

<https://doi.org/10.15407/mineraljournal.46.02.100>  
УДК 550.93

**Л.М. Степанюк**<sup>1</sup>, д-р геол. наук, чл.-кор. НАН України, проф., заст. дир.  
E-mail: [stepaniuk@nas.gov.ua](mailto:stepaniuk@nas.gov.ua); <https://orcid.org/0000-0001-5591-5169>

**О.Б. Висоцький**<sup>1</sup>, канд. геол. наук, наук. співроб.  
E-mail: [alek.vysotsky@gmail.com](mailto:alek.vysotsky@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0002-3542-4685>

**Г.Г. Павлов**<sup>1</sup>, канд. геол.-мін. наук, старш. наук. співроб.  
E-mail: [genychpavlov@gmail.com](mailto:genychpavlov@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0002-5913-042X>

**Т.І. Довбуш**<sup>1</sup>, наук. співроб.  
E-mail: [tetyana.dovbush1@gmail.com](mailto:tetyana.dovbush1@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0002-3512-3313>

**Б.В. Бородиня**<sup>2</sup>, пров. геолог  
E-mail: [boris.priazov@gmail.com](mailto:boris.priazov@gmail.com); <https://orcid.org/0009-0008-3934-2581>

<sup>1</sup> Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України  
03142, м. Київ, Україна, просп. Акад. Палладіна, 34

<sup>2</sup> Казенне підприємство "Південукргеологія"  
49000, м. Дніпро, Україна, вул. Чернишевського, 11

## ГЕОХРОНОЛОГІЯ ЗА МОНАЦИТОМ ГРАНІТІВ АНАДОЛЬСЬКОГО МАСИВУ (ПРИАЗОВСЬКИЙ МЕГАБЛОК УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА)

Анадольський масив (близько 300 км<sup>2</sup>) розташований у межиріччі Кальміуса і Кальчика (Східне Приазов'я). Він складений лейкократовими гранітами в центральній частині, а з периферії — гранітами, збагаченими темнокольоровими мінералами, які переходять у мігматити. Граніти Анадольського масиву разом з іншими автохтонними і параавтохтонними істотно двопольовошпатовими (з перевагою калішпату) сублужними амфібол-біотитовими мігматитами, біотитовими та біотит-мусковітовими середньо- та крупно-зернистими порфіроподібними гранітами та лейкогранітами, зазвичай монацитвмісними, виокремлені в анадольський комплекс. Граніти комплексу поширені практично на всій території Приазовського мегаблоку, де складають субзгідні жильні тіла серед гнейсів і кристалічних сланців центральноприазовської серії, або утворюють жильний матеріал мігматитів, розвинутих по метаморфічних породах цієї ж серії. Граніти Анадольського масиву, поширені в кар'єрі с. Мирний, містять акцесорний циркон, кристали якого мають складну будову, зумовлену наявністю різномірних реліктових ядер порід субстрату, на які наростають відносно тонкі оболонки синтетрогенного циркону. За результатами датування мультизернових наважок монациту уран-свинцевим ізотопним методом, граніти Анадольського масиву сформувались  $2047,9 \pm 2,2$  млн рр. тому.

**Ключові слова:** Приазов'я, Анадольський масив, граніт, монацит, уран-свинцевий ізотопний метод.

Цитування: Степанюк Л.М., Висоцький О.Б., Павлов Г.Г., Довбуш Т.І., Бородиня Б.В. Геохронологія за монацитом гранітів Анадольського масиву (Приазовський мегаблок Українського щита). *Мінерал. журн.* 2024. 46, № 2. С. 100—106. <https://orcid.org/10.15407/mineraljournal.46.02.100>

© Видавець ВД "Академперіодика" НАН України, 2024. Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

**Вступ.** Анадольський масив (~300 км<sup>2</sup>) розташований у межах річки Кальміуса і Кальчика (Східне Приазов'я). Він складений лейкократовими гранітами в центральній частині, а з периферії — гранітами, збагаченими темнокольоровими мінералами, які переходять у мігматити. Особливістю Анадольського масиву є наявність ксенолітів, зокрема гранулітової фації (Shcherbakov, 2005).

Граніти Анадольського масиву разом з іншими автохтонними і параавтохтонними істотно двопольовошпатовими (з перевагою калішпату) сублужними амфібол-біотитовими мігматитами, біотитовими, двослюдяними середньо- та крупнозернистими порфіроподібними гранітами та лейкогранітами, зазвичай монацитовмісними, виокремлені в анадольський комплекс (Yesypchuk et al., 2004). Граніти комплексу поширені практично на всій території Приазовського мегаблоку, де складають субзгідні жильні тіла серед гнейсів і кристалічних сланців центральноприазовської серії, або утворюють жильний матеріал мігматитів, розвинутих по метаморфічних породах цієї ж серії (рис. 1).

