

<https://doi.org/10.15407/mineraljournal.41.04.040>

УДК 552.49

Л.М. Степанюк¹, Г.В. Артеменко¹, Б.В. Бороdynя²

¹ Институт геохимии, минералогии и рудообразования

им. Н.П. Семеново НАН Украины

03142, г. Киев, Украина, пр-т Акад. Палладина, 34

E-mail: regulgeo@gmail.com

² Казенное предприятие "Пивденукргеология"

49005, г. Днепр, Украина, ул. Чернышевского, 11

E-mail: boris.priazov@gmail.com

ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСКИЙ ВОЗРАСТ ПОРФИРОВИДНЫХ ГРАНИТОВ ЯНВАРСКОГО МАССИВА ВОЛЧАНСКОГО БЛОКА (ПРИАЗОВЬЕ)

Волчанский блок представляет собой антиклинорное поднятие в северо-западной части Приазовского мегаблока Украинского щита (УЩ). Его характерной особенностью является большое количество разрывных нарушений, разделяющих его на многочисленные блоковые структуры, в которых наблюдаются линейные складки более высоких порядков. Главное значение в тектоническом строении района имеет система разломов северо-западного простирания. С ними связаны горсто- и грабенообразные структуры. Горстообразные ("купольные") структуры сложены архейскими гнейсами западноприазовской серии и плагиогранитоидами ремовского комплекса, а грабенообразные — метасадочными породами волчанской толщи. В северном и восточном обрамлении Волчанского антиклинория по геофизическим данным были выделены Шевченковская, Федоровская, Ивановская и Волчанская синклиналильные структуры, которые рассматриваются как северо-западное продолжение Центрально-Приазовских синклиналильных структур. Они сложены слабо метаморфизованными осадочными породами, которые залегают несогласно на высокометаморфизованных породах западноприазовской серии и волчанской толщи. Эти метаосадки прорываются гранитоидами калиево-натриевого состава, которые слагают небольшие гранитные массивы, приуроченные к разломам. Были выполнены геохронологические исследования порфиоровидных гранитов Январского массива, который расположен западнее Шевченковской и Федоровской синклиналильных структур. Установлено, что U-Pb изотопный возраст по монациту порфиоровидных гранитоидов Январского массива составляет 2,06 млрд лет. Согласно геохимическим данным, они имеют коровый генезис и выплавились, вероятно, из архейских ТТГ. Гранитоиды Январского массива по изотопному возрасту, петрографическим и петрохимическим характеристикам сопоставляются с гранитоидами анадольского комплекса. Их образование связано, вероятно, с этапом коллизии Сарматского и Волго-Уральского микроконтинентов.

Ключевые слова: Январский массив, Волчанский блок, Приазовский мегаблок, Украинский щит, порфиоровидный гранит, монацит, U-Pb возраст, коллизия, анадольский комплекс.

Введение. Волчанский блок представляет собой антиклинорное поднятие в северо-западной части Приазовского мегаблока Украинского щита (УЩ). На западе он граничит с Орехово-Павлоградской структурой, а на востоке — с северным продолжением Центральноприазовской зоны синклиналильных структур. Характерная особенность Волчанского блока —

большое количество разрывных нарушений, разделяющих его на многочисленные блоковые структуры, в которых наблюдаются линейные складки более высоких порядков, о чем свидетельствует работа [4]. Главное значение в формировании структур района имеет система разломов северо-западного простирания. С ними связаны горсто- и грабенообразные структуры северо-западного простирания. Горстообразные ("купольные") структуры сложены архейскими гнейсами западноприазовской се-

© Л.М. СТЕПАНЮК, Г.В. АРТЕМЕНКО,
Б.В. БОРОДЫНЯ, 2019

рии и плагиогранитоидами ремовского комплекса, а грабенообразные — метатерригенными породами волчанской толщи (В.Ф. Киктенко, 1982—1987)*. В северном и восточном обрамлении Волчанского антиклинория по геофизическим данным были выделены Шевченковская, Федоровская, Ивановская и Волчанская синклиналильные структуры, которые рассматриваются как северо-западное продолжение Центрально-Приазовских синклиналильных структур. Они сложены слабо метаморфизованными осадочными породами, залегающими несогласно на высокометаморфизованных породах западноприазовской серии и волчанской толщи. Эти метаосадки прорваны гранитоидами калиево-натриевого состава, которые слагают небольшие гранитные массивы, приуроченные к крупным разломам [5] (В.М. Кичурчак и др., 1988; А.Г. Кутько, 1978).

Достаточно крупный Январский массив калиево-натриевых гранитов западнее Шевченковской и Федоровской синклиналильных структур, был закартирован В.М. Кичурчаком и Л.В. Исаковым при проведении ГГК 1 : 50 000 в 1983 г. [6] (рис. 1). В его составе была выделена ассоциация аляскитовых гранитов и их биотитсодержащих разновидностей, отнесенные ими к неоархейским образованиям. Были описаны секущие контакты этих гранитов с метаморфическими породами, слагающими Шевченковскую и Федоровскую структуры. В.Ф. Киктенко (1982—1987) [5] на основании полученных им геохронологических данных о палеопротерозойском возрасте гранитоидов Январского массива отнес их к приазовскому комплексу. Позднее была получена архейская (3,085 млрд лет) датировка циркона из январских гранитов [6]. По нашему мнению, эта датировка отвечает возрасту захваченного (ксеногенного циркона) из корового субстрата, из

* Киктенко В.Ф. Глубинное геологическое картирование м-ба мельче 1 : 200 000 в пределах листов М-37-XXXI, /-37-1, VII (Западное Приазовье — листы М-37-133; М-37-134-В; /-37-1, /-37-2; /-37-13; /-37-14; /-37-25-А, Б; /-37-26-А, Б). Отчет. Покровское, 1982—1987; Кичурчак В.М. и др. Геологическое строение и полезные ископаемые территории верховьев реки Волчьей. Отчет Волчанского отряда о результатах геологического картирования м-ба 1 : 50 000. Киев: ГНПП Геоинформ, 1988. 310 с.; Кутько А.Г. Отчет о результатах крупномасштабного глубинного картирования Федоровского участка (зона сочленения Приазовского кристаллического массива с Донецким прогибом). Т. I. Артемовск, 1978.

