

МІНЕРАЛОГІЯ, ГЕОХІМІЯ ТА ПЕТРОГРАФІЯ

УДК 55(477)+551.22+552.3+550.4

О. Білан, інж.,
E-mail: olenka.bilan@gmail.com,
О. Митрохин, д-р геол. наук, проф.,
кафедра мінералогії, геохімії та петрографії,
E-mail: mitrokhin.a.v@yandex.ua
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
ННІ "Інститут Геології", вул. Васильківська, 90, м. Київ, 03022, Україна,
Л. Шумлянський, д-р геол. наук, ст. наук. співроб., пров. наук. співроб.,
E-mail: lshumlyanskyu@yahoo.com,
Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України,
пр. Палладіна, 34, м. Київ, 03142, Україна,
В. Загородній, канд. техн. наук, ст. наук. співроб.,
E-mail: zww@univ.kiev.ua,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
ННІ "Інститут Геології", вул. Васильківська, 90, м. Київ, 03022, Україна

U-Pb ІЗОТОПНИЙ ВІК ЦИРКОНІВ З ГІБРИДНИХ ПОРІД КОРОСТЕНСЬКОГО АНОРТОЗИТ-РАПАКІВІГРАНІТНОГО ПЛУТОНУ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол.-мін. наук, проф. В.М. Загнітком)

Автори отримали нові дані про U-Pb ізотопний вік цирконів з гібридних порід Коростенського плутону анортозит-рапаківігранітної формації Українського щита. Циркони були вилучені з проби гібридного габро-монцоніту, виходу якого широко розповсюджені вздовж східного флангу Володарськ-Волинського габро-анортозитового масиву, а також з проби фаяліт-геденбергіт-амфіболового граносієніту, що залягає у вигляді жилістоподібного тіла серед габро-монцонітів, демонструючи ознаки магматичного змішування (magma mingling). Отримані методом SIMS U-Pb датування одиничних кристалів циркону ($1760,7 \pm 4,1$ млн р – для габро-монцоніту та $1763,8 \pm 2,6$ млн р – для граносієніту) інтерпретуються авторами як вік кристалізації гібридних порід, розвинених в області контакту габроїдів Володарськ-Волинського габро-анортозитового масиву з гранітоїдами Малинського масиву рапаківі. Додатково тим же методом продатовано циркони з проби рапаківіподібного граніту крайової фації Малинського масиву та з проби граніту рапаківі плутонічної фації цього ж масиву. З'ясовано, що U-Pb ізотопний вік досліджуваних гібридних порід, у межах аналітичної похибки, співпадає з віком рапаківіподібних гранітів ($1765,4 \pm 3,3$ млн р) та гранітів рапаківі ($1762,7 \pm 5,5$ млн р) Малинського масиву, а також з віком габроїдів ($1759,1 \pm 3,2$ млн р), що складають східний фланг Володарськ-Волинського масиву. Однорічність кристалізації гібридних порід з габроїдами та гранітоїдами, що асоціюють з ними, добре узгоджується з попереднім висновком авторів про механізм формування усієї гами гібридних утворень Коростенського плутону, що припускає магматичне змішування високотемпературної базитової магми з більш низькотемпературною гранітоїдною в рідкому або напіврідкому стані. Додаткову інформацію про петрогенетичні особливості процесів магматичного змішування може дати подальше вивчення ізотопно-го складу Hf у цирконах з досліджуваних гібридних порід та інших породних представників Коростенського плутону.

Ключові слова: U-Pb ізотопний вік, гібридні породи, Коростенський плутон, Український щит.

Постановка проблеми. Складний Коростенський плутон (КП), розташований у північно-західній частині Українського щита, є типовим представником анортозит-рапаківігранітної формації докембрію. З огляду на численні дослідження, які проводилися у різні роки, КП по праву вважається одним з найкраще досліджених плутонів цього формаційного типу. Тим не менше, окремі питання його будови та історії геологічного розвитку дотепер привертають увагу дослідників. Так, ще й досі недостатньо вивчено так звані гібридні утворення коростенського комплексу, представлені широкою гамою сублужних плутонічних порід – монцонітами, габро-монцонітами, сієнітами та граносієнітами. Зокрема, замало уваги досі приділялося їхній геохронології.

Аналіз попередніх досліджень. Визначенню ізотопного віку Коростенського плутону присвячено публікації [2–3, 8–9], які не лише підтвердили багатофазність його формування, а й продемонстрували значну тривалість магматичної активності, що може сягати 50–60 млн р, або й більше. Зокрема, U-Pb ізотопний вік цирконів і бадделейтів з різноманітних порід коростенського комплексу дискретно варіює в діапазоні 1740–1800 млн р. Згідно з даними [2, 7, 11], найдавніші утворення КП представлені ксенолітами анортозитів з віком 1800–1784 млн р. Вони детально описані в межах Федорівського, Чоповицького та Пугачівського масивів як рання анортозитова серія (A1) коростенського комплексу. Формування більш пізніх інтрузій анортозитів і титаноносних габроїдів Володарськ-Волинського масиву відбулося 1763–1758 млн р тому. Польові геологічні спосте-