Уперше анадольський комплекс виділив І.С. Усенко зі співавторами (Usenko et al., 1971). Граніти комплексу в різний час вивчали Л.Ф. Айзенберг, І.А. Морозевич, І.Д. Царовський, Ю.Ю. Юрк, В.О. Цуканов, К.Ю. Єсипчук, І.Б. Щербаков, В.В. Васильченко та інші геологи.

Вік гранітів анадольського комплексу, визначений уран-свинцевим ізохронним методом за цирконом, складає  $2081 \pm 89$  млн рр. (Shcherbak et al., 2008).

**Мета роботи.** Визначити U-Pb ізотопним методом за монацитом вік гранітів анадольського типу, поширених у кар'єрі с. Мирний.

**Об'єкти та методи досліджень.** Об'єктом дослідження є різнозернисті біотитові граніти (пр. 157/1), розкриті кар'єром на північній околиці селища Мирний. Монацити датували класичним уран-свинцевим ізотопним методом у відділі радіогеохронології Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення (ІГМР) ім. М.П. Семененка НАН України.

Для визначення часу формування граніту вручну під бінокуляр із різних розмірних фракцій були відібрані мультизернові наванжки кристалів монациту із граніту (пр. 157/1),

поширеного в кар'єрі с. Мирний. Методику хімічної підготовки, за якою готували зразки монацитів для маспектрометричного аналізу, описано в роботі (Krough, 1973). Для визначення вмісту урану і свинцю в монацитах використали змішаний <sup>235</sup>U + <sup>206</sup>Pb трасер.

Ізотопні дослідження свинцю та урану виконані на восьмиколекторному маспектрометрі MI-1201 AT у мультиколекторному статичному режимі; математична обробка експериментальних даних — за програмами PbDat і ISOPLOT (Ludwig, 1989, 1990). Похибки визначення віку наведені за 2σ. Для перевірки метрологічних характеристик методу використали стандарт циркону ІГМР-1 (Bartnytskyi et al., 1995).

**Результати та їх обговорення.** Граніт — блідо-рожева, середньо-крупнозерниста з переважним розміром зерен 1—3 мм (деякі зерна досягають 5—8 мм за видовженнями), нерівномірнозерниста порода з більшими (до 10 мм) виокремленнями скупчень лусок біотиту, що надає породі плямистої текстури (рис. 2). Порода складена, об. %: плагіоклазом — 33—36, калієвим польовим шпатом (ґратчастий мікроклін) — 28—33, кварцом — 29—32, біотитом — 1—3. В акцесорних кількостях присутні апатит, циркон і монацит. Вторинні — хлорит по темній слюді, гідрооксиди заліза, серицит і глинистий мінерал по плагіоклазу, іноді карбонат спостерігається у павутинній системі тріщинок у плагіоклазах.

Структура за співвідношенням між ґратчастим мікрокліном і плагіоклазом наближається до гіпідіоморфнозернистої, коли таблиці плагіоклазу занурені в мікрокліновий базис, зерна кварцу можуть формувати елементи пойкилітової структури, ділянками каткластична, обумовлена тектонізацією в основному зерен кварцу і плагіоклазу.

Хімічний склад граніту, %: SiO<sub>2</sub> — 73,18; TiO<sub>2</sub> — 0,14; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 14,41; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 0,59; FeO — 1,02; MnO — 0,08; MgO — 0,61; CaO — 1,02; Na<sub>2</sub>O — 3,21; K<sub>2</sub>O — 4,98; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 0,12; H<sub>2</sub>O — 0,21; в. п. п. — 0,28; сума — 99,85.

