ± 10	1808 ± 16	1841 ± 29	1881 ± 96	777,8	587,6	342,3
-14,2	1771 ± 3	1644 ± 7	1547 ± 11	1520 ± 30	2664,4	3756,1	1094,0
-6,9	1737 ± 5	1678 ± 7	1631 ± 11	1529 ± 34	1364,2	2726,1	648,6
	1792 ± 2	1736	1689		511,5		176,4
	1779 ± 4	1768	1759		1260,4		494,0

спектрометрії вторинних іонів.

ки відомо, що породи Каменського масиву інтродують утворення осницького комплексу [1]. Згідно з нашими новими результатами геохронологічних досліджень, а також із раніше наведеними даними про ізотопний та геохімічний склад порід [4–6], пропонується поєднати всіх представників габро-долеритової асоціації\* — Прутівський та Каменський масиви, Томашгородську та інші розвинуті у Північно-Західному районі УЩ дайки високонікелевих високомагнезійних долеритів та габро-долеритів, у складі томашгородського комплексу. Вік комплексу слід визначити у 1780–1790 млн рр. Кам'янський та прутівський комплекси пропонується скасувати. Очевидно, на одному рівні з томашгородським мав би розташовуватись і стрибізький комплекс. Проте для олівінових габро-долеритів останнього на даний час відсутні надійні геохронологічні дані.

**Висновки.** 1. Згідно з новими результатами датування порід габро-долеритової асоціації

\* Можливо, за виключенням специфічних за складом дайок сублужного олівінового габро, які раніше [9] пропонувалось виділити у складі стрибізького комплексу, див. також [11].

Північно-Західного району УЩ, вік Прутівського масиву становить  $1777,0 \pm 4,7$ , Каменського масиву — 1788, а Томашгородської дайки —  $1790,3 \pm 4,3$  млн рр.

2. Наявні відомості про ізотопний склад стронцію та неодиму в породах габро-долеритової асоціації добре узгоджуються з результатами нового уран-свинцевого датування.

3. Габро-долеритова асоціація, в тому числі Прутівський масив, генетично не пов'язані з утвореннями букинського комплексу, що ставить під сумнів перспективи нікеленосності останнього.

4. Формування габро-долеритової асоціації збігається у часі з початком формування Коростенського плутону; очевидно, причиною їх розвитку стала колізія Сарматського та Фенноскандійського сегментів Східно-Європейської платформи.

5. Пропонуємо поєднати високонікелеві дайкові долерити та габро-долерити (включаючи Томашгородську дайку), а також Прутівський та Каменський масиви у складі томашгородського комплексу з віком формування 1780–1790 млн рр. Наявні наразі кам'янський та прутівський комплекси пропонуємо скасувати.

1. Бухарев В.П., Полянський В.Д. Систематика и генезис габброидов Каменского массива (северо-западная часть Украинского щита) // Геол. журн. — 1983. — № 2. — С. 71–77.
2. Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита: Поясн. зап. / К.Ю. Єсипчук, О.Б. Бобров, Л.М. Степанюк та ін. — К.: УкрДГРІ, 2004. — 30 с.
3. Скобелев В.М., Яковлев Б.Г., Галий С.А. и др. Петрогенезис никеленосных габброидных интрузий Волинского мегаблока Украинского щита. — Киев: Наук. думка, 1991. — 140 с.
4. Чернышов Н.М., Баянова Т.Б., Альбеков А.Ю., Левкович Н.В. Новые данные о возрасте габродолеритовых интрузивов трапповой формации Хоперского мегаблока ВКМ (Центральная Россия) // Докл. Акад. наук. — 2001. — 380. — № 5. — С. 661–664.
5. Шумлянський Л.В. Генезис порід і зруденіння Каменського розшарованого масиву, північний захід Українського щита // Допов. НАН України. — 2005. — № 12. — С. 133–136.
6. Шумлянський Л.В. Ізотопний склад стронцію, неодиму та сірки Прутівського нікеленосного інтрузиву (північно-західна частина Українського щита) // Мінерал. журн. — 2005. — 27, № 1. — С. 57–63.
7. Шумлянський Л.В. Петрологія долеритів Томашгородської групи дайок (Український щит) // Там же. — 2008. — 30, № 2. — С. 17–35.
8. Шумлянський Л.В. Походження порід букинського комплексу (Північно-Західний район УЩ) згідно з Sm-Nd та Rb-Sr ізотопно-геохімічними даними // Там же. — 2003. — 25, № 2/3. — С. 59–66.
9. Шумлянський Л.В. Формацийна належність та особливості речовинного складу дайок сублужного олівінового габро Волинського мегаблока Українського щита // Вісн. Київ. ун-ту. Сер. Геологія. — 1999. — Вип. 15. — С. 32–36.
10. Шумлянський Л.В., Зинченко О.В., Моляк В.Г. Геологическое положение и особенности вещественного состава мезопротерозойской трапповой ассоциации Северо-Западного блока Украинского щита // Минерал. журн. — 2002. — 24, № 1. — С. 53–63.
11. Шербаков І.Б. Петрологія Українського щита. — Львів: ЗУКЦ, 2005. — 366 с.
12. Belousova E.A., Walters S., Griffin W.L. et al. Zircon trace-element compositions as indicators of source rock type // Contribs Mineral. and Petrol. — 2002. — 143. — P. 602–622.

13. *Whitehouse M.J., Kamber B., Moorbath S.* Age significance of UTh-Pb zircon data from early Archaean rocks of west Greenland — a reassessment based on combined ion-microprobe and imaging studies // *Chem. Geol.* — 1999. — **160**. — P. 201—224.

Ин-т геохімії, мінералогії та рудоутворення  
ім. М. П. Семененка НАН України, Київ  
GEMOC, ун-т Макварі, Сідней, Австралія  
Технол. ун-т Лулео, Швеція

Надійшла 25.10.2007

*РЕЗЮМЕ.* По результатам датирования цирконов, проведенного с помощью методов твердофазной масс-спектрометрии и спектрометрии вторичных ионов определены U-Pb изотопный возраст пород Прутовского ( $1777,0 \pm 4,7$  млн лет) и Каменского (1788 млн лет) массивов, а также Томашгородской дайки ( $1790,3 \pm 4,3$  млн лет). Эти результаты свидетельствуют об отсутствии генетической связи между названными выше породами и породами букинского комплекса, что ставит под сомнение никеленосность последнего. В соответствии с новыми данными авторы предлагают выделить в Корреляционной хроностратиграфической схеме раннего докембрия Украинского щита томашгородский комплекс в составе высоконикелевых дайковых долеритов, Прутовского и Каменского массивов, возраст формирования которых 1780—1790 млн лет. От выделенных сейчас каменского и прutowского комплексов предлагается отказаться.

*SUMMARY.* Zircons separated from the Prutivka and Kamenka layered intrusions as well as from the Tomashgorod dolerite dyke were investigated by means of thermal-ionization mass-spectrometry and secondary-ion mass-spectrometry. These