реження та детальні петрографічні дослідження в свій час дозволили виділити серед них головну анортозитову (A2), ранню габроїдну (G3) і пізню габроїдну (G4) серії [11–12]. Гранітоїди коростенського комплексу також вкорінювалися у кілька інтрузивних фаз [1, 4–5]. Геологічно обґрунтовано наявність трьох фаз гранітоїдного магматизму: γ_1 – головної фази вкорінення рапаківі та біотит-амфіболових рапаківіподібних гранітів, γ_2 – малих інтрузій сублужних біотитових лейкогранітів і граніт-порфірів, γ_3 – жильної фази альбіт-мікроклінових рідкіснометальних мікрогранітів і граніт-порфірів. Геологічні дані частково підтверджуються ізотопним датуванням. Так, становлення гранітоїдів головної фази вкорінення Малинського масиву рапаківі, згідно з [2], мало місце 1767 $\pm$ 5 млн р тому. Трохи пізніше, 1752 $\pm$ 16 млн р тому, формувалися сублужні біотитові лейкограніти Лізниківської інтрузії. Найбільш молоді ізотопні датування гранітоїдів коростенського комплексу, 1737 $\pm$ 54 млн р, належать так званім дивлінським граніт-порфірам с. Рудня-Жеревецька [2]. Однак, їхня значна контамінованість, а також занадто великий довірчий інтервал визначення ізотопного віку, дають привід розглядати отримані цифри лише як попередні. Таким чином, у межах Коростенського плутону достовірно встановлено щонайменше два великі етапи інтрузивної активності: 1.80–1.78 млрд р та 1.77–1.74 млрд р, протягом яких базитовий та гранітоїдний магматизм чергувалися в часі. Надійних даних про ізотопний вік гібридних порід Коростенського плутону в жодній з опублікованих робіт немає.

Метою даної роботи було визначення ізотопного віку цирконів з гібридних порід Коростенського плутону та співставлення отриманих даних з результатами датування габроїдів та гранітів рапаківі, що просторово асоціюють з гібридними утвореннями.

Фактичний матеріал та методологія досліджень. Проби для досліджень було відібрано в трьох кар'єрах, розташованих в області контакту Володарськ-Волинського габро-анортозитового масиву з Малинським масивом рапаківі (рис. 1). Петрографічне вивчення зразків та шліфів, XRF аналізи на головні петрогенні компоненти, а також вилучення цирконів для подальшого датування, було виконано на кафедрі мінералогії, геохімії та петрографії ННІ "Інститут геології" Київського національного університету імені Тараса Шевченка. U-Pb датування одиничних кристалів циркону методом SIMS (secondary-ion mass-spectrometry) проведено у Шведському Музеї природничої історії (Стокгольм). Досліджувані кристали циркону були змонтовані в препа-

рат на епоксидний смолі та відполіровані. Далі, для виявлення особливостей внутрішньої будови та вибору точок, придатних для датування, циркони вивчалися за допомогою катодолюмінісцентної приставки (CL) на приладі Hitachi SEM. Для датування поруч з досліджуваними цирконами був змонтований стандарт циркону 91500 віком 1065 Ma [15]. SIMS U-Th-Pb аналізи виконано на приладі Cameca IMS 1270. Аналітична методика відповідала описаній [16]. Поправка на "звичайний" свинець за необхідності виконувалася з використанням виміряного ^{204}Pb та сучасного (тобто для 0 млн р) ізотопного складу свинцю [13]. Виявлена дискордантність визначається положенням аналітичних точок відносно кривої конкордії на традиційному графіку $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ – $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$. Використані константи радіоактивного розпаду відповідають рекомендаціям [14]. Розрахунки віку виконано на базі програмного забезпечення ISOPLOT 4.15 [10].

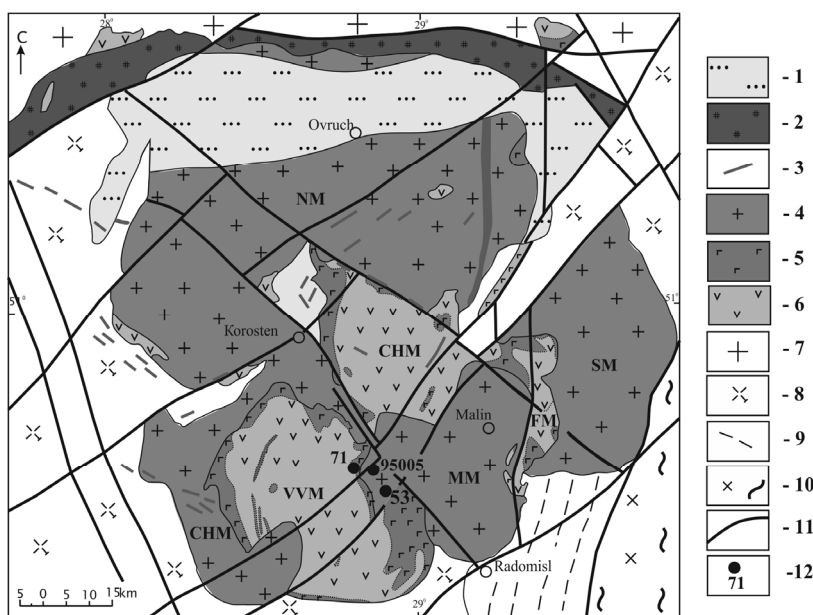


Рис. 1. Геологічна будова Коростенського плутону; складено за матеріалами Геологічної карти 1:500000 зі змінами та доповненнями авторів:

