

## МАНТІЙНЕ ДЖЕРЕЛО ФЛЮЇДІВ УРАНОНОСНИХ Na-МЕТАСОМАТИТІВ ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКОЇ УРАНОВОЇ ПРОВІНЦІЇ, ЗА ДАНИМИ ЩОДО ІЗОТОПНОГО СКЛАДУ Pb, Sr ТА Nd

Л.В. Шумлянський

E-mail: lshumlyanskyu@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-6775-4419>

*Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка НАН України  
03142, просп. акад. Палладіна, 34, Київ, Україна*

У статті викладено результати визначення ізотопного складу Sr, Nd та Pb в ураноносних Na-метасоматитах Центральноукраїнської уранової провінції. Досліджено 23 зразки порід, що репрезентують п'ять родовищ. Отримані дані свідчать про близькість ізотопного складу Sr та Nd в метасоматитах із таким у вихідних породах, по яких вони розвиваються. Втім, дещо нижчі значення  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в метасоматитах свідчать про наявність у їхньому складі більш «примітивного» ювенільного компоненту. Визначення ізотопного складу Pb дало змогу побудувати Pb-Pb ізохрону з віком  $1810 \pm 17$  млн років. Цей вік підтверджує одночасність формування Na-метасоматитів і численних дайок основного складу, що набули розвитку в цьому районі. Метасоматичні флюїди, вочевидь, генерувались у верхній мантії, їхнє рудне навантаження було успадковано від мантійного джерела. Утворення величезних обсягів флюїдів мантійного походження пов'язується з формуванням Прутівсько-Новогольської магматичної провінції та зі вкоріненням великих анортозит-рапаківігранітних плутонів (Коростенського та Корсунь-Новомиргородського), які також належать до провінції.

**Ключові слова:** ізотопний склад Sr, Nd та Pb; натрієві метасоматити; палеопротерозой; уранові родовища; Центральноукраїнська уранова провінція; Корсунь-Новомиргородський плутон.

**Вступ.** Натрієві метасоматити порівняно широко розповсюджені у світі і нерідко містять уранову мінералізацію, масштаби якої можуть сягати розмірів, прийнятних для промислової експлуатації [25]. Родовища цього типу мають відносно низьку концентрацію урану, проте запаси можуть бути значними. Окрім власне урану, натрієві метасоматити можуть концентрувати й інші корисні компоненти: Sc, V, Nb, важкі РЗЕ, Ag тощо.

Численні дослідження були присвячені геологічній будові родовищ, пов'язаних із натрієвими метасоматитами, їхньому мінеральному та хімічному складу, ізотопії стабільних елементів [3, 4, 6, 25]. Проте якісні геохімічні дані щодо складу метасоматитів почали з'являтися лише нещодавно [25, 29], так само, як і дані про ізотопний склад радіо-генних елементів [14, 30]. У цьому повідом-

ленні автор стисло виклав результати дослідження ізотопного складу Pb, Sr та Nd в кількох родовищах Центральноукраїнської уранової провінції.

Основними невирішеними питаннями у дослідженні походження родовищ урану, пов'язаних з Na-метасоматитами, є:

— джерело величезного обсягу високотемпературних метасоматичних флюїдів. Головними здогадними джерелами є метеорні, метаморфічні і басейнові води, а також магматичні флюїди [4, 7, 25];

— джерело U та Na. Середньо- та верхньокорові породні комплекси розглядають як найвірогідніше джерело. Проте верхньокорові породи, що вміщують родовища, як правило, не виявляють збагачення на U та Na. Розрахунки вказують на те, що їх вилуговування флюїдами не може призвести

до збагачення, достатнього для утворення промислових родовищ. Зокрема, за даними [25], запаси урану в родовищах становлять близько 300 тисяч тонн. Ураховуючі об'ємні співвідношення між власне родовищами та метасоматитами, що їх вміщують, вміст урану в рудах та нерудних метасоматитах [17, 25, 29], а також відомості про поширення Na-метасоматитів на глибину, загальну кількість урану, що міститься в метасоматитах, можна оцінити в перші мільйони тонн. Водночас, за даними [8], вилуговування однієї тонни гранітів новоукраїнського комплексу призводить до вивільнення від 1 до 1,5 грам урану. Подібні ж цифри отримуємо, якщо як джерело урану будемо розглядати граніти інгульського комплексу або метаморфічні породи інгуло-інгулецької серії. В такому разі, для вивільнення всього того обсягу урану, що міститься в Na-метасоматитах Центральноукраїнської уранової провінції, потрібно вилугувати геологічне тіло, яке за площею дорівнює Новоукраїнському масиву (біля 3500 км<sup>2</sup>), та має потужність до 500 м. Таких масштабних полів змінених порід досі виявлено не було, що, втім, не заперечує їх можливого існування в надрах. У роботі [8] описано ділянки слабо змінених (діафторованих) гранітів новоукраїнського комплексу, які були дефіцитними щодо урану, і супроводжували тіла метасоматитів. Втім, моделі вилуговування верхньокорових кислих порід не пояснюють натровий характер метасоматитів. Верхньокорові породи містять зіставні кількості Na<sub>2</sub>O та K<sub>2</sub>O, тоді як метасоматити сильно деплетовані щодо калію.

**Метою** цієї роботи є визначення можливих джерел метасоматичних флюїдів та їхнього рудного навантаження за допомогою ізотопно-геохімічних методів (визначення ізотопного складу Sr, Nd та Pb).

**Геологічне положення.** Центральноукраїнська уранова провінція (рис. 1) розташована у центральній частині Українського щита, переважно в межах Інгульського рухомого (орогенного) поясу, і, частково, в межах мезозархейського Середньо-Придніпровського та Росинсько-Тікицького районів [7]. Більшість родовищ і рудопроявів розташовано поблизу південного контакту Корсунь-Новомиргородського аортозит-рапаківігранітного комплексу [27] віком 1757—1740 млн років

[20, 21, 35]. Вміщують родовища породи Новоукраїнського габро-монзоніт-гранітного масиву (вік 2038—2028 млн років [13, 26]), а також граніти та мігматити інгульського комплексу (вік 2062—2022 млн років [15, 22, 37]). Декілька родовищ розташовано в межах криворізької структури, виповненої переважно осадовими уламковими породами та хемогенними відкладами залізо-кременистої формації мезозархейського віку [1, 16].

Na-метасоматити наявні у розломних зонах, з якими також асоціюють численні дайки основного складу. Деякі з цих дайок дещо давніші за метасоматити і зазнають впливу метасоматичних розчинів, тоді як молодші дайки січуть метасоматичні тіла [7, 10, 11]. Наявні геохронологічні дані вказують на те, що вкорінення дайок відбувалось майже 1800 млн років тому [36]. Такий самий вік мають і Na-метасоматити [4, 23].

Залежно від складу порід, по яких вони розвиваються, Na-метасоматити утворюють два головних типи. Перший тип розвинутий по кислих породах і репрезентований альбітитами. Другий тип уміщує егірін-рибекітові метасоматити, утворені по породах залізо-кременистої формації. Метасоматити приурочені до розломів і утворюють зональні тіла, простежені за простяганням на декілька кілометрів, тоді як потужність (ширина) метасоматичних тіл може сягати кількох сотень метрів. Найбільші тіла були простежені бурінням до глибини 1200 м і далі.