которого выплавились гранитоиды Январского массива. В результате геолого-съемочных работ "Госгеолкарты-200" В.А. Петренко и В.А. Шпыльчак (1999) предложили выделить гранитоиды Январского массива в отдельный январский комплекс неоархейского возраста [6].

Возрастное положение гранитоидов Январского массива имеет очень важное значение для тектонического районирования и классификации ** (на геоисторической основе) Приазовского мегаблока. Принимая во внимание, что консолидация континентальной коры (переход в стадию зрелой континентальной коры) происходит при масштабном формировании двуполевошпатовых гранитов, в случае архейского возраста гранитоидов Январского массива появляется возможность для предположения об архейской консолидации если не всего мегаблока, то его части.

В этом случае, в отличие от Днестровско-Бугского мегаблока, формирование которого (как и Приазовского) началось в палеоархее, а завершилось в палеопротерозое (к настоящему времени никаких двуполевошпатовых гранитоидов архейского возраста в этом мегаблоке не выявлено), Приазовский мегаблок следовало бы считать таким, который начал формироваться в палеоархее, был консолидирован в архее (неоархее) и претерпел раннепротерозойскую ремобилизацию (табл. 1).

В случае, если же граниты Январского массива сформировались в палеопротерозое, никаких оснований для отнесения Приазовского мегаблока (или его части) к блокам архейской консолидации не будет и по геоисторическому развитию этот блок никоим образом не отличается от Днестровско-Бугского (Среднего Побужья) и классификация тектонических структур первого порядка приобретет следующий вид (табл. 2).

Для решения вопроса о возрасте калиево-натриевых гранитов Январского массива было проведено их U-Pb датирование по акцессорному монациту. Использование монацита для геохронологических исследований коровых

** Нами предложены критерии для тектонической классификации (систематизации) мегаблоков УЩ: 1) возраст суперкрупной основы (архей (палео-, мезо-, нео-), палеопротерозой); 2) время консолидации фундамента (время внедрения двуполевошпатовых гранитоидов); 3) наличие (отсутствие) ремобилизации (1 или 2 (3) этапы формирования двуполевошпатовых гранитоидов).

гранитоидов — наиболее надежный способ определения времени внедрения гранитоидов, поскольку в них очень часто сохраняется захваченный циркон из корового субстрата.

Методы исследований. Петрографические исследования шлифов пород выполнены с помощью оптического поляризационного микроскопа *ECLIPSE LV100 POL (Nikon)* в проходящем свете. Силикатный анализ пород выполнен в Институте геохимии, минералогии и рудообразования (ИГМР) им. Н.П. Семененко НАН Украины. Содержание редких и рассеянных элементов определено методом индукционно-связанной плазмы с масс-спектрометрическим окончанием анализа (*ICP-MS*) в Институте проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов Российской академии наук (ИПТМ РАН).

Таблица 1. Схема классификации тектонических структур первого порядка Украинского щита (на геосторической основе)

Table 1. Classification scheme of the first rank tectonic structures of Ukrainian Shield (on geohistorical basis)

Консолидация	Блоки (кратоны). Заложение	
	Архейское	Палеопротерозойское
Архейская	Среднеприднепровский Приазовский ренобилизован в палеопротерозое	—
Палеопротерозойская	Днестровско-Бугский (<i>Среднее Побужье</i>)	Волынский, Ингульский, Росинско-Тикичский, а также <i>Верхнее Побужье — Приднестровье</i>

Таблица 2. Схема классификации тектонических структур первого порядка Украинского щита (на геосторической основе)

Table 2. Classification scheme of the first rank tectonic structures of Ukrainian Shield (on geohistorical basis)

Консолидация	Блоки (кратоны). Заложение	
	Архейское	Палеопротерозойское
Архейская	Среднеприднепровский	Палеопротерозойской консолидации
Палеопротерозойская	Приазовский, Днестровско-Бугский (<i>Среднее Побужье</i>)	Волынский, Ингульский, Росинско-Тикичский, а также <i>Верхнее Побужье — Приднестровье</i>

Монацит датирован классическим уран-свинцовым изотопным методом в отделе радиогеохронологии ИГМР НАН Украины. Методика химической подготовки образцов монацита для масс-спектрометрического анализа, описана в работах [3, 8]. Для определения содержания урана и свинца использовали смешанный $^{235}\text{U} + ^{206}\text{Pb}$ трассер. Изотопные анализы свинца и урана выполнены на восьмиколлекторном масс-спектрометре MI-1201 AT в мультиколлекторном статическом режиме; математическая обработка экспериментальных данных — по программам *Pb Dat* и *ISOPLOT* [9, 10]. Ошибки определения возраста приведены при 2σ . Для проверки метрологических характеристик метода использовали стандарт циркона ИГМР-1 [1].

Результаты исследований. На Январском участке для геохронологических исследований отобраны пробы из розовых порфиroidных гранитов Январского массива (пробы 19/3 и 98/12) и светло-серых порфиroidных гранитов из маломощных жил, секущих биотитовые гнейсы (пр. 16/5) (рис. 1).

Розовые порфиroidные граниты Январского массива (пр. 19/3). Место отбора — заброшенный карьер размером 30×50 м на левом берегу р. Волчья — $N 47^{\circ}58'15,7''$; $E 36^{\circ}34'16,8''$ (рис. 1).

Структура гранита порфиroidная, обусловленная наличием вкрапленников калиевого полевого шпата (КПШ) размером до 10×15 мм в среднезернистой основной массе (рис. 2). Минеральный состав, %: биотит — 2–3, кварц — 20, КПШ — 50–55, плагиоклаз — 22; циркон, апатит, монацит — ед. зерна.

В зернах плагиоклаза наблюдаются тонкие полисинтетические двойники. На контакте с КПШ в нем встречаются мirmekитовые вроски кварца. Плагиоклаз пелитизирован, иногда по нему развивается мусковит. В КПШ наблюдаются микроклиновые решетки. Биотит зеленоватого цвета, характеризуется резким плеохроизмом, замещается хлоритом и мусковитом.