1 – вулканогенно-теригенні відклади овруцької PR1-2ov і топільнянської PR1tp серій; 2 – гранітоїди і метасоматити перуанського комплексу PR1pz; 3-6 – інтрузивні утворення коростенського комплексу PR1ks (3 – сублужні базитові дайки, 4 – рапаківі і рапаківіподібні граніти, 5 – титаноносні габроїди і монцоніти, 6 – анортозити і габро-анортозити); 7 – гранітоїди осницького комплексу PR1os; 8 – граніти і мігматити житомирського комплексу PR1zt; 9 – метаморфічні породи тетерівської серії PR1tt; 10 – граніти і мігматити звенигородського комплексу AR2zv; 11 – тектонічні розломи; 12 – вивчені відслонення гібридних порід та їхні номери. Габро-анортозитові масиви Коростенського плутону: VVM – Володарськ-Волинський, CHM – Чеповицький, FM – Федорівський; масиви рапаківі: NM – Народицький, CHM – Червоноармійський, MM – Малинський, SM – Сидоровицький

Результати досліджень. Проба габро-монцоніту 71-1 м представляє гібридну мафічну породу, що утворилася в області контакту габроїдів Володарськ-Волинського габро-анортозитового масиву з гранітоїдами Малинського масиву рапаківі. Пробу відібрано в кар'єрі блочного каміння, розташованому на правому березі р. Добринь у 1 км на південний захід від околиці с. Буки Малинського району Житомирської області (географічні координати: $50^{\circ}42'33,8''$ пн ш, $28^{\circ}49'45,4''$ сх д). Габро-монцоніт являє собою темно-сіру з зеленуватим відтінком дрібно-середньозернисту породу. Під мікроскопом встановлено, що його головними пороодоутворюючими мінералами є плагіоклаз, K-Na польовий шпат, орто- та клінопіроксени. У другорядних кількостях присутні біотит, амфіболи, кварц. Акцесорна мінералізація представлена апатитом, ільменітом, Ті-магнетитом, цирконом, піритом, піротином, бадделеїтом. Хімічний склад габро-

монцоніту відповідає основній породі підвищеної лужності: SiO_2 – 50,02%, TiO_2 – 2,9%, Al_2O_3 – 12,03%, Fe_2O_3^* – 14,21%, MnO – 0,22%, MgO – 0,23%, CaO – 6,35%, Na_2O – 3,38%, K_2O – 2,66%, P_2O_5 – 1,38%. Циркони, вилучені з проби 71-1М, представлені доволі великими, близько 0,5 мм, ідіоморфними кристалами подовжено-призматичного габітусу з погано розвинутими діпірамідальними гранями. На CL-зображеннях вони виявляють просту концентричну зональність. Ізотопне датування було виконано по 5 кристалах циркону, для одного з яких окремо проаналізовано внутрішню та зовнішню частини. Усі отримані результати є майже конкордантними з середньозваженим значенням віку, визначеним за відношенням $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$, $1760,7 \pm 4,1$ млн р. Отриманий вік у межах похибки співпадає з датуванням у $1759,1 \pm 3,2$ млн р, отриманим [2] для цирконів з габро-норитів цього ж району (табл. 1)

Таблиця 1

Результати SIMS U-Pb датування по цирконах гібридних порід Коростенського плутону