Загалом зональність у метасоматичних тілах, утворених по кислих породах, може бути описана як поступовий перехід від незмінених порід, що вміщують метасоматити, до діафторованих порід, далі — до безкварцових (десиліфікованих) мікроклін-альбітових метасоматитів («сієнітів»), і до альбітитів. Мінеральні парагенезиси пізніх стадій включають флогопіт (або пізній хлорит), карбонати, андрадит, діопсид, Mg-Ca амфіболи і гематит, часто накладені на внутрішні ділянки альбітитових тіл. Крім того, вторинні кварц, епідот і мікроклін нерідко накладені на проміжні і зовнішні частини метасоматичних тіл.

Отримані геохімічні дані [29, 32] свідчать про закономірні варіації хімічного складу в профілях, що перетинають альбітитові тіла. Порівняно з гранітами, що вміщують метасоматити, альбітити різко збіднілі на SiO<sub>2</sub> та

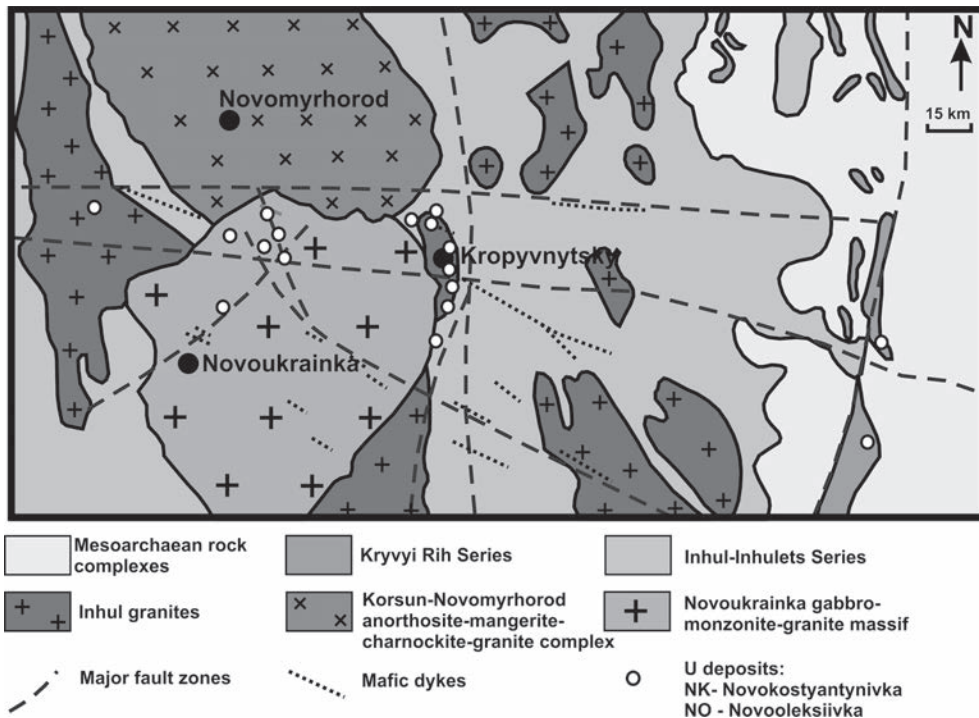


Рис. 1. Схематична геологічна схема Центральноукраїнської уранової провінції, за [25]

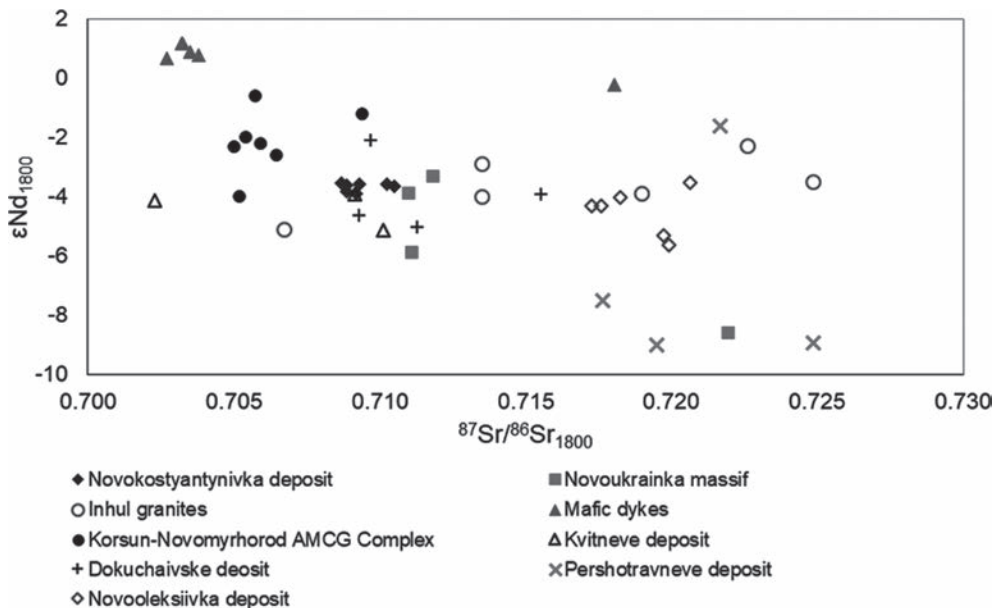


Рис. 2. Ізотопний склад Sr та Nd в Na-метасоматитах Центральноукраїнської уранової провінції та у породах, що їх вміщують. Всі дані перераховані на вік 1800 млн років

$K_2O$ . Вміст  $Al_2O_3$  дещо зростає біля контакту з гранітами, а тоді різко скорочується в центральній частині метасоматичного тіла. Вміст  $Fe_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $TiO_2$  та  $MgO$  виявляє значні позитивні піки в багатих на уран центральних частинах тіл. Альбітити також різко збагачені на  $Na_2O$ , але проявляють деяку

деплетацію на цей оксид у осьовій частині метасоматичних тіл. Наявні дані вказують на різке збагачення рудоносних альбітитів важкими РЗЕ [29].

**Методи дослідження.** Ізотопний склад Nd, Sr та Pb у валових пробах Na-метасоматитів було визначено в Швецькому природознав-

чому музеї, м. Стокгольм. Концентрацію Nd та Sm визначено методом ізотопного розведення з використанням змішаного трасера  $^{150}\text{Nd}$ — $^{147}\text{Sm}$ . Ізотопний склад Nd та Sr визначено за допомогою маспектрометра *Thermo-Scientific TRITON* у статичному режимі. Результати визначення ізотопного складу Nd корегували на фракціонування за відношенням  $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0,7219$ , похибка визначення відношення  $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$  оцінена у  $< 0,5\%$ . Ізотопний склад Sr встановлено без застосування ізотопного трасера, а дані нормалізовано до  $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr} = 0,1194$ . Концентрацію Sr та Rb визначено за допомогою методу *ICP-MS*. Ізотопний склад Pb визначено за допомогою мультиколекторного маспектрометра з індуктивно-пов'язаною плазмою *Micromass Isoprobe*.