ґратчастий мікроклін складає базис породи, "скріплюючи" інші породоутворювальні мінерали. Він облямовує табличчасті зерна плагіоклазу, асимілює раніші і основніші його порфіробласти майже до повного розчинення. З кварцом обмеження менш агресив-

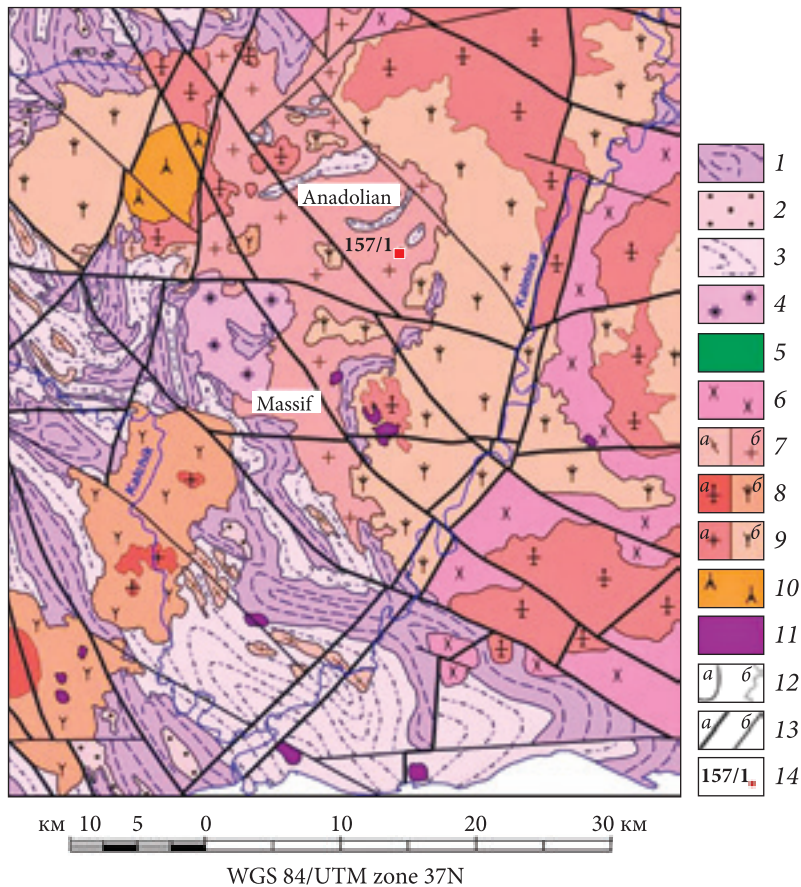


Рис. 1. Схематична геологічна карта поширення гранітоїдів анадольського комплексу в Східному Приазов'ї: 1 — західноприазовська серія (верхньотокмацька товща); 2 — ремівський? комплекс — плагіограніти, плагіомігматити; 3 — центральноприазовська серія (темрюцька світа); 4 — токмацький комплекс: чарнокіти-ендербіти; 5 — косівцевська товща; 6 — максимівська асоціація — гранодіорити; 7 — анадольський комплекс: а — мігматити, б — граніти; 8 — хлібодарівський комплекс: а — граніти, б — граносієніти; 9 — південнокальчицький комплекс: а — граніти, б — сієніти; 10 — октябрський комплекс: габро, сієніти; 11 — герцинські малі інтрузії та субвулканічні апарати; 12 — геологічні границі: а — стратиграфічні, інтрузивні, б — літологічні; 13 — розривні порушення: а — головні, б — другорядні; 14 — місце відбору проби та її номер

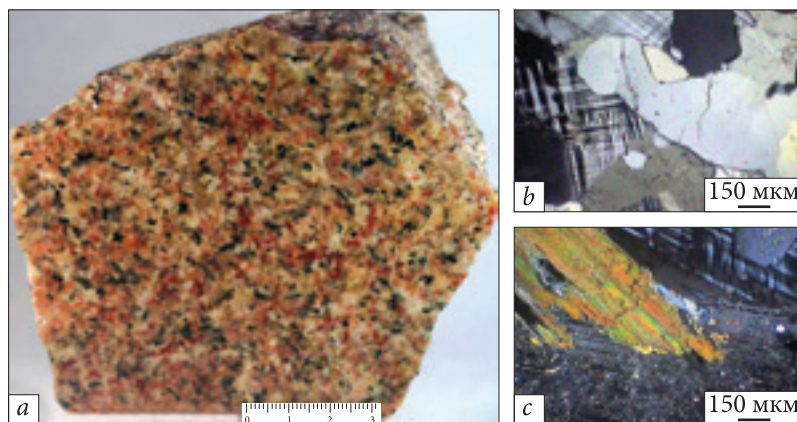
Fig. 1. Schematic geological map of the distribution of granitoids of the Anatolian complex in Eastern Azov: 1 — Western Priazov series (Upper Tokmak Formation); 2 — Remivskiy? complex — plagiogranites, plagiomigmatites; 3 — the Central Priazov series (Temryutska suite); 4 — Tokmak complex — charnockites-enderbites; 5 — Kosivtsev stratum; 6 — Maximiv association — granodiorites; 7 — Anatolian complex: a — migmatites, b — granites; 8 — Hlibodar complex: a — granites, b — granosyenites; 9 — South Kalchyk complex: a — granites, b — syenites; 10 — October complex: gabbro, syenites; 11 — Hercynian small intrusions and subvolcanic units; 12 — geological boundaries: a — stratigraphic, intrusive, b — lithological; 13 — discontinuous violations: a — main, b — secondary; 14 — place of sampling and its number

