УДК 550.93
https://doi.org/10.15407/gof.2025.46.056

ВІК МЕТАВУЛКАНІТІВ КИСЛОГО СКЛАДУ МЕТАМОРФІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ МАРМАРОСЬКОГО МАСИВУ (УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)

Л.М. Степанюк, stepaniuk@nas.gov.ua, https://orcid.org/0000-0001-5591-5169

Т.І. Довбуш, tetyana.dovbush1@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-3512-3313

О.Б. Висоцький, alek.vysotsky@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-3542-4685

А.М. Баран, baranandrew9@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-5326-8014

Л.І. Канунннікова, Kanunikova59@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-7530-969X

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

Метавулканіти кислого складу є досить поширеними утвореннями серед порід кристалічного комплексу Мармароського масиву — серії діловецька, бредецельська, тульгеш та ін. Завдяки слабким метаморфічним перетворенням, метаморфізовані в умовах зеленосланцевої фації, вони легко діагностуються в польових умовах. У цьому повідомленні висвітлені результати уран-свинцевого ізотопного датування (метод *TIMS*) мультизернових наважок кристалів циркону із метаграніт-порфіра родовища Сауляк (Рахівські гори) та порфіроїда струмка Перкалаб (Чивчинські гори). За верхнім перетином конкордії лінією регресії вік метаграніт-порфіру складає 505 ± 25 млн рр., порфіроїду: 482 ± 51 млн рр. Середнє зважене значення віку метаграніт-порфіру за ізотопним відношенням $^{207}Pb/^{206}Pb$ становить 515,5 ± 4,3 млн рр., порфіроїду: 474 ± 3,6 млн рр.

Ключові слова: *уран-свинцевий ізотопний метод, циркон, метавулканіти, Мармароський масив, Українські Карпати.*

Вступ. Метавулканіти кислого складу відіграють помітну роль у геологічній будові Мармароського масиву, зокрема вони поширені (серії діловецька, бредецельська, тульгеш та ін.) серед утворень, метаморфізованих в умовах зеленосланцевої фації, де вони досить впевнено діагностуються вже в польових умовах [2—5, 7, 9]. Наприкінці XX ст. було з'ясовано, що процеси кислого вулканізму північно-західної частини Мармароського масиву відбувались в інтервалі 450—520 млн років [6—8]. За останні роки виконано лише декілька ізотопних датувань цирконів з метавулканітів Українських Карпат уран-свинцевим ізотопним методом [9], які значно уточнили час прояву процесів кислого вулканізму. Зокрема для голубокварцових порфіроїдів так званої товщі ортогнейсів [6, 7] отримано ізотопні дати 450—460 млн рр., що загалом співпадають з уран-свинцевими ізотопними датами, отриманими по цирконах із метавулканітів діловецької серії, поширених на інших ділянках Українських Карпат [6—8]. Дещо древніша ізотопна дата (584,7 ± 2,9 млн рр.) отримана для кристалів циркону із сильно дислокованого середньозернистого слюдяного сланцю (філіт, зразок *SR*25*C*) [9].

Мета. З'ясувати час прояву процесів кислого вулканізму та формування порід діловецької серії Мармароського масиву Українських Карпат, зокрема, вмісних порід золоторудного родовища Сауляк Рахівських гір.

Об'єкти і методи дослідження. Вік визначено для субвулканічного тіла метаграніт-порфіра (проба 110) та серицитового сланцю (туффітоїд) із штольні № 2 родовища Сауляк (Рахівські гори), і порфіроїду (пр. 414), р. Перкалаб (Чивчинські гори).

Хімічну підготовку мультизернових наважок циркону виконано у відділі радіогеохронології Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України за стандартною методикою [10].