Деталі методу описано в роботі [28]. Загальна похибка визначення ізотопного складу Pb оцінюється в  $\pm 0,1\%$  або менше.

**Результати досліджень.** Нами було визначено ізотопний склад Sr та Nd в 23 зразках натрієвих метасоматитів з п'яти родовищ. Чотири з них (Новоолексіївське, Новокосянтинівське, Квітневе та Докучаєвське) залягають у кислих породах і належать до Кропивницького рудного району, тоді як п'яте пов'язане із залізо-кременистими породами Криворізького району (Першотравневе).

Альбітитами, що розвиваються по кислих породах, мають значний діапазон варіації величини  $\epsilon\text{Nd}$  (всі первинні ізотопні характеристики перераховані на вік у 1800 млн років, який відповідає часу формування метасоматитів) — від  $-1,6$  до  $-5,6$ . Цей діапазон відповідає ізотопному складу Nd в породах Новоукраїнського масиву та інгульського комплексу (неопубліковані дані автора; рис. 2), які вміщують Na-метасоматити. Породи Корсунь-Новомиргородського аортозит-рапаківігранітного плутону (КНП) мають дещо вищі значення  $\epsilon\text{Nd}_{1800}$  — від  $-0,6$  до  $-4,0$  (неопубліковані дані автора), а одновікові з альбітитами дайки основного складу мають позитивні величини  $\epsilon\text{Nd}$  [36].

Na-метасоматити Першотравневого родовища відрізняються нижчими значеннями  $\epsilon\text{Nd}$  — від  $-7,5$  до  $-9,0$ , з одним «аномальним» значенням  $-1,6$ . Вони відповідають ізотопному складу Nd в залізистих кварци-

тах та сланцях саксаганської світи криворізької серії ( $\epsilon\text{Nd} -7,3 \dots -14,7$ ) [38].

Ізотопний склад стронцію  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{1800}$  в альбітитах вирізняється широким діапазоном — від  $0,70916$  до  $0,72066$ , з одним аномально низьким значенням —  $0,70230$ . Цей діапазон варіацій відповідає такому в гранітах інгульського комплексу. Однак у всіх альбітитових родовищах, за винятком Новоолексіївського, діапазон варіацій ізотопного складу стронцію близький до такого в гранітах Новоукраїнського масиву — більшість проб укладається у вузький діапазон величин  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  від  $0,70890$  до  $0,71130$ . Альбітитами Новоолексіївського родовища мають вищі значення  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  — від  $0,71729$  до  $0,72066$  (рис. 2). Високі значення  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  характерні і для натрієвих метасоматитів Першотравневого родовища — від  $0,71765$  до  $0,72488$ .

Ізотопний склад свинцю визначено в 12 зразках з двох родовищ — Новоолексіївського та Новокосянтинівського (табл. 1). Отримані дані дають змогу розрахувати Pb—Pb ізохронний вік Na-метасоматитів. Згідно із цими даними, обидва родовища формувались практично одночасно і мають вік  $1810 \pm \pm 16$  млн років (рис. 3), який добре узгоджується з раніше отриманими за даними [4, 23].

**Обговорення та висновки.** Отримані дані щодо ізотопного складу Sr та Nd в Na-метасоматитах Центральноукраїнської уранової провінції свідчать про їх близькість за ізотопним складом до порід, по яких вони розвиваються. Отже, метасоматити значною мірою успадковують ізотопний склад вихідних порід. Особливо виразно це проявлено в ізотопному складі Nd в Na-метасоматитах Першотравневого родовища, яке розвивається по породах залізо-кременистої формації мезоархейського віку. І метасоматити цього родовища, і вихідні породи різко вирізняються низькими значеннями  $\epsilon\text{Nd}$ .

Утім, детальний розгляд даних про ізотопний склад стронцію Na-метасоматитів вказує на те, що значна їх кількість, зокрема метасоматити Квітневого, Докучаєвського та Новокосянтинівського родовищ, мають нижчі значення  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ , ніж вихідні породи Новоукраїнського масиву, по яких вони розвиваються. Це свідчить про наявність у їхньому складі більш «примітивного» ювенільного (мантійного) компоненту. За ізо-

Таблиця 1. Результати визначення ізотопного складу Sr, Nd та Pb в метасоматитах Новокосятинівського та Новоолексійського родовищ

Зразок	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$\pm 2$	Rb, ppm	Sr, ppm	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$e_{\text{Sr}(1800)}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(1800)}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	$\pm 2 \sigma$	Nd, ppm	Sm, ppm	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$\varepsilon\text{Nd}_{(1800)}$	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$
Новокосятинівське родовище																
3а	0,710474	0,000015	4,28	257	0,0482	96	0,70923	0,511528	0,000007	58,27	11,54	0,1196	-3,9	2229	257,6	63,48
5	0,712340	0,000008	26,42	576	0,1329	91	0,70890	0,511319	0,000006	27,78	4,63	0,1008	-3,6	6819	770,1	50,62
5 (повторний)	0,712331	0,000012	26,42	576	0,1329	91	0,70889	0,511314	0,000006	28,08	4,69	0,1010	-3,8			
9	0,710737	0,000009	2,97	1000	0,0086	114	0,71051	0,511145	0,000003	62,03	8,85	0,0862	-3,6	395,2	59,38	43,23
10а	0,718104	0,000004	14,03	134	0,3028	110	0,71027	0,511260	0,000005	114,32	18,08	0,0956	-3,6	2022	234	81,57
15	0,710858	0,000005	14,86	520	0,0827	88	0,70873	0,511351	0,000006	62,56	10,68	0,1032	-3,5	1683	196,8	45,35
20а	0,710021	0,000007	2,65	288	0,0266	97	0,70933	0,511105	0,000004	59,20	8,09	0,0825	-3,6	909	114,6	38,97
Новоолексійське родовище																
НА 24	0,722783	0,000008	2,73	96	0,0821	258	0,72066	0,511332	0,000007	87,86	14,75	0,1014	-3,5	46,60	19,21	57,85
НА 27	0,723128	0,000022	4,95	116	0,1232	248	0,71994	0,511188	0,000004	61,25	9,95	0,0981	-5,6	164,6	34,47	60,11
НА 28	0,723095	0,000007	9,46	122	0,2244	210	0,71729	0,511798	0,000004	66,12	15,75	0,1440	-4,3	2277	269,9	145,7
НА 30	0,720792	0,000016	6,15	144	0,1237	215	0,71759	0,511939	0,000005	109,64	28,28	0,1559	-4,3	10775	1114	865
НА 32	0,722222	0,000021	4,47	135	0,0963	245	0,71973	0,511696	0,000005	82,52	19,08	0,1397	-5,3	262,7	45,35	79,29
НА 35	0,725050	0,000007	12,65	139	0,2630	224	0,71824	0,511431	0,000004	96,97	17,96	0,1119	-4,0	55,09	19,92	69,10

топним складом стронцію Na-метасоматити розташовані між давнішими вихідними породами та одновіковими з ними дайками основного складу і дещо молодшими породами Корсунь-Новомиргородського плутону [36 та неопубліковані дані автора].