Ізотопні співвідношення									Вік, Ma $\pm 1\sigma$, %			Концентрації, ppm		
	207Pb/ 235U	1 σ , %	206Pb/ 238U	1 σ , %	r	207Pb/ 206Pb	1 σ , %	Disc. %	207Pb/206Pb	207Pb/235U	206Pb/238U	U	Th	Pb
Проба 71-1М, габро-монзоніт, Володарськ-Волинський масив														
1	4.6139	0.7	0.3107	0.7	0.96	0.1077	0.2	-1.1	1760.9 $\pm$ 3.6	1751.8 $\pm$ 5.9	1744.1 $\pm$ 10.4	869	33	302
2	4.8136	0.7	0.3245	0.7	0.97	0.1076	0.2	3.4	1758.9 $\pm$ 3.3	1787.3 $\pm$ 6.2	1811.7 $\pm$ 11.3	828	185	315
3	4.7317	0.8	0.3184	0.7	0.86	0.1078	0.4	1.3	1762.4 $\pm$ 7.4	1772.9 $\pm$ 6.7	1781.8 $\pm$ 10.6	132	61	52
4	4.7722	1.0	0.3214	0.8	0.75	0.1077	0.7	2.3	1760.8 $\pm$ 12.2	1780.0 $\pm$ 8.5	1796.5 $\pm$ 11.8	49	42	21
5	4.7638	0.9	0.3204	0.7	0.80	0.1078	0.5	1.9	1763.2 $\pm$ 9.4	1778.5 $\pm$ 7.2	1791.7 $\pm$ 10.7	86	45	35
6	4.8006	0.8	0.3228	0.7	0.91	0.1079	0.3	2.6	1763.6 $\pm$ 5.9	1785.0 $\pm$ 6.7	1803.4 $\pm$ 11.4	232	78	91
Проба 71-9, граносієніт, Володарськ-Волинський масив														
1	4.1404	0.9	0.2794	0.8	0.96	0.1075	0.2	-10.8	1757.1 $\pm$ 4.4	1662.3 $\pm$ 7.0	1588.4 $\pm$ 11.5	542	389	201
2	4.7884	0.7	0.3222	0.7	0.98	0.1078	0.1	2.5	1762.2 $\pm$ 2.6	1782.9 $\pm$ 5.8	1800.6 $\pm$ 10.6	1067	959	471
3	4.6157	0.7	0.3102	0.7	0.98	0.1079	0.2	-1.5	1764.8 $\pm$ 2.9	1752.1 $\pm$ 6.0	1741.5 $\pm$ 10.7	902	695	374
4	4.7597	0.7	0.3201	0.7	0.97	0.1078	0.2	1.8	1763.0 $\pm$ 2.9	1777.8 $\pm$ 5.8	1790.4 $\pm$ 10.6	978	540	397
5	4.6411	0.7	0.3123	0.7	0.95	0.1078	0.2	-0.7	1762.4 $\pm$ 4.3	1756.7 $\pm$ 6.2	1751.9 $\pm$ 10.8	489	251	192
6	4.6815	0.7	0.3140	0.7	0.97	0.1081	0.2	-0.5	1768.2 $\pm$ 3.0	1763.9 $\pm$ 5.9	1760.3 $\pm$ 10.6	757	522	314
Проба 95005, рапаківіподібний граніт, Малинський масив														
1	4.6681	0.9	0.3124	0.7	0.75	0.1084	0.6	-1.3	1772.6 $\pm$ 11.1	1761.5 $\pm$ 7.8	1752.3 $\pm$ 10.7	58	30	23
2	4.7541	0.7	0.3189	0.7	0.97	0.1081	0.2	1.1	1768.0 $\pm$ 3.2	1776.8 $\pm$ 6.0	1784.4 $\pm$ 10.8	719	390	291
3	4.6877	1.0	0.3135	0.7	0.69	0.1084	0.7	-1.0	1773.5 $\pm$ 12.9	1765.0 $\pm$ 8.3	1757.9 $\pm$ 10.5	43	29	18
4	4.6959	0.9	0.3158	0.7	0.72	0.1078	0.6	0.4	1763.1 $\pm$ 11.8	1766.5 $\pm$ 7.8	1769.4 $\pm$ 10.4	52	32	21
5	4.8309	0.7	0.3246	0.7	0.99	0.1079	0.1	3.1	1764.8 $\pm$ 2.1	1790.3 $\pm$ 5.8	1812.2 $\pm$ 10.6	1608	1592	729
6	4.7071	0.9	0.3178	0.7	0.79	0.1074	0.5	1.5	1756.3 $\pm$ 9.6	1768.5 $\pm$ 7.2	1778.9 $\pm$ 10.5	86	80	38
7	4.7192	0.8	0.3182	0.7	0.83	0.1076	0.5	1.4	1758.7 $\pm$ 8.3	1770.7 $\pm$ 6.8	1780.8 $\pm$ 10.5	111	100	49
Проба 53-7, граніт рапаківі, Малинський масив														
1	4.5681	1.0	0.3113	0.7	0.72	0.1064	0.7	0.6	1738.9 $\pm$ 12.2	1743.5 $\pm$ 8.1	1747.3 $\pm$ 10.6	89	43	35
2	4.6912	0.8	0.3162	0.7	0.89	0.1076	0.4	0.8	1759.2 $\pm$ 6.5	1765.7 $\pm$ 6.4	1771.1 $\pm$ 10.5	171	142	73
3	4.6365	0.8	0.3114	0.7	0.85	0.1080	0.4	-1.2	1765.7 $\pm$ 7.7	1755.9 $\pm$ 6.7	1747.6 $\pm$ 10.4	167	142	70
4	4.6653	0.8	0.3129	0.7	0.86	0.1081	0.4	-0.9	1768.4 $\pm$ 7.9	1761.0 $\pm$ 7.1	1754.8 $\pm$ 11.1	113	63	45
5	4.6582	0.8	0.3143	0.7	0.88	0.1075	0.4	0.3	1757.1 $\pm$ 6.6	1759.8 $\pm$ 6.4	1762.0 $\pm$ 10.4	165	141	70
6	4.7080	0.7	0.3158	0.7	0.93	0.1081	0.3	0.1	1768.1 $\pm$ 4.8	1768.7 $\pm$ 6.1	1769.1 $\pm$ 10.4	417	446	187

Проба граносієніту 71-9 являє собою гібридну лейкократову породу, що залягала у вигляді жилоподібного тіла серед габро-монзонітів, аналогічних описаному вище 71-1М, демонструючи геологічні та петрографічні ознаки магматичного змішування (magma mingling). Місце відбору те саме, що й для попередньої проби. Макроскопічно граносієніт є світлою зеленувато-сірою середньо-крупнозернистою породою. Під мікроскопом він виявляє гіпідіоморфнозернисту структуру. Головні породоутворюючі мінерали – K-Na польовий шпат, плагіоклаз, клінопіроксен, рогова обманка. У другорядних кількостях присутні кварц, біотит, фаяліт, грюнерит. Акцесорні мінерали представлені апатитом, цирконом, ільменітом, піритом. Хімічний склад граносієніту є проміжним між кислими та середніми породами підвищеної лужності: SiO₂ – 64,79%, TiO₂ – 0,38%, Al₂O₃ – 17,74%, Fe₂O₃* – 2,73%, MnO – 0,04%, MgO – 0,29%, CaO – 2,47%, Na₂O – 4,33%, K₂O – 5,9%, P₂O₅ – 0,16%. Циркони з проби 71-9 представлені довгопризматичними кристалами з дещо вигнутими, а також зазубреними, обрисами. Розміри їх варіюють у межах 0,2–0,6 мм по довгій осі. Ледь помітна тонка концентрична зональність розрізняється не на всіх CL-зображеннях. П'ять з шести виконаних вимірювань дали конкордантні або майже конкордантні результати, одне – дискордантний.