Для визначення вмісту урану та свинцю в цирконах використали змішаний (U^{235} + Pb^{208}) трасер. Датування кристалів цирконів, виділених вручну під бінокуляром, здійснено за класичним U-Pb методом. Ізотопний аналіз урану і свинцю виконано на восьмиколекторному масспектрометрі МИ-1201АТ у статичному режимі; математичну обробку експериментальних даних — за програмами Pb *Dat* та *ISOPLOT* [11, 12]. Похибки визначення віку наведені за 2σ. Для перевірки метрологічних характеристик U-Pb ізотопного методу використовували стандарт циркону ІГМР-1 [1].

Результати та їх обговорення. *Проба 110, метаграніт-порфір, родовище Сауляк, штольня № 2 (розтин 3)*. Субвулканічне тіло альбітизованого метаграніт-порфіру має спостережену в гірській виробці потужність 1—1,5 м і субзгідне залягання з шаруватістю кристалічних сланців, мармурів і метавулканітів кислого складу, що його вміщують. Тіло сильно будиновано і разом з вмісними породами зім'яте в складки. Контакти чіткі та досить різкі.

Макроскопічно порода світло-сіра, майже біла, масивна, на деяких зрізах спостерігається слабо проявлена сланцюватість, що виражається в закономірному орієнтуванні лусок слюди.

Метаграніт-порфір складений, об. %: кварцом 30—35, плагіоклазом 60—65, № 3—5, поодинокі реліктові зерна до № 20, серицит (+мусковіт) — майже 5. Із вторинних мінералів, окрім серициту, помітні епідот, карбонат і барит. Із акцесорних мінералів визначено апатит, циркон, анатаз, брукіт, ільменіт, рутил, гранат і турмалін. Хімічний аналіз метаграніт-порфіру наведено в табл. 1.

Порфірові вкрапленики в основному представлені шахматним або плямистим альбітом, зрідка полісинтетично здвійникованим альбіт-олігоклазом, інколи реліктові зерна репрезентовані плагіоклазом до № 20. Окрім вкраплеників альбіт у тісному зростанні з кварцом і серицитом складає дрібнозернисту (0,5—2 мм) основну масу породи. Серицит і мусковіт (останній переважно розвинутий по біотиту) складають тонкі стрічкоподібні скупчення, втім їх більша частина рівномірно наявна у всьому об'ємі породи. Структура бластопорфірова.

Циркон формує кристали з досконалим огранненням, утвореним гранями тупої біпіраміди {111} і призм {110} та {100}. Його вміст майже 100 г/т. Серед кристалів циркону за забарвленням і мікрокомпонентами можна виділити два різновиди (табл. 2). Кристали першого різновиду (приблизно 70 %) мають світло-рожеве забарвлення, алмазний блиск і високе двозаломлення, прозорі, зрідка водяно-прозорі. У них разом з гранями призми {100} дещо менш розвинені грані {110}, видовження 1,5—2,0, зрідка більше 2,0. Кристали іншого різновиду (орієнтовно 30 %) характеризуються підвищеною електромагнітною сприйнятністю (переважно сконцентровані в другій електромагнітній фракції, в меншій кількості є також у першій електромагнітній фракції), бурим за-

Таблиця 1. **Хімічний склад метаграніт-порфіру, родовище Сауляк [6]**

Номер проби	Оксид, %														
	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	CO_2	H_2O	ВПП	Сума
110	73,58	0,24	13,75	сл.	1,80	0,05	0,56	1,72	5,50	0,90	0,03	1,15	н. в.	0,95	100,23
110а	72,86	0,24	13,56	0,07	1,22	0,03	0,89	1,23	6,42	1,10	0,06	1,10	0,23	0,65	99,66

барвленням і містять численні мікровключення (рис. 1), мають менше видовження 1,0—1,5, зрідка до 2,0. Огранення утворено винятково гранями біпіраміди {111} і призми {110}, але спостерігаються як кристали з добре розвиненими гранями призми, так і без них (біпірамідальні). Поява кристалів циркону другого різновиду, на нашу думку, зумовлена обростанням (для частини із них) кристалів циркону першого різновиду вірогідно в ході процесу натрієвого метасоматозу (альбітизації). Це підтверджується тим, що в середині деяких кристалів другого різновиду присутні ядра світло-рожевого циркону (кристали циркону першої генерації (рис. 1, *i*). Разом з тим у багатьох кристалах першої електромагнітної фракції (другий різновид циркону) ядра світло-рожевого циркону відсутні (рис. 1, *j—l*).