Отже, між висновками, отриманими за даними про ізотопний склад неодиму, з одного боку, та стронцію, з іншого боку, існує деяка суперечливість. Ізотопний склад неодиму в Na-метасоматитах відповідає такому в породах, по яких вони розвиваються, тоді як ізотопний склад стронцію вказує на присутність ювенільного компонента. Така неузгодженість пояснюється практично повною відсутністю легких РЗЕ в метасоматичних розчинах, тому в метасоматитах домінує неодим вихідних порід. Вміст стронцію у флюїдах, навпаки, був зів'язаним із його вмістом у вихідних породах. Тому часткове заміщення стронцію з корових порід привнесеним нерадіогенним мантієним стронцієм призводило до суттєвого зниження значення ізотопного відношення  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в метасоматитах. У роботі [14] було показано існування чіткої кореляції між вмістом урану в Na-метасоматитах та ізотопним вмістом стронцію: чим вищим був вміст урану, тим нижчим було відношення  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ , через що зроблено висновок, що U, Na та Sr мали спільне джерело та привносилися одночасно по глибинних розломах мантієного закладання. Цей висновок цілком узгоджується з нашими результатами.

Отримані дані щодо Pb-Pb ізотопного віку двох родовищ підтверджує одночасність формування Na-метасоматитів та численних дайок основного складу, що набули розвитку в цьому районі.

Ці факти є важливими для розуміння походження Na-метасоматитів та пов'язаного з ними зруденіння:

— тісний просторовий зв'язок Na-метасоматитів з Корсунь-Новомиргородським плутоном. Більшість родовищ розташовані на відстані до 30 км від нього [27]. Крім того, метасоматити тісно асоціюють з численними дайками основного складу;

— тісний часовий зв'язок із дайками основного складу. Корсунь-Новомиргородський плутон формувався на 50–60 млн років пізніше, проте початок його форму-

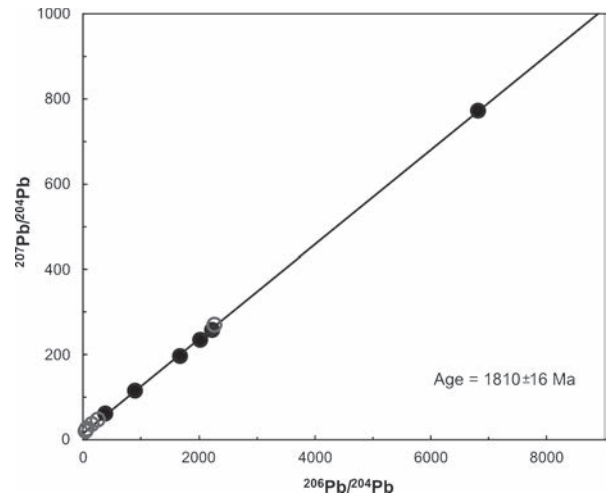


Рис. 3. Pb—Pb ізохрона для альбітитів Новоолексіївського та Новокостянтинівського родовищ

вання також, можливо, припадає на час біля 1800 млн років тому, про що свідчать дані про ксеноліти давніх анортозитів [19, 35];

— «гібридні» геохімічні характеристики метасоматитів: ці породи збагачені на Na, U, Th, Sc, V, Nb, важкі РЗЕ та Ag. Така комбінація елементів притаманна скоріше лужним основним породам, ніж кислим;

— визначено дещо більш низьке ізотопне відношення  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в Na-метасоматитах, ніж у гранітоїдах, по яких вони розвиваються.

Укорінення Корсунь-Новомиргородського плутону і дайок основного складу пов'язують із формуванням мантієного плюму [34, 35, 36] або ж з мантієним плавленням, спричиненим колізією Сарматського і Феноскандинавського сегментів Східно-Європейської платформи [24, 31]. В будь-якому разі, вкорінення мафітових дайок і формування Корсунь-Новомиргородського плутону було пов'язано з крупномасштабною термальною аномалією в мантії і нижній корі. Метасоматичні флюїди, вочевидь, генерувались у верхній мантії і під час взаємодії з коровим субстратом набували переважно корових ізотопних характеристик. Проте, їхнє рудне навантаження було успадковано від мантієного джерела, оскільки кислі корові породи не можуть бути розглянуті як потенційне джерело таких елементів як Sc, V, Nb та важкі РЗЕ. Автор припускає, що метасоматичні флюїди могли бути пов'язані з основними-середніми лужними розплавами, з яких сформувались різноманітні лужні (сіє-

ніти, егірін-рибекітові сієніти) і сублужні (монзоніти) породи Корсунь-Новомиргородського плутону. Цікаво також зазначити, що вміст урану у них [5] в декілька разів вищий, ніж у гранітоїдах новоукраїнського та інгульського комплексів.

Важливо також зазначити, що як численні дайкові породи основного складу в межах Інгульського орогенного поясу, так і Корсунь-Новомиргородський плутон, належать до Прутівсько-Новогольської магматичної провінції, яка охоплювала практично всю Сарматію, і, вочевидь, поширювалась також на сусідні території в межах палеопротерозойського суперконтинента Роднії [34]. До цієї провінції також входили численні дайки основного складу віком біля 1800–1760 млн років, Коростенський плутон, і одновікові інтрузивні комплекси Приазовського району.

З Корсунь-Новомиргородським та Коростенським плутонами асоціюють обширні ділянки розвитку метасоматичних порід: з першим — поля Na-метасоматитів, а з другим — різноманітні за складом метасоматити [2, 9], розвинені по гранітоїдах пержанського комплексу. Вік апогранітів пержанського комплексу, визначений за циртолітом, становить  $1760 \pm 5$  млн років [23], тоді як вік лужних порід Яструбецького масиву, що вкорінюється в апограніти, визначено у  $1772 \pm 6$  млн років [18]. Отже, вік пержанських гранітів потребує уточнення. Цілком можливо, що він є давнішим за 1770 млн років. Про це свідчить і той факт, що метасоматити не розвиваються по породах Коростенського плутону. Тісний просторовий зв'язок метасоматитів з обома великими анортозит-рапаківігранітними плутонами Українського щита, а також їхній дещо більш давній вік (близько 1815–1800 млн років) дає підстави припустити їх закономірний генетичний зв'язок.

Укоріненню великих анортозит-рапаківігранітних плутонів (Коростенського та Корсунь-Новомиргородського) передувала інфільтрація значних обсягів флюїдів, що відокремлювались від мантійних та нижньокорових [33] розплавів. Частина флюїдів, також залучена до циркуляції під впливом великих мас магматичних розплавів, очевидно, мала корове походження (включаючи метаморфічні та метеорні води).