Ізотопний вік, визначений за верхнім перетином дискордії з конкордією, складає 1763,8 $\pm$ 2,6 млн р.

Пробу рапаківіподібного граніту 95005, що належить до крайової фації Малинського масиву рапаківі, було відібрано в невеликому затопленому кар'єрі на правому березі р.Тростяниця біля північно-західної околиці с. Гута-Потіївка Радомишльського району Житомирської області (географічні координати: 50°42'31,7" пв ш, 28°51'25,3" сх д). Проба представлена дрібноовоїдним біотит-амфіболовим рапаківіподібним гранітом. На темному зеленувато-сірому дрібнозернистому тлі останнього безладно розкидані рожеваті овоїдні вкраплення K-Na польового шпату, розміром 0,5–1 см. На окремих ділянках у загальній масі розрізняються рожеваті ділянки гранофіру. Під мікроскопом граніт виявляє елементи маргінаційно-овоїдної та пойкилопегматоїдної структур. Крім домінуючого K-Na польового шпату, головними породоутворюючими мінералами є кварц та плагіоклаз. У другорядних кількостях присутні амфіболи та біотит. Акцесорна мінералізація представлена цирконом, ільменітом, апатитом та флюоритом. Хімічний склад відповідає сублужному граніту: SiO₂ – 73,33%, TiO₂ – 0,37%, Al₂O₃ – 11,89%, Fe₂O₃* – 3,47%, MnO – 0,04%, MgO – 0,20%, CaO – 1,14%, Na₂O – 3,14%, K₂O – 5,35%, P₂O₅ – 0,10%. Циркони, вилучені з

цієї проби, представлені подовжено-призматичними кристалами розміром 0,3–0,5 мм. У препаратах вони безбарвні та прозорі, на CL-зображеннях виявляють просту концентричну зональність. Усього проаналізовано 5 кристалів циркону, для двох з них окремо датовано внутрішню та зовнішню частини кристалу. Усі отримані результати є майже конкордантними з середньозваженим значенням віку за відношенням $207\text{Pb}/206\text{Pb}$ $1765,4 \pm 3,3$ млн р.

Пробу граніту рапаківі 53–57, що відноситься до плутонічної фації Малинського масиву, було відібрано в невеликому кар'єрі блочного каміння на східній околиці с. Мирне Радомишльського району Житомирської області (географічні координати: $50^{\circ}38'27''$ пн ш, $28^{\circ}55'37,3''$ сх д). Проба представлена крупноовійдним біотит-амфіболовим гранітом рапаківі виборгітового типу. Забарвлення граніту зеленувато-сіре з буруватим відтінком. Граніт має добре виявлену маргінаційно-овійдну структуру. Овійдні мегакристи K-Na польового шпату, розміром 1–3 см, зазвичай оточені широкими плагіоклазовими оболонками та розміщуються в крупно-середньозернистій основній масі. Остання складається з K-Na польового шпату, плагіоклазу, кварцу, амфіболу та біотиту. Кварц виявляє ідіоморфізм по відношенню до польових шпатів, що обумовлює гіпідіоморфнозернисту гранулітову структуру загальної маси. Під мікроскопом, крім названих мінералів, також діагностовано вторинні ідінгсит та грюнерит. Акцесорна мінералізація представлена цирконом, апатитом, флюоритом, ільменітом, ортитом, сфалеритом, піритом. Хімічний склад мирнинського рапаківі відповідає сублужному граніту: SiO_2 – 68,9–71,7%, TiO_2 – 0,37–0,49%, Al_2O_3 – 13,15–14,21%, Fe_2O_3^* – 3,72–5,08%, MnO – 0,05–0,08%, MgO – 0,22–0,25%, CaO – 1,57–2,15%, Na_2O – 2,9–3,38%, K_2O – 5,04–5,39%, P_2O_5 – 0,10–0,14%. Циркони в пробі 53–7 представлені неправильними фрагментами більш крупних кристалів. Їх розміри варіюють у межах 0,2–0,5 мм. У препаратах вони безбарвні та прозорі, слабо зональні на CL-зображеннях. Для 5 проаналізованих зерен циркону, у одного з яких окремо датовано внутрішню та зовнішню частини кристалу, отримано конкордантні цифри ізотопного датування з середньозваженим значенням віку за відношенням $207\text{Pb}/206\text{Pb}$ у $1762,7 \pm 5,5$ млн р.