ні, затокоподібні. Спостерігається по тріщинах у кварцових зернах, проте часто округлі каплеподібні кристали кварцу у вигляді сингенетичних пойкилітів насичують кристали ґратчастого мікрокліну. Двійникова ґратка чітка, тонка, не витримана за товщиною висячих двійникових індивідів, блокована. Мікроклінові кристалооптичні показники свідчать про високовпорядковану низькотемпературну кристалічну структуру, яка підлягала динамотермальним метаморфічним перетворенням, що супроводжувались локальними метасоматичними міжзерновими взаємодіями на кшталт розвитку мірмекітових утворень на контакті з плагіоклазом ранніх генерацій та альбітових оболонок навколо таблиць пізніших генерацій.

Плагіоклаз представлений олігоклазом з основністю в межах 20—30 % Ап. Особливістю описуваної породи є наявність двох генерацій плагіоклазу. Перша, найдревніша (рання) — представлена кородованими ідіоморфними таблицями найкислішого олігоклазу, тонко здвійникового, зачепленого серицитизацією та пелітизацією, тріщинуватого, місцями, на контакті з мікрокліном, заміщеного тонким мірмекітом. Цей плагіоклаз ранньої генерації мабуть є реліктовим від протопороди. Друга генерація плагіоклазу належить до основнішого олігоклазу. Часто обростає реліктовий, формує власні ізометричні таблички з тонким альбітовим здвійникуванням. Подекуди містить пойкиліти кварцу. На контакті з ґратчастим мікро-

Рис. 2. Граніт анадольського типу, пр. 157/1, кар'єр с. Мирний: *a* — загальний вигляд граніту; *b* — нерівномірнотзерниста структура граніту; *c* — скупчення біотиту; *b, c* — з аналізатором

Fig. 2. Granite of the Anadolian type, sample 157/1, quarry of village Myrnyi: *a* — general appearance of granite; *b* — irregular grain structure of granite; *c* — accumulation of biotite; *b, c* — with analyzer



кліном його основність знижується до альбіт-олігоклазу, або його заміщує мірмекіт.

Кварц утворює самостійні ксеноморфні кристали (до 10 мм), найчастіше подовженої форми з овальними затокоподібними обрисами. По відношенню як до зерен мікрокліну, так і до таблитчастого плагіоклазу форма його кристалів незалежна, алотріоморфнозерниста. Подовжені зерна кварцу поперечно блоковані і за загальним виглядом являють, з введеним аналізатором, гранобластовий агрегат товщиною в одне зерно. Субіндивіди "відновлені", проте зберігають слабе хвилясте або блокове згасання. Спостерігається незалежна тріщинуватість, що не виходить за межі зерен.

Біотит займає інтерстиційне положення. Луски деформовані, порвані, хлоритизовані на початковій стадії, пронизують зерна плагіоклазу-1. Плеохроїзм від солом'яно-жовтого до бурого кольору. Заміщується мікросимплектитовим агрегатом новоутвореного перекристалізованого біотиту, мусковіту і кварцу. На контакті з мікрокліном частково мусковітизується. По площинах спайності подекуди розвиваються титаніт і лейкоксен. Включення представлені монацитом і апатитом.

Циркон представлений досконало ограненими призматичними кристалами з широкою гамою перехідних відмін. За видовженням від короткопризматичних (майже ізометричних) з  $K_{\text{вид}} = 1,1-1,5$  до видовженопризматичних з  $K_{\text{вид}} > 3$ , як поодинокі присутні списоподібні кристали з  $K_{\text{вид}} > 6$  (рис. 2). Огранення кристалів обумовлено комбінацією граней обох тупих біпірамід та обох призм, що мають у переважній більшості

кристалів однаковий розвиток. Значно менш поширеними є кристали, в ограненні яких беруть участь грані гострих біпірамід. Поверхня граней кристалів гладенька, блискуча, вершинки та ребра здебільшого рівні, чіткі.