По химическому составу ($\text{SiO}_2 = 77,3\%$; $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 7,5\%$; $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 0,83$) порфиroidные граниты (пр. 19/3) соответствуют лейкократовым гранитам нормального ряда калиево-натриевой серии [7]. Они характеризуются невысоким содержанием Rb (177 ppm), Sr (151 ppm) и высоким Ba (1001 ppm); низким содержанием Ni (7,5 ppm), Cr (11,1 ppm), Y (7 ppm), Yb (0,48 ppm), Ta (0,54 ppm); повы-

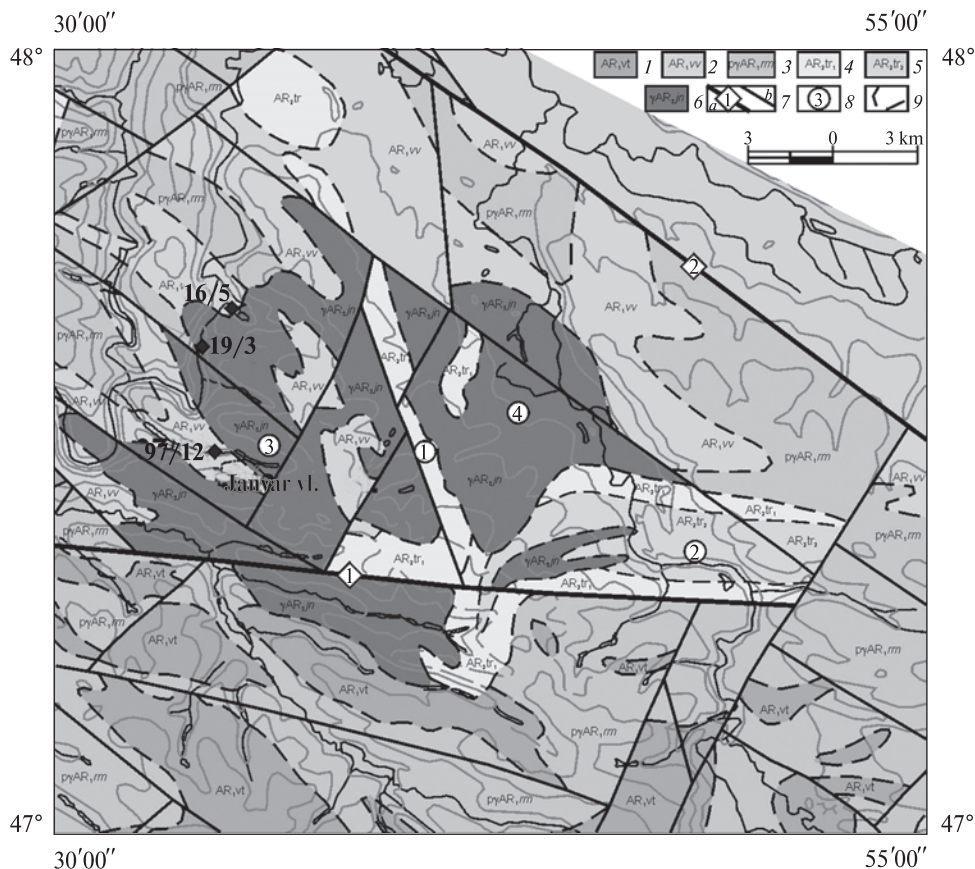


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Январского участка по (Кичурчак и др., 1988; с изменениями и дополнениями): 1 — верхнетокмакская толща; 2 — волчанская толща; 3 — ремовский комплекс — плагиограниты, плагиомигматиты; 4 — терноватская нижняя подтолща; 5 — терноватская верхняя подтолща; 6 — январский комплекс — граниты двуполевошпатовые; 7 — разрывные нарушения: а — главные (цифры в ромбе), б — второстепенные: 1 — Федоровский разлом, 2 — Раздольненский разлом; 8 — основные структуры (цифры в кружке): 1 — Шевченковская трогоподобная грабенсинклиналь, 2 — Федоровская брахисинклиналь, 3 — Январский массив, 4 — Краснокутский массив; 9 — геологические границы

Fig. 1. Schematic geological map of the Janvar region according to (Kichurchak et al., 1988; with modifications): 1 — Upper Tokmak thickness; 2 — Volcha thickness; 3 — Remiv complex — plagiogranites, plagiomigmatites; 4 — Ternuvatka lower sub-thickness; 5 — Ternuvatka upper thickness; 6 — Janvar complex — two-feldspar granites; 7 — faults: a — major (figures in the rhombus), b — minor: 1 — Fedorivka fault, 2 — Rozdolne fault; 8 — main structures (figures in circle): 1 — Shevchenko trough-like graben syncline, 2 — Fedorivka brachisyncline, 3 — Janvar massif, 4 — Krasnokut massif; 9 — geological boundaries

шенным содержанием Pb (25,9 ppm) и Th (19,3 ppm). Редкоземельные элементы дифференцированные — $(La/Yb)_N = 54,8$, при $Yb_N = 2,9$. Выделяется отрицательная европиевая аномалия — $Eu/Eu^* = 0,67$ (рис. 3).

Согласно геохимическим характеристикам, порфировидные граниты Январского массива выплавились, вероятно, в коровом магматическом источнике из более древних пород тоналит-трондьемит-гранодиоритовых (ТТГ) комплексов.

Розовый порфировидный гранит Январского массива (пр. 98/12). Место отбора — обнажение в 1,5 км к северо-западу от с. Январское в

балке, впадающей в р. Волчья, в 50 м ниже плотины — $N 47^{\circ}58'15,7''$; $E 36^{\circ}34'16,8''$.