Висновки. Отримані результати дозволяють зробити ряд висновків стосовно часу формування гібридних порід Коростенського плутону:

1. Отримані цифри U-Pb датування цирконів з габро-монзонітів ($1760,7 \pm 4,1$ млн р) та граносієнітів ($1763,8 \pm 2,6$ млн р) відповідають часу кристалізації гібридних утворень, розвинених в області східного контакту Володарськ-Волинського масиву;

2. U-Pb ізотопний вік досліджуваних гібридних порід у межах аналітичної похибки співпадає з віком габроїдів ($1759,1 \pm 3,2$ млн р), що складають східний фланг Володарськ-Волинського масиву, а також з віком рапаківіподібних гранітів ($1765,4 \pm 3,3$ млн р) та гранітів рапаківі ($1762,7 \pm 5,5$ млн р) Малинського масиву, розташованого поруч;

3. Одноріковість кристалізації гібридних порід з асоціюючими з ними габроїдами та гранітоїдами добре узгоджується з попереднім висновком авторів [6] про механізм формування усієї гами гібридних утворень Коростенського комплексу, що припускає магматичне змішування (magma mingling) високотемпературної базитової мами з більш низькотемпературною гранітоїдною в рідкому або напіврідкому стані;

4. Подальше з'ясування петрогенетичних особливостей процесу магматичного змішування потребує додаткових ізотопно-геохімічних досліджень, наприклад, вивчення ізотопного складу Hf у цирконах з досліджуваних гібридних порід та інших породних представників Коростенського плутону.

Список використаних джерел:

1. Анортозит-рапаківігранітна формація Восточно-Европейской платформи / Д. А. Великославинский, А. П. Биркис, О. А. Богатиков [и др.]; под ред. Ф. П. Митрофанова. – Л.: Наука, 1978. – 296 с.
2. Верхогляд В. М. Возрастные этапы магматизма Коростенского плутона / В. М. Верхогляд // Геохимия и рудообразование. – 1995. – Вып. 21. – С. 34–47.
3. Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Протерозой / Н. П. Щербак, Г. В. Артеменко, И. М. Лесная [и др.]; НАН Украины, Ин-т геохимии, минералогии и рудообразования. Н. П. Семенов; отв. ред. Н. П. Щербак. – К.: Наук. думка, 2008. – С. 240. – (Проект "Наукова книга").
4. Коростенский комплекс / О. В. Зинченко, В. М. Скобелев, К. Е. Есипчук [и др.] // Петрология, геохимия и рудоносность интрузивных гранитоидов Украинского щита. – К.: Наукова думка, 1990. – С. 134–164.
5. Митрохин А. В. Петрология Малинского массива рапаківі (Коростенский плутон) / А. В. Митрохин, С. В. Богданова, Е. В. Билан // Минералогический журнал. – 2009. – Т. 31, № 2. – С. 66–81.
6. Митрохин А. В. Петрология "гибридных пород" Коростенского плутона анортозит-рапаківігранітної формації Украинского щита / А. В. Митрохин, Е. В. Билан // Минералогический журнал. – 2014. – Т. 36, Вып. 2. – С. 102–119.
7. Митрохин О. В. Петрология габро-анортозитовых массивів Коростенского плутону: дис. на здобуття наук. ступеня канд. геол. наук: спец. 04.00.08 "Петрология" / Митрохин О. В. – К., 2001. – 16 с.
8. Шумлянський Л. В. Ізотопний U-Pb вік титаносних габроїдів південної частини Володарськ-Волинського масиву, Коростенський плутон / Л. В. Шумлянський // Наук. праці ІФД. – 2007. – Вып. 12. – С. 118–128.
9. Geochronological constraints on the emplacement history of an anorthosite rapakivi granite suite: U-Pb zircon and baddeleyite study of the Korosten complex, Ukraine / Yu. Amelin, L. M. Heaman, V. M. Verchoglyad [et al.] // Contribs. Miner. and Petrol. – 1994. – Vol. 116, N 4. – P. 411–419.
10. Ludwig K. R. Isoplot 3.75. A Geochronological toolkit for Microsoft Excel / K. R. Ludwig; Berkeley Geochronology Center. – rev. January 30, 2012. – Spec. Publ. No 5. – 75 p. – (User's Manual). – Режим доступа: http://www.bgc.org/isoplot_etc/isoplot/Isoplot3_75-4_15manual.pdf.
11. Mitrokhin A. V. The gabbro-anorthosite massifs of Korosten Pluton (Ukraine) and problems of evolution of parental magmas / A. V. Mitrokhin // GEODE field workshop 8-12th July 2001 on ilmenite deposits in the Rogaland anorthosite province, S. Norway: Abstract; NGU. – 2001. – P. 86–90.
12. Mitrokhin A. V. The gabbro-anorthosite massifs of Korosten Pluton (Ukraine) and problems concerning the evolution of the parental magmas / A. V. Mitrokhin // Ilmenite deposits and their geological environment; Geological Survey of Norway. – Trondheim, 2003. – Spec. Publ. of NGU, N 9. – P. 96–97.
13. Stacey J. S. Approximation of Terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model / J. S. Stacey, J. D. Kramers // Earth and Planetary Science Letters. – 1975. – № 26. – P. 207–221.
14. Steiger R. H. Subcommission on geochronology: convention of the use of decay constants in geo- and cosmo-chronology / R. H. Steiger, E. Jäger // Earth and Planetary Science Letters. – 1977. – № 36. – P. 359–362.
15. Three natural zircon standards for U-Th-Pb, Lu-Hf, trace element and REE analysis / M. Wiedenbeck, P. Alle, F. Corfu et al. // Geostandards Newsletter. – 1995. – № 19. – P. 1–23.
16. Whitehouse M. J. Assigning dates to thin gneissic veins in high-grade metamorphic terranes: a cautionary tale from Akilia, southwest Greenland / M. J. Whitehouse, B. S. Kamber // Journal of Petrology. – 2005. – № 46. – P. 291–318.