Кристалом циркону властива широка гама кольорів, від поодиноких світло-рожевих до брудно-білих (емалеподібних), бурих і світло-червоних до червоних і поодиноких світло-коричневих. Ймовірно, червоний відтінок обумовлений озалізненням, оскільки він спостерігається у вигляді окремих ділянок, зон на поверхні кристалів. Слід зазначити, що брудно-білі (емалеподібні) кристали в більшій кількості (до 40 %) присутні в електромагнітній фракції.

У полірованих зрізах під поляризаційним мікроскопом кристали виявляють складну будову, наявні дві генерації мінералу (рис. 3).

Циркон першої генерації утворює ядра, що зазвичай займають понад 70 % площі зрізу кристалів. Спостерігається декілька морфологічних типів ядер:

- призматичні з тонкою концентричною зональністю і кристаломорфологічно правильними контурами та відносно високими кольорами інтерференції (рис. 2, *b, c, i*);
- короткопризматичні, не зональні з кристалографічно правильними контурами (рис. 2, *a, d, h*);
- видовженопризматичні, незональні, інколи це уламки кристалів (рис. 2, *f, g, i*);
- незональні з сильно заокругленими контурами (вірогідно обкатані кластогенні) (рис. 2, *j-m*).

Циркон другої генерації утворює оболонки тонкозонального (волокнисто-зонально-

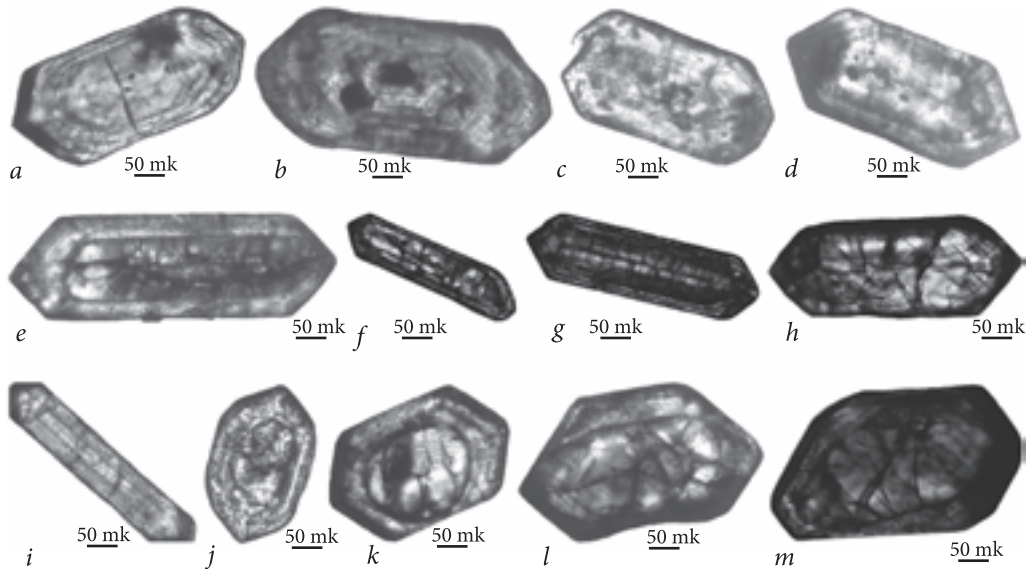


Рис. 3. Мікрофотографії полірованих зрізів кристалів циркону із граніту Анадольського масиву Східного Приазов'я, пр. 157/1

Fig. 3. Photomicrographs of polished sections of zircon crystals from the granite of the Anadolian massif of Eastern Azov, sample 157/1

**Вміст урану, свинцю та ізотопний склад свинцю в монацитах із граніту анадольського типу, пр. 157/1**  
**Uranium, lead content and lead isotopic composition in monazites from Anadolian granite, sample 157/1**