Інфільтрація флюїдів передувала вкоріненню магматичних розплавів, флюїди взаємодіяли з коровими породами, перетворюючи їх. Водночас самі флюїди набували корових ізотопних характеристик і змінювали свій склад. У процесі взаємодії з коровим матеріалом, а також зміни фізико-хімічних параметрів, відбувалось осадження хімічних компонентів, розчинених у флюїдах. Оскільки різні хімічні елементи осаджуються за різних фізико-хімічних умов (і на різних стадіях еволюції флюїду), можна припустити, що різні типи родовищ, спостережених у зв'язку з Коростенським та Корсунь-Новомиргородським плутонами, відображають різні ерозійні рівні єдиної флюїдної колони. У випадку Na-метасоматитів Центральноукраїнської уранової провінції йдеться про відносно глибокі рівні ерозії, на рівні декількох кілометрів, тоді як Сушано-Пержанська зона відображає верхні поверхи флюїдної колони. Зокрема, на близькість геохімічних і мінералогічних характеристик метасоматитів Пержанської зони та камерних пегматитів Волинського поля вказано у роботі [12].

**Подяки.** Автор висловлює подяку двом анонімним рецензентам, чий зауваження допомогли значно покращити статтю. Автор також вдячний Збройним Силам України, ця робота стала можливою лише завдяки стійкості та мужності Української Армії.

## Література

1. Артеменко Г.В., Шумлянський Л.В., Швайка І.А., Бутирін В.К. Вік ганнівських гранітів (Східно-Ганнівська структура, Середньопридніпровський мегаблок УЩ). *Мінерал. журн.* 2022. **44**, № 4. у друці
2. Беспалько Н.А., Лунько В.Ф., Металиди С.В., Слыш Р.А. Классификация метасоматитов Сушано-Пержанской зоны. *Геохимия и рудообразование.* 1978. **7**. С. 16–24.
3. Верховцев В.Г., Лисиченко Г.В., Забулонов Ю.Л., Возняк Д.К., Діденко П.І., Коваль В.Б., Крамар О.О., Мельниченко Б.Ф., Ноженко О.В., Семенюк М.П., Синицин В.О., Сушук К.Г., Тищенко Ю.Є., Фомін Ю.О., Швайко В.Г., Юськів Ю.В., Ярошук М.О. Перспективи розвитку уранової сировинної бази ядерної енергетики України. Київ: Наук. думка, 2014. 356 с.
4. Генетические типы и закономерности размещения урановых месторождений Украины. Я.Н. Белевцев, В.Б. Коваль, А.Х. Бакаражиев и др. Київ: Наук. думка, 1995. 396 с.

5. Дубина О.В., Кривдік С.Г., Швайка І.А., Швайка І.Д., Якубенко П.Ф., Проскурка Л.І. Геохімічні особливості головних типів порід Корсунь-Новомиргородського анортозит-рапаківігранітного плутону (Український щит). *Мінерал. журн.* 2022. **44**, № 2. С. 20—47. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.44.02.020>
6. Жуков Ф.И., Гнатенко О.В., Лапуста В.Ф. Источники вещества рудогенных растворов на месторождениях урана альбититового типа по данным изотопного состава S, C, O, Pb. *Материалы по геологии урановых месторождений.* 1981. № 68. С. 118—123.
7. Иванов Б.Н. Анализ гипотез образования урановорудных объектов формации щелочных натриевых метасоматитов центральной части Украинского щита. *Мінерал. журн.* 2014. **36**, № 1. С. 74—81.
8. Иванов Б.Н., Степанюк Л.М., Донской Н.А., Сёмка В.А., Бондаренко С.Н. Зоны дефицита (выноса) урана и их возможная связь с процессом уранового рудогенеза на примере Новокопачинского месторождения формации щелочных натриевых метасоматитов (Кировоградский урановорудный район). *Геохімія та рудоутворення.* 2016. **37**. С. 74—85. <https://doi.org/10.15407/gof.2018.39.036>
9. Металиди С.В., Нечаев С.В. Суццано-Пержанская зона (геология, минералогия, рудоносность). Київ: Наук. думка. 1983. 136 с.
10. Митрохин А.В., Вишневская Е.А., Гасенко В.А., Митрохина Т.В., Михальченко И.И., Шумлянський Л.В. Петрология, геохимия и рудоносность ультрамафитовых даек Новоукраинского дайкового поля (Ингульский мегаблок Украинского щита). *Мінерал. журн.* 2016. **38**, № 1. С. 42—57. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.38.01.042>
11. Митрохин А.В., Шумлянський Л.В., Вишневская Е.А. Петрография, геохимия и формационная принадлежность долеритов Бобринецкого дайкового пояса (Ингульский мегаблок Украинского щита). *Мінерал. журн.* 2015. **37**, № 1. С. 56—68. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.37.01.056>
12. Слободян Б.І., Павлишин В.І., Бондаренко С.М., Степанюк Л.М., Сьомка В.О., Курило С.І. Самороднометалевосульфідна мінералізація Пержанського рудного вузла (Український щит). *Мінерал. журн.* 2017. **39**, № 4. С. 77—88.
13. Степанюк Л.М., Андрієнко О.М., Довбуш Т.І., Бондаренко В.К. Вік формування Новоукраїнського масиву. *Мінерал. журн.* 2005. **27**, № 1. С. 44—50.
14. Степанюк Л.М., Бондаренко С.М., Сьомка В.О., Котвицька І.М., Андреев О.В. Джерело натрію та урану ураноносних альбітитів (на прикладі Докучаєвського родовища Інгульського мегаблоку Українського щита). *Геохімія та рудоутворення.* 2012. **31—32**. С. 99—104. <https://doi.org/10.15407/gof.2012.31.099>
15. Степанюк Л.М., Довбуш Т.І., Бондаренко С.М., Сьомка В.О., Грінченко О.В., Скуратівський С.Є. Уран-свинцева геохронологія порід калій-уранової формації Інгульського мегаблоку Українського щита. *Мінерал. журн.* 2012. **34**, № 3. С. 55—63.
16. Степанюк Л.М., Шумлянський Л.В., Хофман А., Хофман М., Ковалик А., Беккер А. Про мезоархейський вік класотогенного циркону із метатеригенних утворень скелюватської та саксаганської світ Криворізької структури (за даними U-Pb датування). *Мінерал. журн.* 2020. **42**, № 2. С. 46—62. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.42.02.046>
17. Фомин Ю.А., Демихов Ю.Н., Сушук Е.Г. Поведение урана в процессе эволюции альбититовых месторождений Кировоградского мегаблока. *Доповіді НАН України.* 2010. № 1. С. 131—137.
18. Шеремет Е.М., Мельников В.С., Стрекозов С.Н., Козар Н.А., Возняк Д.К., Кульчицкая А.А., Кривдик С.Г., Бородиня Б.В., Волкова Т.П., Седова Е.В., Омельченко А.А., Николаев И.Ю., Николаев Ю.И., Сетая Л.Д., Агаркова Н.Д., Гречановская Е.Е., Фоший Н.В., Екатериненко В.Н. Азовское редкоземельное месторождение Приазовского мегаблока Украинского щита (геология, минералогия, геохимия, генезис, проблемы эксплуатации). Донецьк: Ноулідж, 2012. 374 с.
19. Шестопалова Е.Е., Степанюк Л.М., Довбуш Т.И., Ковтун А.В. О возрасте белых анортозитов Новомиргородского массива Корсунь-Новомиргородского плутона (Украинский щит). *Геофиз. журн.* 2014. **36**, № 2. С. 150—160.
20. Шестопалова Е.Е., Степанюк Л.М., Довбуш Т.И., Котвицкая И.Н. Изотопный возраст циркона габброидов Городищенского массива (Корсунь-Новомиргородский плутон, Ингульский мегаблок УЩ). *Мінерал. журн.* 2015. **37**, № 2. С. 63—75.
21. Шестопалова Е.Е., Степанюк Л.М., Довбуш Т.И., Котвицкая И.Н. Уран-свинцовый возраст циркона гранитоидов Корсунь-Новомиргородского плутона (Ингульский мегаблок УЩ). *Мінерал. журн.* 2014. **36**, № 4. С. 95—106.
22. Шумлянський Л.В., Петренко О.В. Палеопротерозойський гранітоїдний магматизм Інгульського району Українського щита. *Геол.-мінерал. вісник Криворізького нац. університету.* 2015. № 1 (33), С. 80—87.
23. Щербак Н.П., Артеменко Г.В., Лесная И.М., Пономаренко А.Н., Шумлянський Л.В. *Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Протерозой.* Київ: Наук. думка, 2008. 240 с.
24. Bogdanova S.V., Gintov O.V., Kurlovich D., Lubnina N.V., Nilsson M., Orlyuk M.I., Pashkevich I.K., Shumlyansky L.V., Starostenko V.I. Late Palaeoproterozoic mafic dyking in the Ukrainian Shield (Volgo-Sarmatia) caused by rotations during the assembly of supercontinent Columbia. *Lithos.* 2013. **174**. P. 196—216. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2012.11.002>
25. Cuney M., Emetz O., Mercadier J., Mykhaylov V., Shunko V., Yuslenko A. Uranium deposits associated with Nametasmatism from central Ukraine: a review of some of the major deposits and genetic constraints. *Ore Geology Reviews.* 2012. **44**. P. 82—106. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2011.09.007>
26. Cuney M., Shcherbak M.P., Emetz A.V., Petrychenko K.V., Sinelu S. Petrological and geochronological peculiarities of the Novoukrainka massif rocks and age problem of uranium mineralization of the Kirovograd megablock of the Ukrainian Shield. *Мінерал. журн.* 2008. **30**, № 2. С. 5—16.
27. Dahlkamp F.J. Uranium Deposits of the World. Europe. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2016, 800 p.
28. De Ignacio C., Munoz M., Sagredo J., Fernandez-Santin S., Johansson A. Isotope geochemistry and FOZO mantle component of the alkaline-carbonatitic association of Fuerteventura, Canary Islands, Spain. *Chemical Geology.* 2006. **232**. P. 99—113.