Структура гранита порфировидная, обусловленная наличием вкрапленников КПШ размером до 8×8 мм в среднезернистой основной массе. Минеральный состав, %: мусковит — до 1–2, биотит — 2–3, кварц — 20–25, плагиоклаз — 20–25, КПШ — 45; циркон, монацит, апатит — ед. зерна. В зернах плагиоклаза наблюдаются тонкие полисинтетические двойники (рис. 4). По плагиоклазу развиваются пелит и серицит. На контакте с микроклином в плагиоклазе наблюдаются мирмекитовые вросстки кварца, в КПШ — микроклиновые

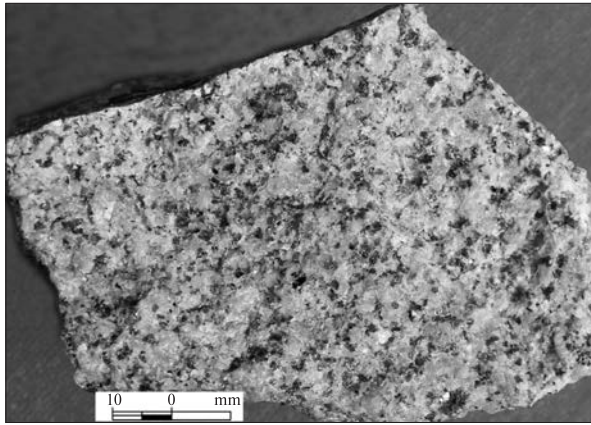


Рис. 2. Лейкократовые порфиридные граниты Январского массива

Fig. 2. Leucocratic porphyritic granites of the Janvar massif

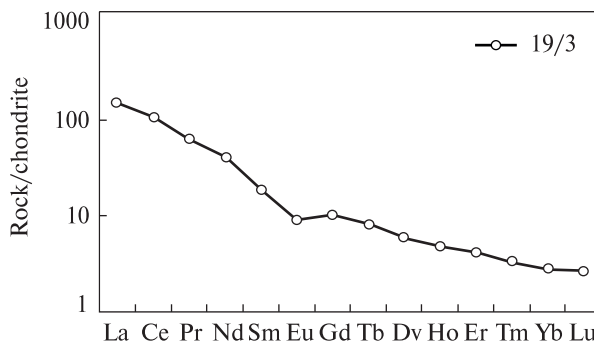


Рис. 3. График распределения РЗЭ для порфиридных гранитов Январского массива. Нормировано на состав хондрита C1 [12]

Fig. 3. REE distribution pattern for porphyritic granites of the Janvar massif. Normalized on chondrite C1 [12]

решетки. Биотит зеленоватого цвета, характеризуется резким плеохроизмом, по нему развивается вторичный хлорит.

Светло-серые порфиридные граниты (пр. 16/5) из жилы мощностью до 0,5 м, прорывающей биотитовые гнейсы. Место отбора — заброшенный карьер размером 50×50 м в устье балки Орлатая, впадающей в р. Волчья — GPS 367, 368, N 47°59'58,9"; E 36°35'00,0" (рис. 1). Жилы порфиридных гранитов ориентированы субсогласно с гнейсовидностью (синкинематические).

Структура гранита порфиридная, обусловленная наличием вкрапленников кварца (до 3×3 мм) и плагиоклаза (до 5×8 мм) в среднезернистой основной массе. Минеральный состав, %: биотит — 5–7, кварц — 30, КПШ — 30, плагиоклаз — 40; циркон, апатит, монацит — ед. зерна. Биотит зеленоватого цвета,

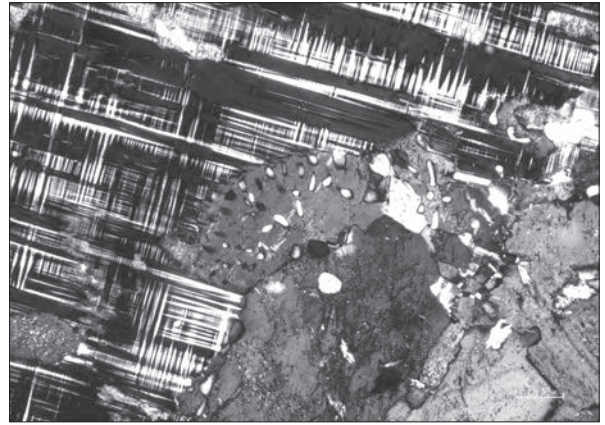


Рис. 4. Шлиф розового порфиридного гранита Январского массива (обр. 98/12) (поляризационный микроскоп ECLIPSE LV100 POL (Nikon). Николы +

Fig. 4. Thin section of pink porphyritic granite of the Janvar massif (smp. 98/12) (polarization microscope ECLIPSE LV100 POL (Nikon). Nicoli +

характеризуется резким плеохроизмом. В плагиоклазе наблюдаются тонкие полисинтетические двойники, иногда — мирмекитовые вроски кварца. Также установлено, что плагиоклаз замещается пелитом, а в КПШ присутствуют микроклиновые решетки.

Химический состав, %: SiO₂ — 72,86; TiO₂ — 0,23; Al₂O₃ — 13,95; Fe₂O₃ — 0,13; FeO — 1,71; MnO — 0,02; MgO — 0,70; CaO — 0,98; Na₂O — 3,33; K₂O — 4,35; S_{общ} — 0,08; P₂O₅ — 0,06; H₂O⁻ — 0,30; п. п. п. — 0,87; сумма — 99,57. Таким образом, исследуемые породы соответствуют семейству гранитов нормального ряда калиево-натриевой серии [7].

Минералогическая характеристика акцессорного монацита из гранитоидов Январского массива и результаты геохронологических исследований. В розовом порфиридном граните (пр. 19/3) присутствуют три типа кристаллов монацита: 1 — светло-желтые прозрачные изометричные (преимущественно) и пышковидные зерна с блестящей гладкой поверхностью и округленными контурами (этот тип кристаллов монацита присутствует в резко подчиненном количестве); 2 — желтые полупрозрачные и изометричные пышковидные зерна с заокругленными контурами, на некоторых отмечаются отдельные ребра и грани, составляют 15–20 % монофракции монацита; 3 — желтовато-бурые не прозрачные (преобладают, до 80 %), преимущественно пышковидные зерна с деформированными контурами из-за многочисленных ямок-отпечатков зерен смежных минералов.