Під електронним мікроскопом серед включень, окрім породотвірних кварцу та альбіту, в кристалах циркону другого різновиду (рис. 1, *j—l*) були виявлені монацит, ураноторит, торит, ільменіт та апатит.

Аналітичні результати визначення вмісту урану, свинцю та ізотопного складу свинцю в мультизернових наважках світло-рожевих кристалів циркону (перший різновид) наведено в табл. 2.

Вік циркону, а отже і метаграніт-порфіру, що його вміщує, за верхнім перетином дискордії лінією регресії, розрахованої за результатами датування шести мультизернових наважок кристалів циркону (табл. 3), складає 505 ± 25 млн рр. та –72 ± 179 млн рр., за нижнім, СКЗВ = 0,15, середнє зважене значення віку за ізотопним відношенням $^{207}Pb/^{206}Pb$ = 515,5 ± 4,3 млн рр., що в межах похибки співпадає та близько до дати (537 ± 25 млн рр.) отриманої раніше за мультизерновими наважками цього різновиду кристалів циркону [6].

Проба 414, порфіроїд, р. Перкалаб. Порода має сіро-зелений колір. На поверхні, що зазнала вивітрювання, набуває сіро-коричневого кольору. На свіжому сколі на афанітовому тлі помітні сірі ізометричні порфіроподібні виділення кварцу і польового шпату

Таблиця 2. **Результати рентген-флюорисцентного аналізу цирконів (пр. 110, родовище Сауляк [6])**

Фракція циркону	Вміст, ppm						
	Fe	HfO_2	Pb	Th	U	Y	Yb
Не маг	0,165	1,48	0,003	0,039	0,098	0,224	0,056
Ел. маг	0,35	1,61	0,020	0,162	0,208	1,174	0,181

Примітка. Аналітик О.В. Андреєв.

Таблиця 3. **Вміст урану, свинцю та ізотопний склад свинцю в цирконах із метаграніт-порфіру (пр. 110, родовище Сауляк)**

Фракція мінералу	Вміст, ppm		Ізотопні відношення					Вік, млн рр.				D, %
	U	Pb	$\frac{^{206}Pb}{^{204}Pb}$	$\frac{Pb^{207}}{Pb^{206}}$	$\frac{^{206}Pb}{^{208}Pb}$	$\frac{^{206}Pb_r}{^{238}U}$	$\frac{^{207}Pb_r}{^{235}U}$	$\frac{^{206}Pb_r}{^{238}U}$	$\frac{^{207}Pb_r}{^{235}U}$	$\frac{^{207}Pb_r}{^{206}Pb_r}$	б	
1а	866,69	73,509	445,5	11,096	4,5354	0,07208	0,57252	449	460	515	±12	12,9
1б	809,74	62,113	592,7	12,168	5,1065	0,06759	0,53750	422	437	518	±12	19,0
2а	991,87	76,877	497,0	11,512	4,8667	0,06711	0,53390	419	434	518	±9,4	19,4
2б	1046,1	77,836	702,4	12,792	5,3152	0,06650	0,52787	415	430	514	±24	19,2
2в	981,89	73,216	1252	14,457	6,0779	0,06924	0,55023	432	445	516	±9	16,4
2г	876,50	66,275	1353	14,663	6,3279	0,07073	0,56103	441	452	512	±8,8	13,9

Примітка. Поправка на звичайний свинець уведена за Стейсі та Крамерсом на вік 510 млн рр.: 1а, 1б — розмірні фракції мономінеральних наважок світло-рожевих водяно-прозорих кристалів, більших за 0,071 мм; 2а—2г — розмірні фракції мономінеральних наважок таких самих кристалів, але дрібніших за 0,071 мм. Розмірні фракції отримано скочуванням похилою площиною.