29. Mihalchenko I.I., Shumlyansky L.V., Soesoo A. Rare earth elements in Th-U-bearing albitites of the Novooleksiivka occurrence, the Ukrainian Shield. *Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми теоретичної і прикладної мінералогії, геології, металогенії гірничовидобувних регіонів» (Кривий Ріг, 24–26 листопада 2016 р.)*. 2016. С. 34–38.
30. Shumlyansky L. Sr-Nd-Pb isotope systematics of U-bearing albitites of the Central Ukrainian Uranium Province: implication for the source of metasomatizing fluids. *URAM2018 meeting abstract volume*. 2018. P. 387–392.
31. Shumlyansky L., Billström K., Hawkesworth C., Elming S.-Å. U-Pb age and Hf isotope compositions of zircons from the north-western region of the Ukrainian shield: mantle melting in response to post-collision extension. *Terra Nova*. 2012. **24**. P. 373–379. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3121.2012.01075.x>
32. Shumlyansky L., Cuney M., Billström K., Mihalchenko I., Soesoo A. Isotope systematics of albitite-type uranium deposits, the Central Ukrainian Uranium Province. In: *Geochemical and mineralogical characterisation of Uranium and Thorium deposits. Final report of a coordinated research project. IAEA-TECDOC-1929*, 2020. P. 147–160.
33. Shumlyansky L., Ellam R.M., Mitrokhin O. The origin of basic rocks of the Korosten AMCG complex, Ukrainian shield: implication of Nd and Sr isotope data. *Lithos*. 2006. **90**. P. 214–222. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2006.03.004>
34. Shumlyansky L., Ernst R.E., Albeikov A., Söderlund U., Wilde S.A., Bekker A. The early Statherian (ca. 1800–1750 Ma) Prutivka–Novogol large igneous province of Sarmatia: geochronology and implication for the Nuna/Columbia supercontinent reconstruction. *Precambrian Research*. 2021. **358**. 106185. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2021.106185>
35. Shumlyansky L., Hawkesworth C., Billström K., Bogdanova S., Mytrokhyn O., Romer R., Dhuime B., Claesson S., Ernst R., Whitehouse M., Bilan O. The origin of the Palaeoproterozoic AMCG complexes in the Ukrainian Shield: new U-Pb ages and Hf isotopes in zircon. *Precambrian Research*. 2017. **292**. P. 216–239. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2017.02.009>
36. Shumlyansky L., Mitrokhin O., Billström K., Ernst R., Vishnevskaya E., Tsybalyk S., Cuney M., Soesoo A. The ca. 1.8 Ga mantle plume related magmatism of the central part of the Ukrainian shield. *GFF*. 2016. **138**. P. 86–101. <https://doi.org/10.1080/11035897.2015.1067253>
37. Stepanyuk L.M., Kurylo S.I., Dovbush T.I., Grinchenko O.V., Syomka V.O., Bondarenko S.M., Shumlyansky L.V. Geochronology of granitoids of the eastern part of the Inhul region (the Ukrainian Shield). *Геохімія та рудоутворення*. 2017. **38**. С. 3–13.
38. Viehmann S., Bau M., Hoffmann J.E., Münker C. Geochemistry of the Krivoy Rog Banded Iron Formation, Ukraine, and the impact of peak episodes of increased global magmatic activity on the trace element composition of Precambrian seawater. *Precambrian Research*. 2015. **270**. P. 165–180. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2015.09.015>

Надійшла 19.09.2022.