Таблица 3. Содержание урана, свинца и изотопный состав свинца в монацитах из гранитоидов Январского массива
Table 3. Uranium and lead content, and isotopic composition of lead in monazites from granitoids of Janvar massif

Фракции монацита	Содержание, ppm		Изотопные отношения					Возраст, млн лет			Дискорд., %
	U	Pb	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{207}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{208}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}_r}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}_r}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}_r}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}_r}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	
<i>Проба 19/3</i>											
1	3436	6717	3890	7,6834	0,21635	0,39035	6,8288	2124	2089	2055,2	-3,4
2 а	3105	7465	6960	7,7869	0,19378	0,43977	7,6794	2350	2194	2052,0	-14,5
2 б	3125	6847	8990	7,7863	0,18657	0,38859	6,8091	2116	2087	2058,3	-2,8
2 в	2931	6459	11580	7,8180	0,18686	0,39150	6,8499	2130	2092	2055,4	-3,6
3 а	3161	6729	4110	7,6852	0,19376	0,38861	6,8066	2116	2087	2057,3	-2,9
3 б	3128	7317	3190	7,6295	0,17254	0,38741	6,7868	2111	2084	2057,6	-2,6
3 в	3168	7129	4215	7,6953	0,18044	0,38745	6,7815	2111	2083	2056,0	-2,7
3 г	3189	7236	4940	7,7166	0,17889	0,38803	6,7969	2114	2085	2057,5	-2,7
<i>Проба 16/5</i>											
1	3338	8858	1285	7,2966	0,14972	0,38658	6,7637	2107	2081	2055,4	-2,5
<i>Проба 98/12</i>											
1 а	2510	6076	346,2	6,0547	0,17528	0,38836	6,8074	2115	2087	2058,6	-2,7
1 б	2608	5978	316,6	5,9266	0,19110	0,39300	6,8888	2137	2097	2058,7	-3,8
2	3001	5970	2710	7,5861	0,21164	0,38944	6,8232	2120	2089	2057,9	-3,0

Примечание. Поправка на обыкновенный свинец введена по Стейси и Крамерсу [11] на возраст 2060 млн лет (для проб 19/3, 16/5, 98/12). $^{206}\text{Pb}_r$ — изотоп ^{206}Pb радиогенный. **Пр. 19/3:** 1 — светло-желтые прозрачные изометричные (преимущественно) кристаллы и пышковидные зерна с блестящей гладкой поверхностью и округленными контурами; после обработки слабым раствором HCl остаются без изменений; 2 — желтые полупрозрачные и изометричные пышковидные зерна с заокругленными контурами; после обработки слабым раствором HCl на отдельных зернах появились белые корочки; 3 — желтовато-бурые непрозрачные, преимущественно пышковидные зерна с деформированными контурами; после обработки слабым раствором HCl значительная часть поверхности зерен покрылась белыми корочками, а отдельные зерна стали полностью белыми; а–г — размерные фракции, полученные скатыванием зерен по наклонной поверхности. Возраст по верхнему пересечению конкордии дискордией, рассчитанной по данным, приведенным в табл. 3, составляет $2059 \pm 2,7$ млн лет, нижнее — 152 ± 192 млн лет, СКВО = 0,73. Средневзвешенное значение возраста по изотопному отношению $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ составляет $2056,8 \pm 0,8$ млн лет. **Пр. 16/5:** светло-розовые и зеленовато-желтые прозрачные и полупрозрачные пышковидные зерна с округленными контурами. **Пр. 98/12:** 1 — красновато-бурые непрозрачные кристаллы; а, б — размерные фракции, полученные скатыванием зерен по наклонной поверхности; 2 — светло-желтые с зеленоватым оттенком до зеленовато-желтых, прозрачные зерна. Возраст по верхнему пересечению конкордии дискордией, рассчитанной по данным, приведенным в табл. 3, составляет 2057 ± 12 млн лет, нижнее — 98 ± 548 млн лет, СКВО = 0,27. Средневзвешенное значение возраста по изотопному отношению $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ составляет $2058,3 \pm 1,2$ млн лет.

Note. Correction on common lead is made according to Stacey and Kramers [11] for the age of 2060 Ma (smp. 19/3, 16/5, 98/12). $^{206}\text{Pb}_r$ — isotope ^{206}Pb radiogenic. **Smp. 19/3:** 1 — light yellow transparent isometric (mainly) crystals and puffy grains with a shiny smooth surface and rounded contours; after treatment with a weak solution of HCl — grains remain unaltered; 2 — yellow translucent and isometric puff-shaped grains with rounded contours. After treatment with a weak solution of HCl — white crusts appear on single grains; 3 — yellowish-brown non-transparent, mainly puffy grains with deformed contours. After treatment with a weak solution of HCl — significant part of the grain surface became covered with white crusts and single grains became completely white; а–г — size fractions selected by grains rolling down inclined surface. The age obtained on the upper intersection of concordia with discordia, and calculated on data presented in Table 3, is 2059 ± 2.7 Ma. The lower intersection indicates 152 ± 192 Ma with SKWO = 0.73. The weighted average age value calculated on $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ isotope ratio is 2056.8 ± 0.8 Ma. **Smp. 16/5:** light pink and greenish-yellow transparent and translucent puffy grains with rounded contours. **Smp. 98/12:** 1 — reddish-brown non-transparent crystals; а, б — size fractions selected by grains rolling down an inclined surface; 2 — light yellow grains with greenish tint to greenish-yellow, transparent grains. The age of the upper intersection of concordia with discordia, and calculated on data presented in Table 3, is 2057 ± 12 Ma. The lower intersection indicated 98 ± 548 Ma with SKWO = 0.27. The weighted average age value calculated on the $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ isotope ratio is 2058.3 ± 1.2 Ma.

