

## SUMMARY

The most essential titanium-bearing intrusions of gabbro with which the most perspective deposits of titanium in Ukraine are associated, become localized on Korosten' pluton. On the basis of geologic-geochemical, geophysical and other data we create geologic-genetic model of intrusion, which represents the inflow of a few portions of magma in a chamber. Within the limits of each of packs 3-4 horizons were selected. The clear stratification of massif is direct consequence of complicated combinations of convective streams, gravitation segregation and difference of thermodynamics

conditions of crystallization. The ascertained mechanism allow to select the most productive horizons (areas of ore-concentration) for the complex development.

*Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ*

*Державна геологічна експертиза проектів та кошторисів, м. Київ*

*e-mail: geos@geolog.kiev.ua;  
remezova@geolog.kiev.ua*

УДК 550.93

Т.И. ДОВБУШ, Л.М. СТЕПАНЮК, Е.Е. ШЕСТОПАЛОВА

## КРИСТАЛЛОГЕНЕЗИС И ВОЗРАСТ ЦИРКОНА ИЗ ГАББРОИДОВ КОРСУНЬ-НОВОМИРГОРОДСКОГО ПЛУТОНА (УКРАИНСКИЙ ЦИТ)

*Изучены анатомия кристаллов и состав включений в цирконах из габброидов двух крупных массивов Корсунь-Новомиргородского плутона, на основании чего делается вывод о позднемагматической кристаллизации циркона. Уран-свинцовым изотопным методом по цирконам установлено, что анортозит Новомиргородского массива был сформирован  $1750,2 \pm 0,9$  млн лет назад, а габбро-монзонит Городищенского -  $1752,8 \pm 6,5$ . На основании минералогических исследований циркона и изотопного состава стронция делается вывод о нижнекоровом источнике этих пород.*

## ВВЕДЕНИЕ

Последние два десятилетия геологи уделяют много внимания проблеме образования габбро-анортозит-рапакивигранитных комплексов, что связано с их потенциальной металлоносностью. Значительный вклад в современное понимание природы этой ассоциации был внесен благодаря применению изотопного датирования. Надежные геохронологические данные позволяют выполнять корреляции магматических процессов как на региональном, так и на глобальном уровнях. Достигнутая точность уран-свинцового датирования, с ошибкой порядка 1-2 млн лет (на уровне  $2\sigma$ ), позволяет расшифровать временную последовательность формирования этих комплексов [1], что накладывает определенные ограничения на петрологические модели.

На Украинском щите (УЩ) породами габбро-анортозит-рапакивигранитных комплексов сложены два крупных плутона: Коростенский и Корсунь-Новомиргородский. Геохронология Коростенского плутона изучена [1] сравнительно детально, тогда как для породного комплекса Корсунь-Новомиргородского плутона имеются всего две надежные изотопные даты.

Корсунь-Новомиргородский плутон (площадью больше 5000 км<sup>2</sup>) расположен в северной части Ингульского мегаблока УЩ. Плутон внедрен преимущественно в нижнепротерозойскую толщу глиноземистых гнейсов ингуло-ингулецкой серии, мигматизированную гранитами кировоградского типа, и лишь в южной части контактирует с порфирированными гранитами Новоукраинского массива. Плутон сложен широкой гаммой пород, среди которых наибольшее распространение имеют граниты (75-80 %), при подчиненном развитии основных (10-15 %) и весьма незначительном - щелочных (3-5 %).

Кислые породы - граниты группы рапакиви - обра-

зуют два крупных массива - Корсунь-Шевченковский и Шполянский, разделенные между собой телами пород основного состава. Центральные части массивов слагают обычно крупноовоидные граниты рапакиви, сменяясь к периферии среднеовоидными, а вблизи контакта с основными породами они часто переходят в мелко- и безовоидные разновидности (рапакивиподобные граниты).

Породы основного состава представлены анортозитами, габбро-норитами, габбро, норитами, оливиновыми норитами, значительно меньше распространены троктолиты, пироксениты, перидотиты. Они образуют в составе плутона ряд массивов площадью до 700 км<sup>2</sup> (Новомиргородский, Смелянский, Городищенский, Маловисковский, Междуреченский) и ряд более мелких тел. При этом более половины выходов основных пород приходится на анортозиты и около четверти - на габбро-анортозиты. Ряд исследователей полагает, что все они являются фрагментами некогда единого крупного массива, расчлененного впоследствии внедряющимися гранитоидами на разобщенные тела [2].