ISSN 2224-6487. Геохім. та рудоутв. 2025. Вип. 46

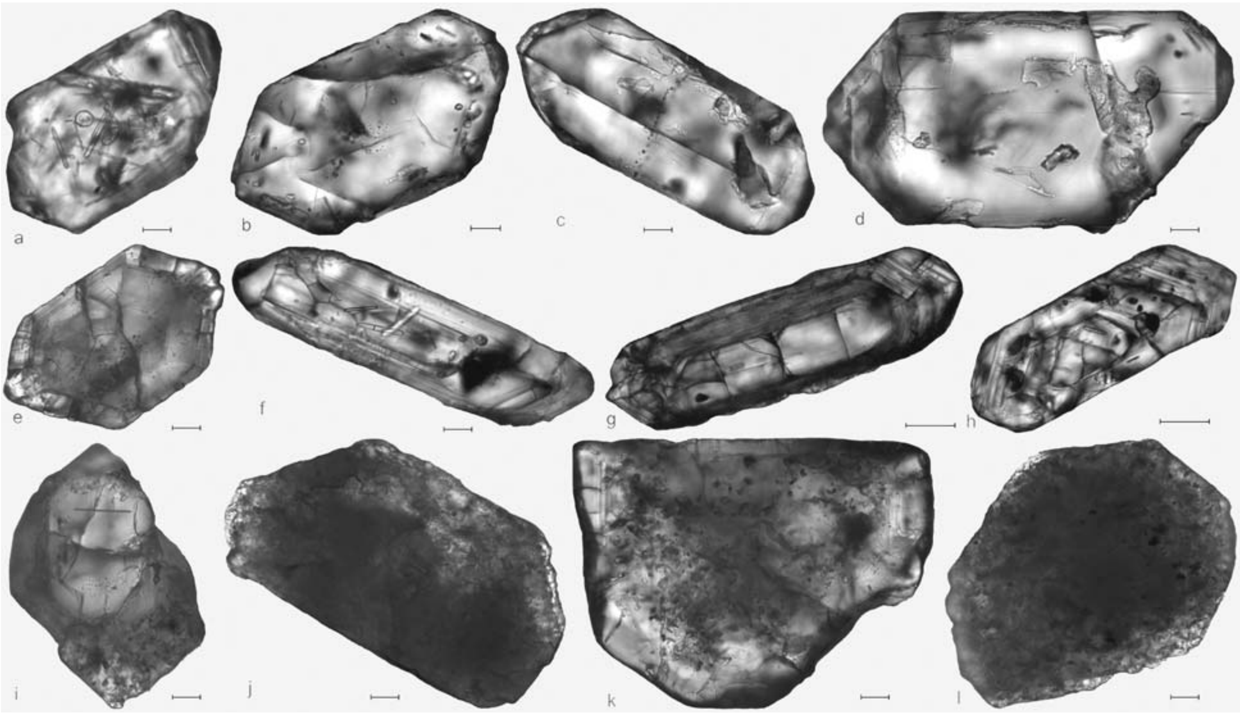

Рис. 1. Мікрофотографія кристалів циркону із метаграніт-порфіру (пр. 110, родовище Сауляк). Масштаб лінійки для *g, h* — 50 μm, а для всіх інших — 20 μm

розміром 1—2 мм. Структура бластопорфірова, основної маси — афанітова, текстура сланцювата, іноді з елементами слабо вираженої плойчастої. Порода розколюється на тонкі луски по досить рівних площинах.

Мікроструктура породи бластопорфірова, основної тканини — лепідогранобластова, мікрокристалічна. Бластопорфірові виділення представлені окремими кристалами калішпату (можливо анортоклазу) і кварцу розміром 0,6—2,0 мм, рідше їх скупченнями, а також скупченнями рекристалізованого кварцу. Вміст таких виділень 4—9 %. Форма їхня різна, здебільшого вони перекристалізовані з країв. По бластопорфірових виділеннях калішпату незначно розвивається карбонат у формі нерівних по краях виділень, рідше у вигляді прожилків, які закінчуються в основній тканині породи, а також мусковіт. Розмір зерен решти мінералів породи від 0,1—0,2 мм до сотих часток міліметра.