## References

1. Artemenko, G.V., Shumlyansky L.V., Shvaika, I.A., Butyrin, V.K. (2022). Age of the Hannivka granites (East-Hannivka structure, Middle Dnieper Domain of the Ukrainian Shield), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, **44**, No. 4, pp. In press
2. Bepalko, N.A., Lunko, V.F., Metalidi, S.V., Slysh, R.A. (1978). Classification of metasomatites in the Sushchany-Perha zone. *Geochemistry Ore Formation*, **7**, pp. 16–24 [in Russian].
3. Verkhovtsev, V.G., Lisichenko, G.V., Zabulonov, Yu.L., Voznyak, D.K., Didenko, P.I., Koval, V.B., Kramar, O.O., Melnychenko, B.F., Nozhenko, O.V., Semenyuk, M.P., Synytsyn, V.O., Sushchuk, K.G., Tyshchenko, Yu.Ye., Fomin, Yu.O., Shvaiko, V.G., Yuskiv, Yu.V., Yaroshchuk M.O. (2014). Prospects for the development of uranium resource base of nuclear power of Ukraine. Kyiv, Naukova Dumka [in Ukrainian].
4. Belevtsev, Ya.N. (Ed.). (1995). Genetic types and regularities of the location of uranium deposits in Ukraine. Kyiv, Naukova Dumka [in Russian].
5. Dubyna, O.V., Krydyk, S.G., Shvaika, I.A., Shvaika, I.D., Yakubenko, P.F., Proskurka, L.I. (2022). Geochemical peculiarities of the main rock types of the Korsun-Novomyrhorod anorthosite-rapakivi granite pluton (Ukrainian Shield), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, **44**, No. 2, pp. 20–47. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.44.02.020> [in Ukrainian].
6. Zhukov, F.I., Hnatenko, O.V., Lapusta, V.F. (1981). The sources of mater of the ore-bearing fluids of U deposits of the albitite type, according to the data on isotope composition of S, C, O, Pb, *Materials on geology of U deposits*, No. 68, pp. 118–123 [in Russian].
7. Ivanov, B.N. (2014). The analysis of the hypothesis of the origin of U-bearing bodies in Na-metasomatites in the central part of the Ukrainian Shield, *Mineral. Journ. (Ukraine)*, **36**, No. 1, pp. 74–81 [in Russian].
8. Ivanov, B.N., Stepanyuk, L.M., Donskoi, N.A., Syomka, V.A., Bondarenko, S.N. (2016). Zones of deficiency (removal) of U and their possible connection with the process of U ore genesis on the example of the Novokonstantynivka deposit of the formation of alkaline sodium metasomatites (Kirovohrad U ore region), *Geochemistry Ore Formation*, **37**, pp. 74–85 [in Russian].
9. Metalidi, S.V., Nechaev, S.V. (1983). The Sushchany-Perha zone (geology, mineralogy, ore potential). Kyiv, Naukova Dumka [in Russian].
10. Mitrokhin, A.V., Vishnevskaya, E.A. Gatsenko, V.A., Mitrokhina, T.V., Mihalchenko, I.I., Shumlyansky, L.V. (2016). Petrology, geochemistry and ore potential of ultramafic dykes of the Novoukrainka dyke field (Inhul Domain of the Ukrainian Shield), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, **38**, No. 1, pp. 42–57. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.38.01.042> [in Russian].
11. Mitrokhin, A.V., Shumlyansky, L.V., Vishnevskaya, E.A. (2015). Petrography, geochemistry and affinity of dolerites of the Bobrynets dyke swarm (Inhul Domain of the Ukrainian Shield), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, **37**, No. 1, pp. 56–68. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.37.01.056> [in Russian].

12. Slobodian, B.I., Pavlyshyn, V.I., Bondarenko, S.M., Stepanyuk, L.M., Syomka, V.O., Kurylo, S.I. (2017). Native metal – sulphide mineralization of the Perha ore region (Ukrainian Shield), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, **39**, No. 4, pp. 77-88 [in Ukrainian].
13. Stepanyuk, L.M., Andrienko, O.M., Dovbush, T.I., Bondarenko V.K. (2005). The age of formation of the Novoukrainka massif, *Mineral. Journ. (Ukraine)*, **27**, No. 1, pp. 44-50 [in Ukrainian].
14. Stepanyuk, L.M., Bondarenko, S.M., Syomka, V.O., Kotvitska I.M., Andreev, O.V. (2012). The source of Na and U in U-bearing albitites (at the example of the Dokuchaiske deposit in the Inhul Domain of the Ukrainian Shield), *Geochemistry Ore Formation*, 31-32, pp. 99-104 [in Ukrainian].
15. Stepanyuk, L.M., Dovbush, T.I., Bondarenko, S.M., Syomka, V.O., Grinchenko, O.V., Skurativskyy, S.E. (2012). U-Pb geochronology of the rocks of the K-U formation of the Inhul region of the Ukrainian Shield, *Mineral. Journ. (Ukraine)*, **34**, No. 3, pp. 55-63 [in Ukrainian].
16. Stepanyuk, L.M., Shumlyanskyy, L.V., Hoffman, A., Hofmann, M., Kovalick, A., Bekker A. (2020). On the Mesoarchean age of detrital zircons from meta-terrigenous rocks of the Skelyuvatka and Saksagan suites of the Kryvyi Rih structure, according to the results of U-Pb dating, *Mineral. Journ. (Ukraine)*, **42**, No. 2, pp. 46-62. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.42.02.046> [in Ukrainian].
17. Fomin, Yu.A., Demihov, Yu.N., Suchshuk, E.G. (2010). The behaviour of U during the evolution of albitite deposits in the Kirovohrad Domain, *Reports NAS Ukraine*, No. 1, pp. 131-137 [in Russian].
18. Sheremet, Ye.M., Melnikov, V.S., Strekozov, S.N., Kozar, N.A., Voznyak, D.K., Kulchitskaya, A.A., Kryvdik, S.G., Borodynya, B.V., Volkova, T.P., Sedova, E.V., Omelchenko, A.A., Nikolayev, I.Yu., Nikolayev, Yu.I., Setaya, L.D., Agarkova, N.G., Grechanovskaya, Ye.Ye., Foschiy, N.V., Ekaterinenko, V.N. (2012). Azov Rare-Earth Deposit of the Azov Region of the Ukrainian Shield (geology, mineralogy, geochemistry, origin and mining issues), Donetsk, Knowledge [in Russian].
19. Shestopalova, E.E., Stepanyuk, L.M., Dovbush, T.I., Kovtun, A.V. (2014). On the age of white anorthosite of the Novomyrhorod massif of the Korsun-Novomyrhorod pluton, Ukrainian Shield, *Geophys. Journ.*, **36**, No. 2, pp. 150-160 [in Russian].
20. Shestopalova, E.E., Stepanyuk, L.M., Dovbush, T.I., Kotvitskaya, I.N. (2015). The isotope age of zircon from gabbroids of the Horodysheche massif (Korsun-Novomyrhorod pluton, Inhul Domain of the Ukrainian Shield), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, **37**, No. 2, pp. 63-75 [in Russian].
21. Shestopalova, E.E., Stepanyuk, L.M., Dovbush, T.I., Kotvitskaya, I.N. (2014). The U-Pb age of zircon from granitoids of the Korsun-Novomyrhorod pluton (Inhul Domain of the Ukrainian Shield), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, **36**, No. 4, pp. 95-106 [in Russian].
22. Shumlyanskyy, L., Petrenko, O. (2015). The Palaeoproterozoic granitoid magmatism of the Inhul region of the Ukrainian Shield, *Geol. Mineral. Proc. Kryvyi Rih Nat. Univ.*, **33**, No. 1, pp. 80-87 [in Ukrainian].
23. Shcherbak, N.P., Artemenko, G.V., Lesnaya, I.M., Ponomarenko, A.N., Shumlyanskyy, L.V. (2008). Geochronology of the Early Precambrian of the Ukrainian Shield. Proterozoic. Kyiv, Naukova Dumka [in Russian].
24. Bogdanova, S.V., Gintov, O.B., Kurlovich, D., Lubnina, N.V., Nilsson, M., Orlyuk, M.I., Pashkevich, I.K., Shumlyanskyy, L.V., Starostenko, V.I. (2013). Late Palaeoproterozoic mafic dyking in the Ukrainian Shield (Vólgo-Sarmatia) caused by rotations during the assembly of supercontinent Columbia, *Lithos*, **174**, pp. 196-216. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2012.11.002>
25. Cuney, M., Emetz, O., Mercadier, J., Mykhaylov, V., Shunko, V., Yusenko, A. (2012). Uranium deposits associated with Na-metasomatism from central Ukraine: a review of some of the major deposits and genetic constraints, *Ore Geology Reviews*, **44**, pp. 82-106. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2011.09.007>
26. Cuney, M., Shcherbak, M.P., Emetz, A.V., Petrychenko, K.V., Sinelu, S. (2008). Petrological and geochronological peculiarities of the Novoukrainka massif rocks and age problem of uranium mineralization of the Kirovograd megablock of the Ukrainian Shield, *Mineral. Journ. (Ukraine)*, **30**, No. 2, pp. 5-16.
27. Dahlkamp, F.J. (2016). Uranium Deposits of the World. Europe. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
28. De Ignacio, C., Munoz, M., Sagredo, J., Fernandez-Santin, S., Johansson, A. (2006). Isotope geochemistry and FOZO mantle component of the alkaline-carbonatitic association of Fuerteventura, Canary Islands, Spain, *Chemical Geology*, **232**, pp. 99-113.
29. Mihalchenko, I.I., Shumlyanskyy, L.V., Soesoo, A. (2016). Rare earth elements in Th-U-bearing albitites of the Novoleksivka occurrence, the Ukrainian Shield, *Proceed. 10<sup>th</sup> conference "Problems in theoretical and applied mineralogy, geology and metallogeny of mining regions" (Kryvyi Rih, 24-26 November 2016)*, pp. 34-38.
30. Shumlyanskyy, L. (2018). Sr-Nd-Pb isotope systematics of U-bearing albitites of the Central Ukrainian Uranium Province: implication for the source of metasomatizing fluids, *URAM2018 meeting abstract volume*, pp. 387-392.
31. Shumlyanskyy, L., Billström, K., Hawkesworth, C., Elming, S.-Å. (2012). U-Pb age and Hf isotope compositions of zircons from the north-western region of the Ukrainian shield: mantle melting in response to post-collision extension, *Terra Nova*, **24**, pp. 373-379. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3121.2012.01075.x>
32. Shumlyanskyy, L., Cuney, M., Billström, K., Mihalchenko, I., Soesoo, A. (2020). Isotope systematics of albitite-type uranium deposits, the Central Ukrainian Uranium Province. In: Geochemical and mineralogical characterisation of Uranium and Thorium deposits. Final report of a coordinated research project. IAEA-TECDOC-1929, pp. 147-160.
33. Shumlyanskyy, L., Ellam, R.M., Mitrokhin, O. (2006). The origin of basic rocks of the Korosten AMCG complex, Ukrainian shield: implication of Nd and Sr isotope data, *Lithos*, **90**, pp. 214-222. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2006.03.004>
34. Shumlyanskyy, L., Ernst, R.E., Albekov, A., Söderlund, U., Wilde, S.A., Bekker, A. (2021). The early Statherian (ca. 1800-1750 Ma) Prutivka-Novogol large igneous province of Sarmatia: geochronology and implication for the Nuna/Columbia supercontinent reconstruction, *Precambrian Research*, **358**, 106185, <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2021.106185>