Основные породы (анортозиты) характеризуются весьма выдержанным набором породообразующих минералов, среди которых присутствует оливин (ед. зерна - 2 %), моноклинный пироксен (ед. зерна - 3 %), ортопироксен (чаще всего в виде ламелей ферропиконита), плагиоклаз (преобладает от № 45 до 50, редко № 55, иногда № 35-49). Кроме того, в анортозитах практически всех массивов наблюдаются небольшие количества калиевого полевого шпата и кварца, расположенных в интерстициях. Рудные минералы представлены ильменитом, сульфидами. Из аксессуарных минералов наиболее распространен апатит, в меньшем количестве встречается циркон.

Ранее уже предпринимались попытки определения возраста магматических образований массива с по-

мощью датирования цирконов уран-свинцовым методом. Для цирконов из гранита рапакиви получен возраст  $1952 \pm 12$  млн лет [3], а из анортозита Городищенского массива. -  $1721 \pm 23$  млн лет [4, 5]. Требуется уточнения возраст циркона из монцонита, рассчитанный по отношению  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $1756 \pm 14$  млн лет [4, 5], так же как и весьма древний возраст, полученный для цирконов из аплит-пегматоидного гранита -  $1842 \pm 85$  млн лет [4, 5].

Нами уран-свинцовым изотопным методом датированы цирконы из габброидов Новомиргородского и Городищенского массивов.

### МЕТОДИКА ИЗОТОПНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Предварительное минералогическое изучение циркона и отбор кристаллов на анализ выполнены с использованием бинокулярного микроскопа. Для изучения анатомии кристаллов циркона и состава включений цирконы были имплантированы в эпоксидную смолу и после ее отвердевания сошлифованы и приполированы приблизительно на половину своей толщины с помощью абразивных паст. Приготовленные препараты последовательно были изучены методами оптической (МБС-9) и электронной (РЕМ-БИ) микроскопии. Состав включений определялся рентгеноспектральным микрозондовым анализом с помощью растрового электронного микроскопа РЕМ-БИ, с энергодисперсионным спектрометром.

Химическая подготовка проб для масс-спектрометрического анализа детально описана в монографии Н.П. Щербака и др. [3]. Изотопный состав урана и свинца для определения содержания урана, свинца, а также изотопного состава природного свинца выполнен на 8-коллекторном масс-спектрометре МИ-1001А в лаборатории прецизионных аналитических исследований УкрГГРИ. В качестве стандарта использован циркон ИГМР-1 [6]. Концентрации урана и свинца, а также изотопные отношения рассчитывались с использованием программы PD DATE [7]. Расчет уравнения линии регрессии и цифровых значений возрастов выполнен с помощью программы ISOPLOT [8].

### МИНЕРАЛОГИЯ ЦИРКОНА

Циркон в обеих пробах габброидов наблюдается в виде хорошо ограненных призматических, реже длиннопризматических, слегка уплощенных прозрачных кристаллов. Цирконы в основном светлорозовые, изредка встречаются кристаллы коричнево-розового и розово-коричневого цвета. Довольно много совершенно бесцветных кристаллов, а также кристаллов, имеющих слабые оттенки в зеленоватых тонах. Некоторые кристаллы имеют слабо оранжевые и буроватые тона, вероятно, за счет вторичного окрашивания оксидами железа. Грани кристаллов часто неровные, с разнообразными срастаниями с породообразующими минералами. Кроме срастаний, в середине кристаллов циркона наблюдается достаточно много включений минералов и их разнообразных сочетаний.

Микрозондовыми исследованиями состава включений в цирконах установлено несколько их типов, среди которых отмечаются как полиминеральные (преобладают), так и мономинеральные.

Первый тип включений по своему облику напоминает капли жидкости (расплава?), состоящие из нескольких фаз. Их структура пятнистая, потеко-, жиллообразная. Края отдельных фаз расплывчатые. Такие включения состоят из пироксена и кварца, иногда с калиевым полевым шпатом, плагиоклазом, редко с карбонатом.

Второй тип включений имеет округло-угловатые формы и резкие, четкие границы между минеральными фазами. Они состоят из кварца, ортопироксена, калиевого полевого шпата, реже отмечается плагиоклаз. В ортопироксенах таких включений хорошо различимы ламели клинопироксена.

Третий тип включений представляет "каналы" различной величины и формы, заполненные кварцем и калиевым полевым шпатом либо одним из этих минералов.

Четвертый тип включений представлен отдельными субидиоморфными зернами минералов. Среди таких включений встречаются ортопироксен, апатит и игловидные зерна ильменита.

Таким образом, состав включений и, прежде всего, наличие включений, представленный кварцем, позволяет с достаточной уверенностью предполагать позднемагматическую кристаллизацию циркона.