Мінеральний склад породи, %: кварц 45—51, калішпат 33—38, мусковіт (серицит) 14—19, хлорит до 1, альбіт, карбонат. Акцесорні: циркон, сфен, рутил, рудний мінерал, апатит.

Хімічний склад, %: SiO_2 76,55; TiO_2 0,10; Al_2O_3 11,55; Fe_2O_3 0,87; FeO 0,64; MnO сліди; MgO 0,64; CaO 0,11; Na_2O 1,00; K_2O 7,23; P_2O_5 0,06; S 0,01; CO_2 0,17; H_2O 0,20; ВПП 0,77; сума 99,90 [7].

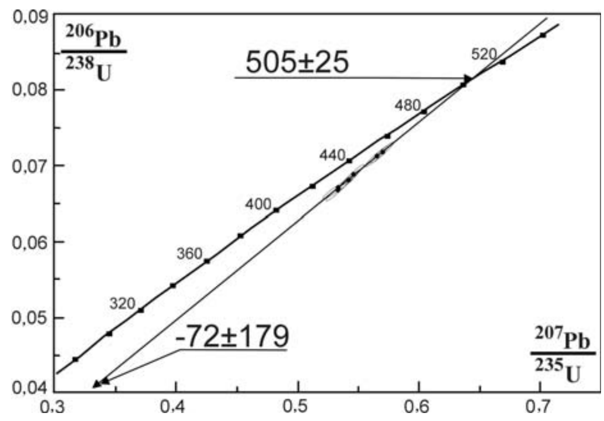

Рис. 2. Уран-свинцева діаграма з конкордією для мультизернових наважок кристалів циркону із метаграніт-порфіру (пр. 110, родовище Сауляк, Рахівські гори)

Кварц утворює бластопорфірові виділення, поодинокі порфіробласти, а також у вигляді мікробластів переважає у загальній тканині породи. У порфіробластових виділеннях подрібнений на численні бласти, повністю перекристалізований, має зубчасту внутрішню структуру. У загальній масі утворює лінзоподібні скупчення потужніс-

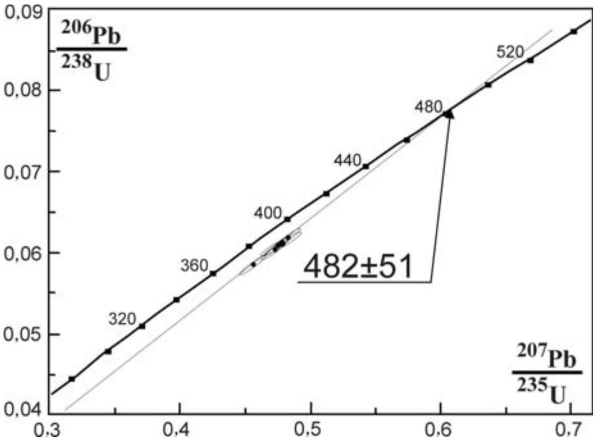

Рис. 3. Уран-свинцева діаграма з конкордією для мультизернових наважок циркону із порфіроїду (пр. 414, р. Перкалаб)

тю до 1—2 мм. Згасання мінералу плямисте, хвилясте.

Калішпат утворює бластопорфірові виділення, які кількісно переважають над кварцовими, а також поширений у основній масі. Чітко виражена мікроклінова ґратка відсутня. Поодинокі бластопорфірові виділення є простими двійниками. Деякі великі виділення калішпату містять плямисті пертити, складені альбітом. В основній тканині породи є найбільш тонкозернистим мінералом.

Мусковіт (серицит) безбарвний зі слабким зеленуватим відтінком. Часто субпаралельно орієнтований, інколи ланцюжкові скупчення лусок утворюють плойчастоподібні вигини.