35. Shumlyansky, L., Hawkesworth, C., Billström, K., Bogdanova, S., Mytrokhyn, O., Romer, R., Dhuime, B., Claesson, S., Ernst, R., Whitehouse, M., Bilan, O. (2017). The origin of the Palaeoproterozoic AMCG complexes in the Ukrainian Shield: new U-Pb ages and Hf isotopes in zircon, *Precambrian Research*, **292**, pp. 216-239. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2017.02.009>
36. Shumlyansky, L., Mitrokhin, O., Billström, K., Ernst, R., Vishnevskaya, E., Tsymbal, S., Cuney, M., Soesoo A. (2016). The ca. 1.8 Ga mantle plume related magmatism of the central part of the Ukrainian shield, *GFF*, **138**, pp. 86-101. <https://doi.org/10.1080/11035897.2015.1067253>
37. Stepanyuk, L.M., Kurylo, S.I., Dovbush, T.I., Grinchenko, O.V., Syomka, V.O., Bondarenko, S.M., Shumlyansky, L.V. (2017). Geochronology of granitoids of the eastern part of the Inhul region (the Ukrainian Shield), *Geochemistry and Ore Formation*, **38**, pp. 3-13.
38. Viehmann, S., Bau, M., Hoffmann, J.E., Münker, C. (2015). Geochemistry of the Krivoy Rog Banded Iron Formation, Ukraine, and the impact of peak episodes of increased global magmatic activity on the trace element composition of Precambrian seawater, *Precambrian Research*, **270**, pp. 165-180. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2015.09.015>

Received 19.09.2022.

**L.V. Shumlyansky**

E-mail: lshumlyansky@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-6775-4419>

M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the NAS of Ukraine  
03142, ave. acad. Palladina 34, Kyiv, Ukraine

**THE MANTLE SOURCE OF FLUIDS FOR THE U-BEARING  
Na-METASOMATITES OF THE CENTRAL-UKRAINIAN URANIUM PROVINCE INFERRED  
FROM Pb, Sr AND Nd ISOTOPE COMPOSITION**

The results of the determination of Sr, Nd and Pb isotope composition in U-bearing Na-metasomatites of the Central-Ukrainian Uranium Province are reported. In total, 23 samples representing 5 deposits, were studied. The obtained results reveal the similarity of the Sr and Nd isotope composition between the metasomatic rocks and their host rocks. However, metasomatic rocks in general have a lower  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ratio that indicates a presence of a more "primitive" juvenile component in their composition. The constructed Pb-Pb isochron has yielded an age of  $1810 \pm 17$  Ma, in good agreement with the previously obtained results. This age confirms the simultaneity of the formation of Na-metasomatites and the emplacement of the numerous mafic dykes widely distributed in the area. Apparently, metasomatic fluids were generated in the upper mantle and their ore potential was inherited from the mantle source. The formation of the huge volumes of the mantle-derived fluids is linked to the establishment of the Prutivka-Novogol large igneous province and emplacement of the large anorthosite-mangerite-charnockite-granite plutonic complexes (Korosten and Korsun-Novomyrhorod complexes) that also belong to the province.

**Keywords:** Sr, Nd and Pb isotope composition; Na-metasomatites; Paleoproterozoic; U deposits; Central-Ukrainian Uranium Province; Korsun-Novomyrhorod plutonic complex.