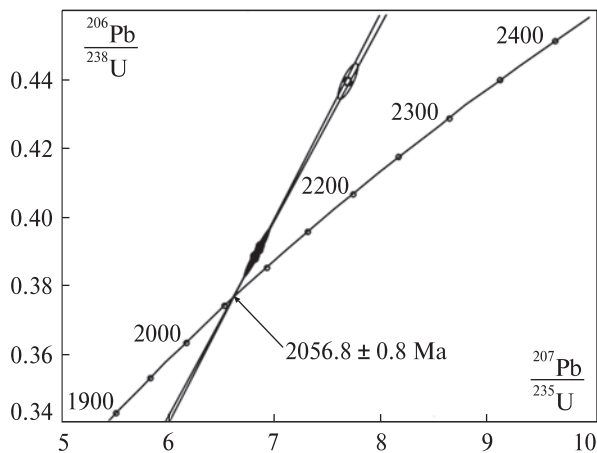


Рис. 5. Уран-свинцовая диаграмма с конкордией для монацитов из розового порфирированного гранита Январского массива, пр. 19/3

Fig. 5. Uranium-lead diagram with concordia for monazite from pink porphyritic granite of the Janvar massif, smp. 19/3

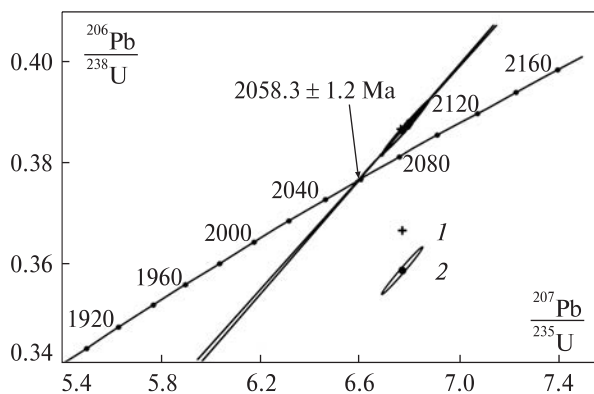


Рис. 6. Уран-свинцовая диаграмма с конкордией для монацитов из гранитоидов Январского массива: 1 — гранита светло-серого порфирированного (пр. 16/5), 2 — гранита розового порфирированного (пр. 98/12). Возраст $2058,3 \pm 1,2$ млн лет получен для трех мультитерновых навесок монацита из гранита, пр. 98/12

Fig. 6. Uranium-lead diagram with concordia for monazites from granites of the Janvar massif: 1 — light gray porphyritic granite (smp. 16/5), 2 — pink porphyritic granite (smp. 98/12). Age $2058,3 \pm 1,2$ Ma, obtained for three multigrain weighed portions of monazite from granite (smp. 98/12)

Для определения возраста под бинокляром были отобраны все три минералогических типа зерен, при этом кристаллы второго и третьего типов были разделены на размерные фракции путем скатывания по наклонной поверхности. Результаты определения содержания урана, свинца и изотопного состава свинца в разных мультитерновых навесках монацита приведены в табл. 3. Возраст по верхнему пересечению

конкордии дискордией, рассчитанный по данным табл. 3, составляет $2059 \pm 2,7$ млн лет, а по нижнему пересечению — 152 ± 192 млн лет, СКВО = 0,73 (рис. 5). Средневзвешенное значение возраста по изотопному отношению $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ составляет $2056,8 \pm 0,8$ млн лет, которое, учитывая небольшую дискордантность (меньше 3 % в пяти навесках из восьми), по нашему мнению, характеризует время внедрения гранитного расплава и становления гранита.

Монациты из жилы *светло-серого порфирированного гранита* (пр. 16/5) представлены преимущественно светло- и зеленовато-желтыми (единичные кристаллы) прозрачными и полупрозрачными пышковидными и дисковидными зернами с округленными контурами. Из граней чаще всего отмечаются грани пинакоида в дисковидных зернах. Поверхность зерен округленная, шагреновая, достаточно часто зерна частично, реже полностью, покрыты рыжими корочками. Для определения возраста под бинокляром была отобрана одна мультитерновая навеска светло- и зеленовато-желтых кристаллов без рыжих корочек. Результаты определения содержания урана, свинца и изотопного состава свинца по этой мультитерновой навеске приведены в табл. 3. Учитывая незначительную дискордантность (2,5 %, см. табл. 3, пр. 16/5) монацит и, следовательно, вмещающий его гранит, кристаллизовался практически одновременно с описанным выше гранитом (пр. 19/3) — 2055 млн лет назад.

Среди кристаллов монацита розового порфирированного гранита (пр. 98/12) присутствуют две минералогические разновидности:

1 — красновато-бурые (резко преобладают) непрозрачные пышковидные и дисковидные кристаллы со слабо округленными контурами. На многих кристаллах присутствуют отдельные грани и даже ребра. Поверхность мелкоямчатая до шагреновой;

2 — светло-желтые с зеленоватым оттенком до зеленовато-желтых (в монофракции монацита присутствуют в единичных зернах), прозрачные пышко- и дисковидные зерна со слабо округленными контурами. На большинстве кристаллов присутствуют отдельные элементы (ребра, грани) огранки. Поверхность кристаллов преимущественно шагреновая, у незначительного количества зерен поверхность гладкая блестящая.

Возраст гранита определяли по двум размерным мультитерновым навескам кристаллов

монацита первой разновидности и одной навеске — второй. Результаты определения содержания урана, свинца и изотопного состава свинца по этим мультизерновым навескам приведены в табл. 3 (пр. 98/12).

Возраст, полученный по верхнему пересечению конкордии дискордией, рассчитанной по данным табл. 3, составляет 2057 ± 12 млн лет, по нижнему — 98 ± 548 млн лет, СКВО = 0,27 (рис. 6). Средневзвешенное значение возраста по изотопному отношению $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ составляет $2058,3 \pm 1,2$ млн лет, который мы и принимаем за время кристаллизации монацита и внедрения гранита.

Выводы и обсуждение результатов. U-Pb изотопный возраст по монациту порфировидных гранитоидов Январского массива составляет 2,06 млрд лет. Согласно геохимическим данным, они имеют коровый генезис и выплавились, вероятно, из архейских ТТГ. Геологическое строение Январского массива, а также возрастные взаимоотношения гранитоидов с метаосадочными породами Шевченковской и Федоровской структур изучали многие исследователи, считавшие, что Федоровская и Шевченковская грабен-синклинали являются палеопротерозойскими наложенными структурами. Слабо метаморфизованные осадочно-

вулканогенные породы, слагающие эти структуры, залегают со структурным и стратиграфическим несогласием на породах западно- и центральноприазовской серий. Они прорваны многочисленными секущими жилами пегматитов микроклинового, микроклин-плагноклазового и сподумен-альбитового состава, приуроченными к тектоническим зонам, пересекающим эти структуры. Согласно данным [2], U-Pb изотопный возраст кластогенного циркона из метатерригенных пород Федоровской структуры от 2,7 до 3,6 млрд лет, при преобладающем вкладе кластогенного циркона возрастом от 2,7 до 3,1 млрд лет. Таким образом, в области сноса метатерригенных пород Федоровской структуры преобладали мезо- и неоархейские породы. Гранитоиды Январского массива по изотопному возрасту (2,06 млрд лет), петрографическим и петрохимическим характеристикам сопоставимы с гранитоидами анадольского комплекса. Их образование связано с этапом коллизии Сарматского и Волго-Уральского микроконтинентов.