Хлорит зеленого і блідо-салатового кольору. Часто тяжіє до бластопорфірових виділень калішпату, в такому разі розташовується обабіч їх; також є у загальній масі породи.

Кристали циркону із порфіроїду характеризуються досконалим ограненням, сформованим комбінацією граней біпіраміди {111} та призми {110}. У деяких кристалах помітні слабо розвинені грані призм {100}. Кристали мають світло-рожеве забарвлення, прозорі та водяно-прозорі, блиск скляний. Є небагато рожевих напівпрозорих кристалів. Поверхня граней кристалів переважно рівна, блискуча, іноді шагренева. Кристали досить дрібні, їхній розмір за видовженням зазвичай не перевищує 0,1 мм. Коефіцієнт видовження 1,5—2,0, зрідка дещо більше, до 2,5. Вміст циркону приблизно 50 г/т.

Для визначення віку використали п'ять мультизернових наважок різних розмірних фракцій світло-рожевих кристалів циркону. Розмірні фракції отримано скочуванням похилою площиною. Аналітичні результати наведено в табл. 4.

Вік циркону, і, відповідно, порфіроїду, що його вміщує, за верхнім перетином конкордії лінією регресії, розрахованої за результатами, наведеними в табл. 4, — 482 ± 51 млн рр. (рис. 3), та 31 ± 161 млн рр., за СКЗВ = 0,82, середнє зважене значення віку за ізотопним відношенням $^{207}Pb/^{206}Pb$ = 474 ± 3,6 млн рр., що в межах похибки співпадає з верхнім перетином.

Слід зазначити, що раніше ми отримали дещо менше значення віку (425 + 44 / −14 млн рр.) для порфіроїду із цього ж розрізу по струмку Перкалаб [7]. Це найвірогідніше може бути зумовлено наявністю реліктів давніх цирконів в середині кристалів циркону проби 414. Такі реліктові циркони були

Таблиця 4. **Вміст урану, свинцю та ізотопний склад свинцю в цирконах із метаефузиву (пр. 414, струмок Перкалаб)**

Фракція мінералу	Вміст, ppm		Ізотопні відношення					Вік, млн рр.				D, %
	U	Pb	$^{206}Pb/^{204}Pb$	Pb^{207}/Pb^{206}	$^{206}Pb/^{208}Pb$	$^{206}Pb_r/^{238}U$	$^{207}Pb_r/^{235}U$	$^{206}Pb_r/^{238}U$	$^{207}Pb_r/^{235}U$	$^{207}Pb_r/^{206}Pb_r$	σ	
1	1484,8	108,01	547,0	12,061	3,7348	0,06043	0,46999	378	391	468	±9,9	19,2
2	1459,4	105,53	578,8	12,259	3,8999	0,06077	0,47364	380	394	473	±16	19,6
3	1543,6	119,19	550,6	12,042	3,1177	0,06172	0,48268	386	400	481	±17	19,7
4	1705,3	119,03	497,8	11,671	4,0670	0,05862	0,45713	367	382	474	±5	22,5
5	1650,1	121,26	498,0	11,662	3,8513	0,06108	0,47699	382	396	477	±8,4	19,9

П р и м і т к а. Поправка на звичайний свинець уведена за Стейсі та Крамерсом на вік 480 млн рр. 1—5: мультизернові наважки розмірних фракцій кристалів циркону, отримані скочуванням похилою площиною.

виявлені в метавулканітах Рахівських гір [9]. Отже для прецизійного визначення віку магматичних порід кислого складу, особливо із молодих (наприклад, палеозойський) породних комплексів, доцільно використовувати локальні методи уран-свинцевого ізотопного датування, що допоможе уникнути завищення віку через присутність давнього радіогенного свинцю (який міститься в реліктовому давньому циркону ядер). Таке завищення істотно залежить від віку ядер. Чим давнішими будуть реліктові ядра, тим сильніше буде завищуватись вік, визначений класичним уран-свинцевим ізотопним методом (*TIMS*).