В отдельных кристаллах под оптическим поляризационным микроскопом отмечаются реликтовые ядра более раннего циркона, характеризующиеся весьма низкими интерференционными окрасками. Отметим, что эти ядра под электронным микроскопом (режим BSE) практически не отличаются от позднемагматического циркона анортозитов, представленных в таких кристаллах оболочками.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Аналитические результаты уран-свинцового изотопного датирования приведены в табл. и на рис. 1, 2. Ошибки изохронного возраста приведены при 95 %-й доверительной вероятности ( $2\sigma$ ).

Возраст циркона анортозитов Новомиргородского массива, по результатам уран-свинцового изотопного датирования (табл.), составляет  $1750,2 \pm 0,9$  млн лет (рис. 1) и габбро-монцонита Городищенского

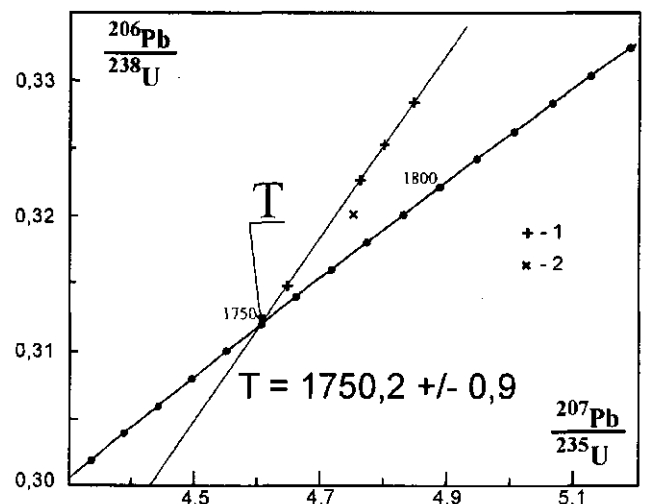


Рис. 1. U-Pb диаграмма с конкордией для цирконов из анортозита Новомиргородского массива. 1, 2 - фигуративные точки свинец-урановых отношений цирконов: 1 - без реликтовых ядер, 2 - с реликтовыми ядрами, при расчете изохроны не учитывались

<sup>1</sup> Здесь и далее ошибки определения возраста приведены с доверительной вероятностью 95 % ( $2\sigma$ )

**Содержание урана, свинца и изотопный состав свинца в цирконах из габброидов Корсунь-Новомиргородского плутона**

Характеристика циркона	Содержание, ppm		Изотопные отношения					Возраст, млн лет		
	U	Pb	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{208}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$
<i>Проба КН-1, анортозит, Новомиргородский массив</i>										
Белый	705,4	312,0	365	6,9262	2,8562	0,32830	4,8454	1830	1793	1749,7
Светло-розовый, прозрачный	264,5	145,7	131	4,7371	1,9506	0,32508	4,7995	1814	1785	1750,3
Розовый, не прозрачный*	231,1	94,22	677	7,8260	3,1606	0,32004	4,7509	1790	1776	1760,2
Светло-коричневый	695,4	266,5	4000	9,0547	3,7812	0,32247	4,7589	1802	1778	1749,5
Светло-розовый, прозрачный	346,4	129,7	3250	8,9872	3,7779	0,31454	4,6437	1763	1757	1750,2
<i>Проба КН-14-6, габбро-монцит, Городищенский массив</i>										
Светло-розовый, прозрачный, короткопризматический*	151,8	57,97	2580	8,5135	4,2918	0,32674	5,0550	1822	1829	1835,5
Светло-розовый, прозрачный, призматический	142,7	53,43	5480	9,1166	4,7459	0,32871	4,8586	1832	1795	1752,4
Светло-розовый, прозрачный, призматический	186,3	66,45	4750	9,0769	4,6477	0,31171	4,6116	1749	1751	1754,1
Светло-розовый, призматический с включениями	104,8	43,85	440	7,2448	3,6777	0,33220	4,9036	1849	1803	1749,9
Светло-розовый, прозрачный, призматический	149,2	62,17	3380	8,9823	4,4693	0,36120	5,3436	1988	1876	1754,0

Примечание. \* — фракции циркона, в которых наблюдались реликтовые ядра, для расчета изохроны не использовались.