Приазовский мегаблок, как и Днестровско-Бугский (Среднее Побужье), являются блоками архейского (палеоархейского) заложения, консолидация которых завершилась в палеопротерозое.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бартницкий Е.Н., Бибилова Е.В., Верхогляд В.М., Легкова Г.В., Скобелев В.М., Терез Г.Я. ИГМР-1. Международный стандарт циркона для уран-свинцовых изотопных исследований. *Геохимия и рудообразование*. 1995. № 21. С. 164—167.
2. Бибилова Е.В., Клаэссен С., Федотова А.А., Артеменко Г.В., Ильинский Л. Терригенный циркон архейских зеленокаменных поясов — источник информации о ранней коре Земли: Приазовье и Приднепровье, Украинский щит. *Геохимия*. 2010. № 9. С. 899—916.
3. Геохронологическая шкала докембрия Украинского щита / Н.П. Щербак, Г.В. Артеменко, Е.Н. Бартницкий, В.М. Верхогляд, А.А. Комаристый, И.М. Лесная, Н.Ю. Мицкевич, А.Н. Пономаренко, В.М. Скобелев, Д.Н. Щербак. Киев: Наук. думка, 1989. 144 с.
4. Державна геологічна карта України. Аркуші L-36-VI (Запоріжжя), L-37-I (Пологи). Центральноукраїнська серія. Поясн. зап. 1 : 200000 / А.А. Петренко, В.О. Шпильчак, А.І. Некряч. Київ: Держ. комітет природ. ресурсів України, КП Південукргеологія, 2004. 145 с.
5. Саков Л.В. Поля гранітних пегматитів Західного Приазов'я. Київ: УкрДГРІ, 2007. 134 с.
6. Саков Л.В., Паранько І.С., Бобров О.Б., Шпильчак В.О., Липчук Л.В., Єлькіна І.Б., Шурко М.М. До питання виділення в межах Західноприазовського геоблока январського гранітного комплексу як складового елементу еволюції зеленокам'яних структур Західного Приазов'я. *Зб. наук. праць УкрДГРІ*. 2012. № 3. С. 11—26.
7. Магматические горные породы. Классификация, номенклатура, петрография / Гл. ред. О.А. Богатиков. М.: Наука, 1983. Т. 1, ч. 2. С. 366—767.
8. Krough T.E. A low contamination method for hydrothermal decomposition of zircon and extraction of U and Pb for isotopic age determination. *Geochim. et cosmochim. acta*. 1973. 37, № 3. P. 485—494.
9. Ludwig K.R. ISOPLOT for MS-DOS. A Plotting and Regression Program for Radiogenic-Isotope data. Berkeley Geochronology Center: revision of *U.S. Geological Survey Open-File Report*. 1991. 88-557. 39 p.
10. Ludwig K.R. PBDAT Computer Program for Processing Pb-U-Th Isotope Data. Version 1.24. Berkeley Geochronology Center: revision of *U.S. Geological Survey Open-File Report*. 1993. 88-542. 33 p.
11. Stacey J.S., Kramers J.D. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model. *Earth Planet. Sci. Lett.* 1975. 26. P. 207—221.

12. Sun S.S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. Magmatism in the Ocean Basins. *Geological Society. Spec. Publ.* 1989. № 42. P. 313–345.

Поступила 17.09.2019

REFERENCES

1. Bartnitskiy, E.N., Bibikova, E.V., Verkhoglyad, V.M., Legkova, G.V., Skobelev, V.M. and Terets, G.Ya. (1995), *Geohimiya i rudobrazovanie*, No. 21, Kyiv, UA, pp. 164-167 [in Russian].
2. Bibikova, E.V., Claesson, S., Fedotova, A.A., Artemenko, G.V. and Il'inskii, L. (2010), *Geochemistry*, No. 9, Moscow, RU, pp. 899-916 [in Russian].
3. Shcherbak, N.P., Artemenko, G.V., Bartnitskiy, E.N., Verkhoglyad, V.M., Komaristyy, A.A., Lesnaya, I.M., Mitskevich, N.Yu., Ponomarenko, A.N., Skobelev, V.M. and Shcherbak, D.N. (1989), *Geochronological Scale of Precambrian Shield of Ukrainian*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 144 p. [in Russian].
4. Petrenko, A.A., Shpylchak, V.O. and Nekriach, A.I. (2004), *Derzhavna heolohichna karta Ukrainy, arkushi L-36-VI (Zaporizhzhia), L-37-I (Polohy), Tsentralnoukrainska seriia, 1:200000, Poiasniuvalna zapyska*, Derzhavnyi komitet pryrodnykh resursiv Ukrainy, Kazenne pidpriemstvo Pivdenukrheolohiia, Kyiv, UA, 145 p. [in Ukrainian].
5. Isakov, L.V. (2007), *Polia hranitnykh pehmatyiv Zakhidnoho Pryazovia*, UkrDHRI press, Kyiv, UA, 134 p. [in Ukrainian].
6. Isakov, L.V., Paranko, I.S., Bobrov, O.B., Shpylchak, V.O., Lypchuk, L.V., Yelkina, I.B. and Shurko, M.M. (2012), *Zb. nauk. prats UkrDHRI*, No. 3, pp. 11-26 [in Ukrainian].
7. Bogatkov, O.A. (ed.) (1983), *Magmaticheskie gornye porody. Klassifikatsiya, nomenklatura, petrografiya*, Vol. 1, Ch. 2, Nauka, Moscow, RU, pp. 366-767 [in Russian].
8. Krough, T.E. (1973), *Geochim. et cosmochim. acta*, Vol. 37, No. 3, pp. 485-494.
9. Ludwig, K.R. (1991), ISOPLOT for MS-DOS. A Plotting and Regression Program for Radiogenic-Isotope data. Berkeley Geochronology Center: revision of *U.S. Geological Survey Open-File Report*, 88-557, 39 p.
10. Ludwig, K.R. (1993), PBDAT Computer Program for Processing Pb-U-Th Isotope Data. Version 1.24. Berkeley Geochronology Center: revision of *U.S. Geological Survey Open-File Report*, 88-542, 33 p.
11. Stacey, J.S. and Kramers, I.D. (1975), *Earth and Planet. Sci. Lett.*, Vol. 26, pp. 207-221.
12. Sun, S.S. and McDonough, W.F. (1989), Magmatism in the Ocean Basins, *Geological Society. Spec. Publ.*, No. 42, pp. 313-345.