Висновки. 1. Кислий вулканізм в Українській частині Мармароського масиву відбувався у віковому інтервалі 520—420 млн років тому.

2. Для прецизійного визначення віку магматичних порід кислого складу, особливо із молодих породних комплексів, доцільно використовувати локальні методи уран-свинцевого ізотопного датування.

Література

1. Бартницкий Е.Н., Бибикова Е. В., Верхогляд В.М., Легкова Г.В., Скобелев В.М., Терец Г.Я. ИГМР-1 — Международный стандарт циркона для уран-свинцовых изотопных исследований. *Геохимия и рудообразование*. 1995. Вып. 21. С. 164—167.
2. Бойко А.К. Доверхнепалеозойский комплекс северо-западного окончания Мармарошского массива (Восточные Карпаты). Львов: Из-во Львов. ун-та, 1970. 246 с.
3. Волошин А.А. Геологическое строение и рудоносность северо-западного окончания Мармарошского массива. Киев: Наук. думка, 1981. 108 с.
4. Матковский О.И. Минералогия и петрография Чивчинских гор (Украинские Карпаты). Львов: Из-во Львов. ун-та, 1971. 224 с.
5. Мацьків, Б.В., Пукач, Б.Д., Воробканич, В.М. та ін. Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000. Карпатська серія. Аркуші: M-34-XXXVI (Хуст), L-34-VI (Бая-Маре), M-35-XXXI (Надвірна), L-35-I (Вішеу). Київ, 2009. 178 с.
6. Степанюк Л.М. Геохронология магматических пород кислого состава северо-западной части Мармарошского массива): автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук: 04.00.02. Київ,1986. 20 с.
7. Степанюк Л.М. Петрохимические особенности и возраст метавулканитов кислого состава метаморфического комплекса северо-западной части Мармарошского массива. *Геохимия и рудообразование*. 1993. Вып. 20. С. 48—55.
8. Щербак Н.П., Степанюк Л.М., Бартницкий Е.Н., Комаристый А.А. Возраст древнейшего вулканизма в Советских Карпатах. *Доклады АН УССР. Сер. Б.* 1986. № 11. С. 26—28.
9. Gawęda A., Szopa K., Golonka J., Chew D., Stepanyuk L., Belskyy V., Waśkowska A., Siliauskas L., Drakou F. Collision with Gondwana or with Baltica? Ordovician magmatic arc volcanism in the Marmarosh Massif (Eastern Carpathians, Ukraine). *International Journal of Earth Sciences.* 2022. https://doi.org/10.1007/s00531-022-02228-8
10. Krough T.E. A law contamination method for hedrotermal decomposition of zircon and extraction of U and Pb for isotopic age determination. *Geochim. Cosmochim. Acta*. 1973. **37**, No. 3. P. 485—494.
11. Ludwig K.R. Pb Dating for MS-DOS, version 1.06. U.S. Geol. Survey Open-File Rept. 1989. No. 88-542. P. 40.
12. Ludwig K.R. ISOPLOT for MS-DOS, version 2.0. U.S. Geol. Survey Open-File Rept. 1990. No. 88-557. P. 38.