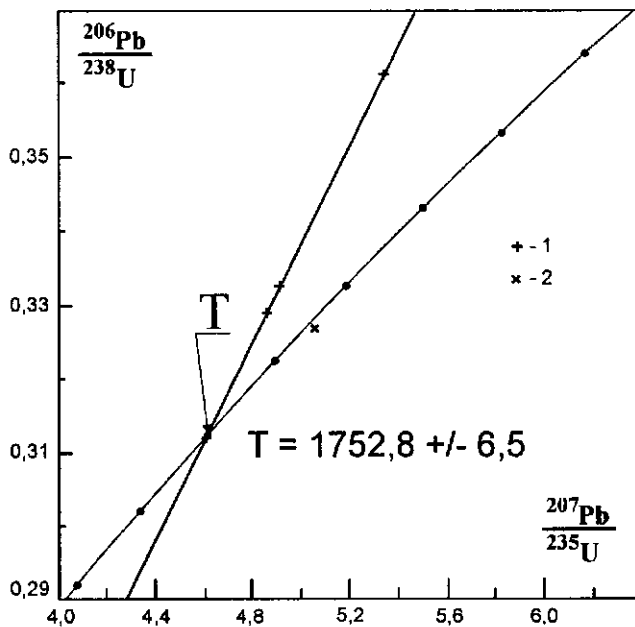


Рис. 2. U-Pb діаграма з конкордією для цирконів із габбро-монзоніта Городищенського масива, 1, 2 - фігуративні точки свинець-уранових відношень цирконів: 1 - без реліктових ядер, 2 - з реліктовими ядрами, при розрахунок ізохрон не ухвалювалися

масива -  $1752,8 \pm 6,5$  (рис. 2).

Для в'яснення джерела первинних магматических расплавів, за рахунок яких були сформовані основні породи плутона, нами вивчено ізотопний склад стронція в апатиті із габбро-монзоніта (Городищенський масив) - первинне відношення  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,7069$ , що поряд з наявністю реліктов домагматического циркону свідчить про корове, ймовірно всього нижнекорове, джерело вивчених основних порід.

Таким чином, габброїди Новомиргородського і Городищенського масивів сформувалися 1750-1753 млн років тому, що добре збігається з часом виведення гранітів рапаківи [3]. Наявність реліктових ядер в цирконах і ізотопний склад стронція дають підставу для висновку про нижнекорове джерело порід Корсунь-Новомиргородського плутона.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Верхогляд В.М.* Возрастные этапы магматизма Коростенского плутона // *Геохимия и рудообразование*. - 1995. - № 21. - С. 34-47.
2. *Петрология, геохимия и рудоносность интрузивных гранитоидов Украинского щита / К.Е. Есипчук, Е.М. Шеремет, О.В. Зинченко и др.* - Киев: Наук. думка, 1990. - 236 с.

3. *Геохронологическая шкала докембрия Украинского щита / Н.П. Щербак, Г.В. Артеменко, Е.Н. Бартницкий и др.* - Киев: Наук. думка, 1989. - 144 с.

4. *Щербак Д.Н., Пономаренко А.Н., Макаренко И.Д.* Геохронология гранитоидов Ингуло-Ингулецкого мегаблока Украинского щита // *Геохимия и рудообразование*. - 1995. - № 21. - С. 74-96.

5. *Щербак Н.П., Бартницкий Е.Н.* Реперные изотопные даты геологических процессов и стратиграфическая схема докембрия Украинского щита // Там же. - С. 3-24.

6. *Бартницкий Е.Н., Бибикина Е.Н., Верхогляд В.М. и др.* ИГМР-1 - Международный стандарт циркона для уран-свинцовых исследований // Там же. - С. 164-167.

7. *Ludwig K.R.* Pb Dat for MS-DOS, version 1.06 // U.S. Geol. Surv. Open-File Rept. - 1989. - 542, № 88. - P. 40.

8. *Ludwig K.R.* ISOPLOT for MS-DOS, version 2.0 // *Ibid.* - 1990. - 557, № 88. - P. 38.

#### РЕЗЮМЕ

Вивчено анатомію кристалів і склад включень в цирконах з габроїдів двох великих масивів Корсунь-Новомиргородського плутона, на підставі чого дійшли висновку про пізньомігматичну кристалізацію циркону. Уран-свинцевим ізотопним методом за цирконами встановлено, що анортозит Новомиргородського масиву був сформований  $1750,2 \pm 0,9$  млн років тому, а габбро-монзоніт Городищенського -  $1752,8 \pm 6,5$ . На підставі мінералогічних досліджень циркону й ізотопного складу стронцію дійшли висновку про нижнекорове походження цих порід.

#### SUMMARY

The structure of zircon crystals and composition of inclusions in them from gabbroids of two large massifs in Korsun-Novomyrghorod have been studied. Based on these data authors concluded about late magmatic crystallization of this zircon. It was established by the U-Pb method that anortozite of Novomyrghorod pluton have been formed of  $1750.2 \pm 0.9$  Ma, and Gorodishensk gabbro-monzonite of  $1752.8 \pm 6.5$  Ma. Based on mineralogical investigation of zircon and isotope composition of Sr authors make a conclusion about low Earth's crust origin of these rocks.

*Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н.П. Семененко НАН Украины, г. Киев*

*Український державний геологорозвідочний інститут (УкрГГРИ), г. Київ  
e-mail: Lennik2008@ukr.net*