| Fraction of monazite | Concentrations, ppm |       | Isotope ratios                            |                                           |                                           |                                          |                                          | Age, Ma                                  |                                          |                                           | D, % |
|----------------------|---------------------|-------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|------|
|                      | U                   | Pb    | $\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$ | $\frac{^{206}\text{Pb}}{^{207}\text{Pb}}$ | $\frac{^{206}\text{Pb}}{^{208}\text{Pb}}$ | $\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$ | $\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$ | $\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$ | $\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$ | $\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$ |      |
| 2a                   | 3830                | 11676 | 11140                                     | 7,8431                                    | 0,12503                                   | 0,38437                                  | 6,7009                                   | 2097                                     | 2073                                     | 2049,1                                    | -2,3 |
| 2б                   | 3259                | 9943  | 11270                                     | 7,8413                                    | 0,12417                                   | 0,38236                                  | 6,6682                                   | 2087                                     | 2068                                     | 2049,7                                    | -1,8 |
| 2в                   | 3456                | 10632 | 11570                                     | 7,8505                                    | 0,12370                                   | 0,38425                                  | 6,6948                                   | 2096                                     | 2072                                     | 2048,0                                    | -2,4 |
| 3a                   | 2919                | 9432  | 11700                                     | 7,8358                                    | 0,11705                                   | 0,38445                                  | 6,7117                                   | 2097                                     | 2074                                     | 2051,5                                    | -2,2 |
| 3б                   | 3114                | 10136 | 10250                                     | 7,8413                                    | 0,11538                                   | 0,38226                                  | 6,6602                                   | 2087                                     | 2067                                     | 2048,0                                    | -1,9 |
| 3в                   | 3225                | 10386 | 7780                                      | 7,8296                                    | 0,11741                                   | 0,38396                                  | 6,6782                                   | 2095                                     | 2070                                     | 2044,9                                    | -2,4 |
| 4a                   | 2636                | 8660  | 4290                                      | 7,7262                                    | 0,10963                                   | 0,36787                                  | 6,4150                                   | 2019                                     | 2034                                     | 2049,5                                    | 1,5  |
| 4б                   | 2916                | 9378  | 5370                                      | 7,7748                                    | 0,11262                                   | 0,36918                                  | 6,4282                                   | 2026                                     | 2036                                     | 2046,9                                    | 1,0  |

**П р и м і т к а.** Поправка на звичайний свинець уведена за Стейсі та Крамерсом на вік 2050 млн рр. 2a—2в — мультизернові наважки розмірних фракцій світло- та медово-жовтих прозорих (нерівномірно озалізненних) переважно дископодібних кристалів; 3a—3в — також світло- та медово-жовтих з буруватим відтінком (помітно озалізненних); 4a, 4б — теж жовтих та жовтувато-бурих напівпрозорих кристалів. Розмірні фракції отримано методом скочування похилою площиною.

**N o t e.** The correction for ordinary lead is introduced according to Stacey and Kramers for an age of 2050 million years. 2a—2в — multigrain measurements of size fractions of light-yellow and honey-yellow transparent (unevenly ironized) mainly disk-shaped crystals; 3a—3в — also light yellow and honey-yellow with a brownish tint (noticeably ironized); 4a, 4б are also yellow and yellowish-brown translucent crystals. Size fractions were obtained by rolling on an inclined plane.

го) циркону з відносно низьким двозаломленням (рис. 3).

Наявність різнорідних ядер, зокрема уламків та обкатаних кластогенних, однозначно свідчить, що протолітом граніту були корові (вулканогенно-осадові) породи. Незначний

об'єм оболонок у кристалах циркону може свідчити про автохтонний характер граніту, вірогідно, зі значним проявом лужного (калієвого) метасоматозу.

Монацит представлений досить великими (>0,1 мм) дископодібними світло-жовтими

водяно-прозорими (поодинокі зерна), червонувато-, медово-жовтими (~50 %) прозорими та жовтувато-бурими до бурих (темно-бурих) не прозорими (~20 %) кристалами. Менш поширеними є пампушкоподібні (35—40 %) зерна із заокругленими контурами та дрібноямчастою, до шагреневої поверхнею, серед яких за кольором присутні ті ж відміни, що і серед дископодібних. У фракції <0,1 мм поширенішими є світло- і бурувато-жовті кристали, а бурі (темно-бурі) складають ~15 %, набагато рідше трапляються дископодібні. Водночас поширенішими (більше 20 %) є ізометричні зерна. У протолючці зрідка трапляються зростання монациту з породоутворювальними мінералами, найчастіше з польовими шпатами та біотитом, що свідчить про їх одночасну кристалізацію.

Вік ми визначали за трьома мультизерновими наважками розмірних фракцій світло- та медово-жовтих прозорих (нерівномірно озалізнені) переважно дископодібних кристалів, трьома мультизерновими наважками розмірних фракцій світло- та медово-жовтих з буруватим відтінком (помітно озалізнені) напівпрозорих більших кристалів і двома мультизерновими наважками розмірних фракцій жовтих та жовтувато-бурих напівпрозорих найбільших кристалів. Розмірні фракції отримано методом скочування похилою площиною. Перед розчиненням наважки промили в слабкому розчині соляної кислоти, кристали стали дещо світлішими, але повністю гідроксиди заліза не були змиті. Результати визначення вмісту урану, свинцю та ізотопного складу свинцю у наважках наведені в таблиці.