References:

1. Velikoslavinskiy, D.A., Birkis, A.P., Bogatkov, O.A. et al. (1978). Anortozit-rapakivigranitnaya formatsiya Vostochno-Evropeyskoy platform. F.P. Mitrofanova (Ed.). Leningrad: Nauka. [in Russian].
2. Verkhoglyad, V.M. (1995). Vozrastnye etapy magmatizma Korostenskogo plutona. Geokhimiya i rudoobrazovanie, 21, 34–47. [in Russian].
3. Scherbak, N.P., Artemenko, G.V., Lesnaya, I.M., Ponomarenko, A. N., Shumlyanskiy, L.V. (2008). Geokhronologiya rannego dokembriya Ukrainского щита. Proterozoy. N.P. Scherbak (Ed.). Kyiv: Naukova dumka. [in Russian].
4. Zinkhenko, O.V., Skobelev, V.M., Esipchuk, K.E. et al. (1990). Korostenkiy kompleks. Petrologiya, geokhimiya i rudoznosnost intruzivnykh granitoydov Ukrainского schyta. (pp. 134–164). Kyiv: Naukova dumka. [in Russian].
5. Mitrokhin, A.V., Bogdanova, S.V., Bilan, O.V. (2009). Petrologiya Malynskogo massiva rapakivi (Korostenkiy pluton). Min. Zhurn. – Mineralogical journal, 31, 2, 66–81. [in Russian].
6. Mitrokhin, A.V., Bilan, E.V. (2014). Petrology "Hybrid rocks" relating to Korosten anorthosite-rapakivi-granite pluton of the Ukrainian shield. Min. Zhurn. - Mineralogical journal, 36, 2, 102–119. [in Russian].
7. Mitrokhin, A.V. (2001). Petrologiya gabbro-anortozytovykh masyviv Korostenskogo plutonu. Extended abstract of candidate's thesis (04.00.08, Petrologiya). Kyiv. [in Ukrainian].
8. Shumlyanskiy, L.V. (2007). Izotopnyy U-Pb vik titanonosnykh gabroydiv pivdennoyi chastyny Volodarsk-Volynskogo masyvu, Korostenskyy pluton. Nauk. pratsi IFD, 12, 118–128. [in Ukrainian].
9. Amelin, Yu., Heaman, L.M., Verchoglyad, V.M. et al. (1994). Geochronological constraints on the emplacement history of an anorthosite rapakivi granite suite: U-Pb zircon and baddeleyite study of the Korosten complex, Ukraine. Contribs. Miner. and Petrol, 116, 4, 411–419.
10. Ludwig, K.R. (2012). User's Manual for Isoplot 3.75. A Geochronological toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronology Center. www.bgc.org. Spec. Publ. 5, rev. January 30, 2012. 75p. Retrieved from http://www.bgc.org/isoplot_etc/isoplot/Isoplot3_75-4_15manual.pdf.

11. Mitrokhin, A.V. (2001). The gabbro-anorthosite massives of Korosten Pluton (Ukraine) and problems of evolution of parental magmas. Abstract – GEODE field workshop 8–12th July 2001 on ilmenite deposits in the Rogaland anorthosite province, S. Norway. (pp. 86–90). Geological Survey of Norway.
12. Mitrokhin, A.V. (2003). The gabbro-anorthosite massifs of Korosten Pluton (Ukraine) and problems concerning the evolution of the parental magmas. Ilmenite deposits and their geological environment. (N 9, pp. 96–97) Spec. Publ. of Geological Survey of Norway. Trondheim.
13. Stacey, J.S., Kramers, J.D. (1975). Approximation of Terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model. *Earth and Planetary Science Letters*, 26, 207–221.

14. Steiger, R.H., Jäger, E. (1977). Subcommission on geochronology: convention of the use of decay constants in geo- and cosmo-chronology. *Earth and Planetary Science Letters*, 36, 359–362.
15. Wiedenbeck, M., Alle, P., Corfu, F., Griffin, W.L., Meier, M., Oberli, F. et al. (1995). Three natural zircon standards for U-Th-Pb, Lu-Hf, trace element and REE analysis. *Geostandards Newsletter*, 19, 1–23.
16. Whitehouse, M.J., Kamber, B.S. (2005). Assigning dates to thin gneissic veins in high-grade metamorphic terranes: a cautionary tale from Akilia, southwest Greenland. *Journal of Petrology*, 46, 291–318.

Надійшла до редколегії 07.08.16

O. Bilan, Engineer
E-mail: olenka.bilan@gmail.com,
O. Mytrokhyn, Dr. Sci. (Geol.), Prof.
Department of Mineralogy, Geochemistry and Petrography
E-mail: mitrokhin.a.v@yandex.ua
Taras Shevchenko National University of Kyiv
Institute of Geology, 90, Vasylykivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine,
L. Shumlyansky, Dr. Sci. (Geol.), Senior research fellow
E-mail: lshumlyansky@yahoo.com
M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation NAS of Ukraine
34, Acad. Palladina Ave., Kyiv, 03142, Ukraine,
V. Zagorodniy, Cand. Sci. (Tech.), Senior research fellow
E-mail: zww@univ.kiev.ua
Taras Shevchenko National University of Kyiv
Institute of Geology, 90, Vasylykivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine

U-PB ISOTOPIC AGE OF ZIRCON FROM HYBRID ROCKS OF THE KOROSTEN ANORTHOSITE-RAPAKIVI-GRANITE PLUTON

The authors have obtained new data on U-Pb isotopic age of zircon from hybrid rocks of the Korosten Pluton associated with the anorthosite-rapakivi-granite of the Ukrainian Shield rock formation. Zircon grains were separated from the sample of hybrid monzonitic gabbro, which crops out along the eastern flank of the Volodarsk-Volynsky gabbro-anorthosite massif, and from the sample of fayalite-hedenbergite-amphibole granosyenite in the form of a vein which cuts monzonitic gabbro and shows indications of the magma mingling. U-Pb age for individual zircon crystals obtained by SIMS ($1760,7 \pm 4,1$ Ma for monzonitic gabbro, and $1763,8 \pm 2,6$ Ma for granosyenite) are interpreted as the crystallization age of the hybrid rocks that has developed at the contact zone of gabbroic rocks of the Volodarsk-Volynsky gabbro-anorthosite massif and granitic rocks of the Malin rapakivi massif. In addition, the samples of rapakivi-like granite of the marginal facies of the Malyn massif and the samples of rapakivi granite of its plutonic facies were dated by the U-Pb zircon SIMS method. It was found out that U-Pb isotopic age of the examined hybrid rocks within the analytical error corresponds to the age of rapakivi-like granite ($1765,4 \pm 3,3$ Ma) and rapakivi granite ($1762,7 \pm 5,5$ Ma) of the Malin massif as well as to the age of gabbroic rocks ($1759,1 \pm 3,2$ Ma) that constitute the eastern flank of the Volynsky massif. The similarity of the crystallization age of hybrid rocks in association with gabbroic and granitic rocks is consistent with the previous conclusion about the mechanism of the formation of the whole range of the Korosten Pluton hybrid rocks which assumes the magma mixing of a high temperature mafic magma with lower-temperature granitoid magma in liquid or semi-liquid state.

Keywords: U-Pb age, hybrid rocks, the Korosten Pluton, the Ukrainian Shield.

Е. Билан, инж.,
E-mail: olenka.bilan@gmail.com,
О. Митрохин, д-р геол. наук, проф.
кафедра минералогии, геохимии и петрографии,
E-mail: mitrokhin.a.v@yandex.ua
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко,
УНИ "Институт геологии", ул. Васильковская, 90, г. Киев, 03022, Украина,
Л. Шумлянський, д-р геол. наук, ст. науч. сотрудник, вед. науч. сотрудник,
E-mail: lshumlyansky@yahoo.com,
Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н.П. Семененко
Национальной Академии наук Украины,
пр. Палладина, 34, г. Киев-142, 03680, Украина,
В. Загородний, канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник,
E-mail: zww@univ.kiev.ua,
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко,
УНИ "Институт геологии", ул. Васильковская, 90, г. Киев, 03022, Украина

U-PB ИЗОТОПНЫЙ ВОЗРАСТ ЦИРКОНОВ ИЗ ГИБРИДНЫХ ПОРОД КОРОСТЕНСКОГО АНОРТОЗИТ-РАПАКИВИГРАНИТНОГО ПЛУТОНА

Авторы получили новые данные о U-Pb изотопном возрасте цирконов из гибридных пород Коростенского плутона анортозит-рапакивигранитной формации Украинского щита. Цирконы были извлечены из пробы гибридного габбро-монзонита, выходы которого широко распространены вдоль восточного фланга Володарск-Волынского габбро-анортозитового массива, а также из пробы фаялит-геденбергит-амфиболового граносиенита, который залегал в виде жилкообразного тела среди габбро-монзонитов, демонстрируя признаки магматического смешения (magma mingling). Полученные методом SIMS U-Pb датирования единичных кристаллов циркона ($1760,7 \pm 4,1$ млн л для габбро-монзонита и $1763,8 \pm 2,6$ млн л для граносиенита) интерпретируются авторами как время кристаллизации гибридных пород, которые развиваются в области контакта габброидов Володарск-Волынского габбро-анортозитового массива с гранитоидами Малинского массива рапакиви. Дополнительно этим же методом продатированы цирконы из пробы рапакивиподобного гранита краевой фации Малинского массива и из пробы гранита рапакиви плутонической фации этого же массива. Выяснено, что U-Pb изотопный возраст изучаемых гибридных пород в рамках аналитической ошибки совпадает с возрастом рапакивиподобных гранитов ($1765,4 \pm 3,3$ млн л) и гранитов рапакиви ($1762,7 \pm 5,5$ млн л) Малинского массива, а также с возрастом габброидов ($1759,1 \pm 3,2$ млн л), слагающих восточный фланг Володарск-Волынского массива. Одновозрастность кристаллизации гибридных пород ассоциирующими с ними габброидами и гранитоидами хорошо согласуется с предварительным выводом авторов о механизме формирования всей гаммы гибридных образований Коростенского плутона, который допускает магматическое смешение высокотемпературной базитовой магмы с низкотемпературной гранитоидной в жидком или полужидком состоянии. Дополнительную информацию о петрогенетических особенностях процессов магматического смешения может дать дальнейшее изучение изотопного состава Hf в цирконах из исследованных гибридных пород и других породных представителей Коростенского плутона.

Ключевые слова: U-Pb изотопный возраст, гибридные породы, Коростенский плутон, Украинский щит.