Received 17.09.2019

Л.М. Степанюк ¹, Г.В. Артеменко ¹, Б.В. Бородиня ²

¹ Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення
ім. М.П. Семененка НАН України
03142, м. Київ, Україна, пр-т Акад. Палладіна, 34
E-mail: regulgeo@gmail.com

² Казенне підприємство "Південукргеологія"
49005, м. Дніпро, Україна, вул. Чернишевського, 11
E-mail: boris.priazov@gmail.com

ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСЬКИЙ ВІК ПОРФІРОПОДІБНИХ ГРАНІТІВ ЯНВАРСЬКОГО МАСИВУ ВОВЧАНСЬКОГО БЛОКУ (ПРИАЗОВ'Я)

Вовчанський блок — антиклінальне підняття у північно-західній частині Приазовського мегаблоку Українського щита. Характерною особливістю його є велика кількість розривних порушень, що поділяють його на численні блокові структури, в яких спостерігаються лінійні складки вищих порядків. Головне значення в тектонічній будові району має система розломів північно-західного простягання, з якими пов'язані горсто- і грабеноподібні структури. Горстоподібні ("купольні") структури складені архейськими гнейсами західноприазовської серії і плагіогранітоїдами ремівського комплексу, а грабеноподібні — метаосадовими породами Вовчанської товщі. У північному і східному обрамленні Вовчанського антиклінорію, за геофізичними даними, було виділено Шевченківську, Федорівську, Іванівську і Вовчанську синклінальні структури, які розглядаються як північно-західне продовження Центральноприазовської синклінальної структури. Вони складені слабо метаморфізованими осадовими породами, що незгідно залягають на високометаморфізованих породах західноприазовської серії і вовчанської товщі. Ці метаосадки прориваються калій-натрієвими гранітоїдами, що складають невеликі гранітні масиви, приурочені до розломів. Були виконані геохронологічні дослідження порфіроподібних гранітів Январського масиву, розташованого на захід від Шевченківської та Федорівської синклінальних структур. Визначено, що U-Pb ізотопний вік за монацитом порфіроподібних гранітоїдів Январського масиву становить 2,06 млрд рр. За геохімічними даними, вони мають коровий генезис і виплавилися, ймовірно, з архейських тоналіт-трондьєміт-гранодіоритових комплексів. Гранітоїди Январського масиву за ізотопним віком, петрографічними та петрохімічними характеристиками зіставлені з гранітоїдами анadolьського комплексу. Їхнє утворення пов'язано, ймовірно, з колізією Сарматського і Волго-Уральського мікроконтинентів.

Ключові слова: Январський масив, Вовчанський блок, Приазовський мегаблок, Український щит, порфіроподібний граніт, монацит, U-Pb вік, колізія, анadolьський комплекс.

*L.M. Stepanyuk*¹, *G.V. Artemenko*¹, *B.V. Borodynya*²

¹ M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy
and Ore Formation of the NAS of Ukraine
34, Acad. Palladin Ave., Kyiv, Ukraine, 03142
E-mail: regulgeo@gmail.com

² Kazenne Pidpryemstvo "Pivdenukrgeologiya"
11, Chernyshevsky Str., Dnipro, Ukraine, 49005
E-mail: boris.priazov@gmail.com

PALEOPROTEROZOIC AGE OF PORPHYRY GRANITES OF THE JANVAR MASSIF OF THE VOLCHANSKIY BLOCK (AZOV MEGABLOCK)

Volchansk block is an anticlinal uplift situated in the north-western part of the Azov megablock of the Ukrainian Shield. Characteristic feature of the megablock is the presence of a large number of faults that subdivide it into numerous block structures where linear folds of higher ranks are observed. Of primary importance in the tectonic structure of the region is the system of faults of north-western strike. Horst and graben-like structures are associated with them. The horst-like ("dome") structures are composed of Archean gneisses of the West Azov series and granitoids of the Remiv complex, with graben-like being composed of metasedimentary rocks of the Volchansk thickness. According to geophysical data, the Shevchenko, Fedorivka, Ivanivka and Volchansk synclinal structures were identified in the northern and eastern frames of the Volchansk anticlinorium, which are considered to be the northwest continuation of the Central Azov synclinal structures. They are composed of low metamorphosed sedimentary rocks, which occur unconformable on the highly metamorphosed rocks of the West Azov series and the Volchansk thickness. These metasedimentary rocks are intruded by granitoids of potassium-sodium composition, that form small granite massifs associated with faults. Geochronological studies of porphyritic granites of the January massif, which is located to the west of the Shevchenko and Fedoriv synclinal structures, are made. It has been established that the U-Pb isotopic age of the Janvar porphyry granitoids of the Janvar massif is 2.06 Ga. According to geochemical data, they have crustal origin and are probably produced by melting from Archean tonalite-trondhjemite-granodiorite (TTG) complex. The granitoids of the Janvar massif are comparable, by isotopic age, petrographic and petrochemical characteristics, with the granitoids of the Anadol complex. Their formation is probably associated with the collision phase of the Sarmatian and Volga-Ural microcontinents.

Keywords: Janvar massif, Volchanskiy block, Azov megablock, Ukrainian Shield, porphyritic granite, monazite, U-Pb age, collision, Anadol complex.