Як видно з таблиці, монацити названих різновидів дещо розрізняються за вмістом урану. Найменший вміст цього елемента характерний для жовтих і жовтувато-бурих кристалів (фракції 4а та 4б) монациту (менше 3000 ppm), окрім того, ці монацити містять свинець із більшою кількістю звичайного свинцю. Ізотопне відношення  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  у них менше 6000, тоді як у решти фракцій більше 7500 (див. таблицю), що, можливо, пов'язано не стільки з меншою часткою радіогенного свинцю, утвореного за рахунок радіоактивного розпаду меншої кількості урану в них, а за рахунок втрати незначної його

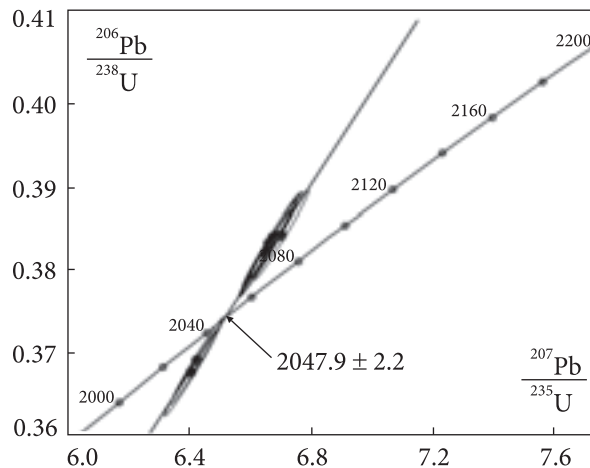


Рис. 4. Уран-свинцева діаграма з конкордією для монациту із граніту Анадольського масиву, пр. 157/1

Fig. 4. Uranium-lead concordia diagram for monazite from granite of Anadolian massif, sample 157/1

кількості, вірогідно, в недалекому минулому<sup>1</sup>. В усякому разі на відміну від решти шести фракцій монациту (2а—в, 3а—в), уран-свинцевій ізотопній системі яких властива зворотна дискордантність (від -1,8 % до -2,4), двом останнім (4а, б) — незначна пряма — 1,5 та 1,0 % відповідно (див. таблицю).

За наведеними в таблиці аналітичними даними розраховано лінію регресії, яка перетинає конкордію у двох точках, верхній перетин якої відповідає віку  $2047,9 \pm 2,2$  млн рр. (рис. 4), який ми приймаємо за вік монациту та  $44 \pm 196$  млн рр. за нижнім, за СКЗВ = 3,3. Середнє зважене значення віку за ізотопним відношенням  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  становить  $2048,2 \pm \pm 1,7$  млн рр., за СКЗВ = 3,4.

Ураховуючи, що монацити і основні породоутворювальні мінерали — польові шпати і біотит кристалізувались одночасно, маємо усі підстави за вік граніту прийняти ізотопну дату, отриману для монациту, —  $2047,9 \pm \pm 2,2$  млн рр.

**Висновки.** 1. Протолітом для гранітів Анадольського масиву, розкритих кар'єром с. Мирний, були корові, найвірогідніше, вулканогенно-осадові породи.

2. Граніти Анадольського масиву були сформовані  $2047,9 \pm 2,2$  млн рр. тому.

<sup>1</sup> Можливо лабораторне порушення замкнутості уран-свинцевої ізотопної системи під час промивання мультизернових наважок цих кристалів у соляній кислоті.

