

УДК 552:550.42

ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСКИЕ ВУЛКАНИТЫ ТИМСКОЙ СВИТЫ КУРСКОГО БЛОКА САРМАТИИ: ВОЗРАСТ И ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА

© 2020 г. С. В. Цыбуляев^{1,*}, К. А. Савко^{1,2,**},
член-корреспондент РАН А. В. Самсонов³, Е. Х. Кориш¹

Поступило 16.07.2020 г.

После доработки 02.09.2020 г.

Принято к публикации 05.09.2020 г.

В пределах Курского блока Сарматии вулканогенно-осадочные породы тимской свиты залегают в палеопротерозойских синформах. Вулканиды тимской свиты представлены метаморфизованными ферропикритами, ферропикробазальтами, базальтами и андезибазальтами. По результатам датирования цирконов их возраст составляет 2099 ± 8 млн лет. Таким образом, отложения Тимской свиты были отделены длительным перерывом от терригенно-хемогенных отложений курской серии (~2.6–2.4 млрд лет). Базальтовый магматизм связан с апвеллингом расплавов астеносферной мантии в зоне деструкции субдуцируемой океанической плиты при аккреционно-коллизонном взаимодействии Курского блока и Волго-Донского орогена.

Ключевые слова: Курский блок, Сарматия, геохронология, изотопный возраст, базальты

DOI: 10.31857/S268673972011016X

ВВЕДЕНИЕ

Курский архейский блок расположен в северо-восточной части мегаблока Сарматия. В Курском блоке находятся несколько крупных синформ, где залегают палеопротерозойские вулканогенно-осадочные толщи: западная Белгородско-Михайловская структура, состоящая из Белгородской и Михайловской синформ, и восточная Орловско-Тимская структура, включающая Орловскую, Тим-Ястребовскую, Волотовскую и Авильскую синформы (рис. 1).

Ранее опубликованный U–Pb-изотопный возраст цирконов из метадацитов тимской свиты составляет 2167 ± 288 млн лет [1] и не может служить для определения стратиграфического положения и геодинамической природы вулканогенно-осадочных отложений Орловско-Тимской структу-

ры. Они рассматривались как продукты континентального рифтогенеза [2], либо связывались с этапами энсиалического рифтогенеза и постколлизонного тафрогенеза [3].

Недавние геологические корреляции геологических событий показали, что в интервале 2.8–2.2 млрд лет мегаблок Сарматия, кратоны Пилбара и Каапвааль, возможно, находились в составе суперкратона Ваалбара. На основании корреляции основных вулканидов тимской свиты Курского блока и формации Хекпоорт (~2220 млн лет) в кратоне Каапвааль, а также базальтов Чела Спрингс (2208 ± 15 млн лет) в кратоне Пилбара относительный возраст вулканидов тимской свиты принимался ~2200 млн лет [4].

Цель настоящей статьи – оценить возраст основных вулканидов тимской свиты для обоснования их стратиграфического положения и геодинамических интерпретаций в среднем палеопротерозое Восточной Сарматии.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ

Вулканогенно-осадочные отложения тимской свиты Курского блока накапливались в обстановке континентального рифтогенеза [2–4]. Наиболее полный разрез тимской свиты представлен в центральной части Тим-Ястребовской структуры, где она с перерывом и небольшим угловым

¹ Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

² Российский государственный геологоразведочный университет, Старооскольский филиал, Старый Оскол, Россия

³ Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук, Москва, Россия

*E-mail: stsybulyaev@bk.ru

**E-mail: ksavko@geol.vsu.ru

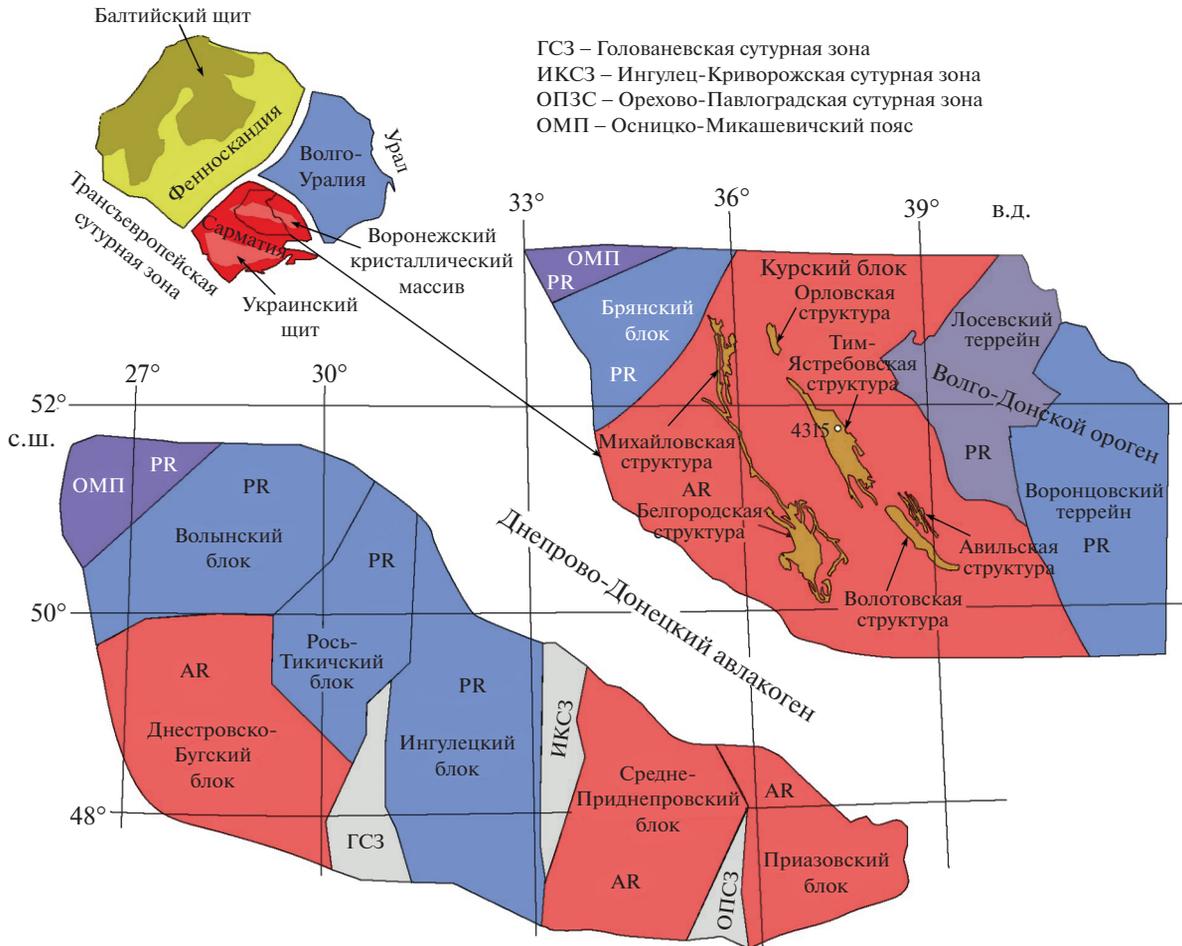


Рис. 1. Схематическая структурная карта Сарматии.

несогласием ($\sim 15^\circ$) залегает на породах курской серии [2].

На раннем этапе развития рифтовой впадины происходило изливание ферропикритов, ферропикробазальтов и щелочных (высокотитанистых) базальтов. Ареал их распространения ограничен центральной и северо-восточной частью Тим-Ястребовской структуры. Мощность потоков от 3 до 30 м [2]. В разрезе тимской свиты вместе с основными вулканитами присутствуют углеродистые сланцы в центральной части, метапесчаники и метагравелиты на периферии. По мере углубления рифтовой долины отмечается смена характера вулканизма на толеитовый (базальты и андезит-базальты), ареал распространения которых значительно шире. Помимо Тим-Ястребовской структуры, он охватывает Орловскую и Авильскую синформы. Потоки базальтов мощностью до 140 м чередуются с прослоями углеродистых и карбонат-содержащих сланцев, алевропесчаников и карбонатных пород [2, 4]. Породы тимской свиты претерпели зональный метаморфизм в

условиях зеленосланцевой и амфиболитовой фаций [5].

Коллизия Волго-Уралии и Сарматии на рубеже ~ 2.1 млрд лет [6] привела к закрытию рифтогенных структур, складчатости и метаморфизму с возрастом 2.07 млрд лет во всей Восточной Сарматии [5].

ПЕТРОГРАФИЯ И ПЕТРОХИМИЯ

Метаандезибазальты – зеленовато-серые породы, текстура миндалекаменная, структура – порфирировая. Миндалины выполнены кварцем. Размер миндалин до 3–4 мм. Содержание до 10–12%. Фенокристы представлены табличатыми зернами плагиоклаза (андезин) размером до 0.8 мм. Основная масса сложена тонкозернистым агрегатом зерен плагиоклаза (олигоклаз-андезин) 50–70%, биотита до 15%, амфибола до 10–15%, хлорита до 10%, кварца и сфена до 5%. Акцессорные минералы – циркон, апатит, магнетит.