Надійшла 22.04.2025

References

1. Bartnytskyi, E.N., Bibikova, E.V., Verkhogliad, V.M., Legkova, G.V., Skobelev, V.M., Terets, G.Ya. (1995). An international zircon standard for uranium-lead isotope studies. *Geochemistry and ore formation*, 21, pp. 164-167 [in Russian].
2. Boyko, A.K. (1970). Pre-Upper Paleozoic complex of the northwestern end of the Marmarosh massif (Eastern Karapty). Lviv: Lviv University Press. 246 p. [in Russian].
3. Voloshin, A.A. (1981). Geological structure and ore-bearing capacity of the northwestern end of the Marmarosh massif. Kyiv: Nauk. Dumka. 108 p. [in Russian].
4. Matkovsky, O.I. (1971). Mineralogy and petrography of the Chivchin Mountains (Ukrainian Carpathians). Lviv: Lviv University Press. 224 p. [in Russian].
5. Matskiv, B.V., Pukach, B.D., Vorobkanych, V.M. et al. (2009). State Geological Map of Ukraine. Scale 1:200,000. Carpathian Series. Sheets: M-34-XXXVI (Khust), L-34-VI (Baya Mare), M-35-XXXI (Nadvirna), L-35-I (Visheu). Kyiv. 178 p. [in Ukrainian].
6. Stepanyuk L.M. Geochronology of igneous rocks of acidic composition of the northwestern part of the Marmarosh massif : author's abstract. dis. ... candidate of geol.- min. sciences: 04.00.02. Kyiv, 1986. 20 p. [in Russian].
7. Stepanyuk, L.M. (1993). Petrochemical features and age of metavolcanics of acidic composition of the metamorphic complex of the northwestern part of the Marmarosh massif. *Geochemistry and ore formation*, Iss. 20, pp. 48-55. [in Russian].

8. Shcherbak, N.P., Stepanyuk, L.M., Bartnitsky, E.N., Komaristy ,A.A. (1986). Age of the most ancient volcanism in the Soviet Carpathians. *Reports of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR*, *Series. B*, No. 11, pp. 26-28 [in Russian].
9. Gawęda, A., Szopa, K., Golonka, J., Chew, D., Stepanyuk, L., Belskyy, V., Waśkowska, A., Siliauskas, L., Drakou, F. (2022). Collision with Gondwana or with Baltica? Ordovician magmatic arc volcanism in the Marmarosh Massif (Eastern Carpathians, Ukraine). *International Journal of Earth Sciences.* https://doi.org/10.1007/s00531-022-02228-8
10. Krough, T.E. (1973). A law contamination method for hedrotermal decomposition of zircon and extraction of U and Pb for isotopic age determination. Geochiica. Cosmochimica Acta. 37, No. 3. pp. 485-494.
11. Ludwig, K.R. (1989). Pb Dating for MS-DOS, version 1.06. U.S. Geol. Survey Open-File Rept. No. 88-542. P. 40.
12. Ludwig, K.R. (1990). ISOPLOT for MS-DOS, version 2.0. U.S. Geol. Survey Open-File Rept. 1990. No. 88-557. P. 38.

Received 22.04.2025

Stepanyuk L.M., stepaniuk@nas.gov.ua, https://orcid.org/0000-0001-5591-5169

Dovbush T.I., tetyana.dovbush1@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-3512-3313

Vysotsky O.B., alek.vysotsky@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-3542-4685

Baran A.M., baranandrew9@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-5326-8014

Kanunikova L.I., Kanunikova59@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-7530-969X

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

AGE OF METAVOLCANIC ROCKS OF ACIDIC COMPOSITION OF THE METAMORPHIC COMPLEX OF THE NORTHWESTERN PART OF THE MARMAROSH MASSIF (UKRAINIAN CARPATHIANS)

Metavolcanites of acidic composition are quite common formations among the rocks of the crystalline complex of the Marmarosh massif — the Dilovetska, Bredetselska, Tulgesh series, etc. Due to weak metamorphic transformations, metamorphically in greenschist facies conditions, they are easily diagnosed in the field. This report presents the results of uranium-lead isotope dating (TIMS method) of multigrain samples of zircon crystals from the metagranite-porphyry of the Saulyak deposit (Rakhiv Mountains) and the porphyroid of the Perkalab stream (Chyvchyn Mountains). According to the upper section of the concordia regression line, the age of the metagranite-porphyry is 505 ± 25 Ma, the porphyroid — 482 ± 51 Ma. The weighted average age of the metagranite-porphyry by the isotopic ratio $^{207}Pb/^{206}Pb$ is 515.5 ± 4.3 Ma and the porphyroid — 474 ± 3.6 Ma.

Keywords: *uranium-lead isotope method, zircon, metavolcanites, Marmarosh massif, Ukrainian Carpathians.*