## REFERENCES / ЛІТЕРАТУРА

- Bartnitskiy, E.N., Bibikova, E.V., Verhoglyad, V.M., Legkova, G.V., Skobelev, V.M. and Terets, G.Ya. (1995), *Geokhimiya i rudoobrazovanie*, Iss. 21, Kyiv, pp. 164-167 [in Russian].  
 [Бартницький, Е.Н., Биби́кова, Е.В., Верхогляд, В.М., Легкова, Г.В., Скобелев, В.М., Терец, Г.Я. (1995), *Геохимия и рудообразование*. Вып. 21. С. 164—167.]
- Krough, T.E. (1973), *Geochim. Cosmochim. acta*, Vol. 37, No. 3, pp. 485-494.
- Ludwig, K.R. (1989), Pb Dat for MS-DOS, version 1.06. *U.S. Geol. Surv. Open-File Rept.*, **542**, No. 88. p. 40.
- Ludwig, K.R. (1990), ISOPLOT for MS-DOS, version 2.0. *U.S. Geol. Surv. Open-File Rept.*, **557**, No. 88. p. 38.
- Shcherbak, N.P., Artemenko, G.V., Lesnaia, I.M., Ponomarenko, A.N. and Shumlyansky, L.V. (2008), *Geokhronologiya rannego dokembriya Ukrainiskoho shchyta. Proterozoi*, Nauk. dumka, Kyiv, 239 p. [in Russian].  
 [Щербак, Н.П., Артеменко, Г.В., Лесная, И.М., Пономаренко, А.Н., Шумлянський, Л.В. (2008), *Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Протерозой*. Киев: Наук. думка. 239 с.]
- Shcherbakov, I.B. (2005), *Petrologiya Ukrainiskoho shchyta, ZUKTs*, Lvov, 366 p. [in Russian].  
 [Щербак, И.Б. (2005), *Петрология Украинского щита*. Львов: ЗУКЦ, 366 с.]
- Usenko, I.S., Yesypchuk, K.Yu. and Tsukanov, V.O. (1971), *Dopov. AN URSR. Ser. B*, No. 8, pp. 684-688 [in Ukrainian].  
 [Усенко, І.С., Єсипчук, К.Ю., Цуканов, В.О. (1971), *Допов. АН УРСР. Сер. Б.* № 8. С. 684—688.]
- Yesypchuk, K.Yu., Bobrov, O.B., Stepanyuk, L.M., Shcherbak, M.P., Glevaskiy, Ye.B., Skobelyev, V.M., Drannik, A.S. and Geychenko, M.V. (2004), *Korelyatsiyna khronostratigrafichna skhema rannogo dokembriyu Ukrainiskoho shchyta (poyasnyvalna zapyska)*, UkrDGRI, NSK of Ukraine, Kyiv, 30 p. [in Ukrainian].  
 [Єсипчук, К.Ю., Бобров, О.Б., Степанюк, Л.М., Щербак, М.П., Глеваський, Є.Б., Скобелев, В.М., Дранник, А.С., Гейченко, М.В. (2004), *Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита (схема та поясн. зап.)*. Київ: УкрДГРІ; НСК України, 30 с.]

Received 31.10.2023

L.M. Stepanyuk <sup>1</sup>, DrSc (Geology), Corresp. Member of NAS of Ukraine, Prof., Deputy Director

E-mail: stepaniuk@nas.gov.ua; <https://orcid.org/0000-0001-5591-5169>

O.B. Vysotsky <sup>1</sup>, PhD (Geology), Research Fellow

E-mail: alek.vysotsky@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-3542-4685>

H.H. Pavlov <sup>1</sup>, PhD (Petrology), Senior Research Fellow

E-mail: genychpavlov@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-5913-042X>

T.I. Dovbush <sup>1</sup>, Research Fellow

E-mail: tetyana.dovbush1@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-3512-3313>

B.V. Borodynya <sup>2</sup>, Leading Geologist

E-mail: boris.priazov@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0008-3934-2581>

<sup>1</sup> M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the NAS of Ukraine

34, Acad. Palladin Ave., Kyiv, Ukraine, 03142

<sup>2</sup> State commercial enterprise "Pivdenukrgeologiya"

11, Chernyshevsky Str., Dnipro, Ukraine, 49000

## GEOCHRONOLOGY ACCORDING TO MONAZITE GRANITES OF THE ANADOLIAN MASSIF (PRIAZOV MEGABLOCK OF THE UKRAINIAN SHIELD)

The Anadolian massif (about 300 km<sup>2</sup>) is located between the rivers Kalmius and Kalchyk (East Azov). It is composed of leucocratic granites in the central part, and on the periphery — granites enriched with dark-colored minerals that turn into migmatites. Granites of the Anadolian massif together with other autochthonous and paraautochthonous essentially difeldspar (spar-predominant) subalkaline amphibole-biotite migmatites, biotite and biotite-muscovite medium- and coarse-grained porphyry-like granites and leucogranites, usually monazite-bearing, are separated in the Anadolian complex. The granites of the complex are spread over almost the entire territory of the Priazov megablock, where they form subconforming vein bodies among the gneisses and crystalline schists of the Central Priazov series, or form the vein material of migmatites developed on metamorphic rocks of the same series. Granites of the Anadolian massif, which are common in the quarry of Myrny, contain accessory zircon, the crystals of which have a complex structure due to the presence of heterogeneous relic cores of substrate rocks on which relatively thin shells of synpetrogenic zircon grow. According to the results of dating of multi-grain samples of monazite by the uranium-lead isotope method, the granites of the Anadolian massif were formed 2047.9 ± 2.2 million years ago.

**Keywords:** Azov region, Anadolian massif, granite, monazite, uranium-lead isotope method.