Содержания SiO_2 и TiO_2 в метаандезибазальте (образец 4315/491) 53.1 и 2.3 мас. %. Сумма $\text{Na}_2\text{O} +$

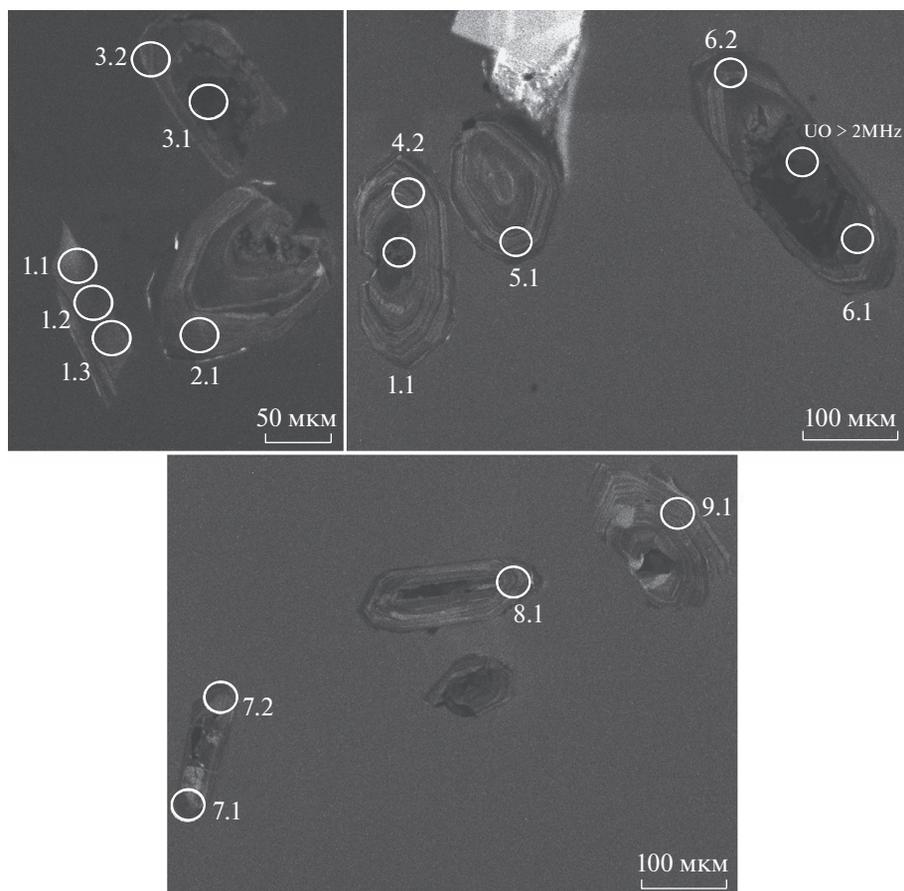


Рис. 2. Катодолюминесцентные снимки цирконов из метаандезибазальта тимской свиты (обр. 4315/491) и точки определения возраста их кристаллизации.

+ K_2O равна 4.8 мас. %, $Na_2O/K_2O = 4.9$. Величина $Mg\# = 0.31$. Концентрации Cr и Ni составляют 55 и 40 г/т соответственно. Метаандезибазальты имеют высокие содержания высокочargedных и редкоземельных элементов: Zr (204 г/т), Nb (35 г/т); Ta (2.3 г/т); Y (21 г/т). $\Sigma PЗЭ$ (184 г/т), с фракционированным распределением $(La/Yb)_n = 11.1$, $(Gd/Yb)_n = 3.3$. Eu -аномалия отсутствует ($Eu/Eu^* = 1.08$).

U–Pb-ИЗОТОПНЫЙ ВОЗРАСТ

Цирконы для изотопного датирования выделены из миндалекаменного метаандезибазальта (обр. 4315/491). Измерения абсолютного возраста цирконов выполнены на масс-спектрометре SHRIMP-II в Центре изотопных исследований ВСЕГЕИ, г. Санкт-Петербург, по стандартной методике с использованием эталонных цирконов “91500” и “Темога” ([7] и ссылки в ней).

Цирконы представлены субидiomорфными и идиоморфными призматическими кристаллами размером от 100 до 300 мкм. В катодной люминесценции в цирконах наблюдается тонкая осцилля-

ционная зональность (рис. 2), что предполагает их исходную магматическую природу. Зональность, характерная для метаморфогенных цирконов, не установлена. Возраст кристаллизации цирконов по верхнему пересечению с конкордией составляет 2099 ± 8 млн лет, средневзвешенный $^{207}Pb/^{206}Pb$ -возраст цирконов – 2088 ± 6 млн лет (рис. 3).

ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА И ВЫВОДЫ

Породы тимской свиты с возрастом ~2.1 млрд лет были отделены длительным перерывом от терригенно-хемогенных отложений курской серии, накопившихся в период ~2.6–2.4 млрд лет в условиях пассивной континентальной окраины [4, 8]. Близость возраста основных вулканитов (2099 ± 8 млн лет), закрытия Волго-Донского океана (~2.2–2.1 млрд лет) [9], коллизии (2.1 млрд лет) [6] и метаморфизма (2.07 млрд лет) [5] ставят под сомнение версию о базальтовом магматизме за счет мантийного плюма в условиях континентального рифтогенеза. Мы полагаем, что базито-

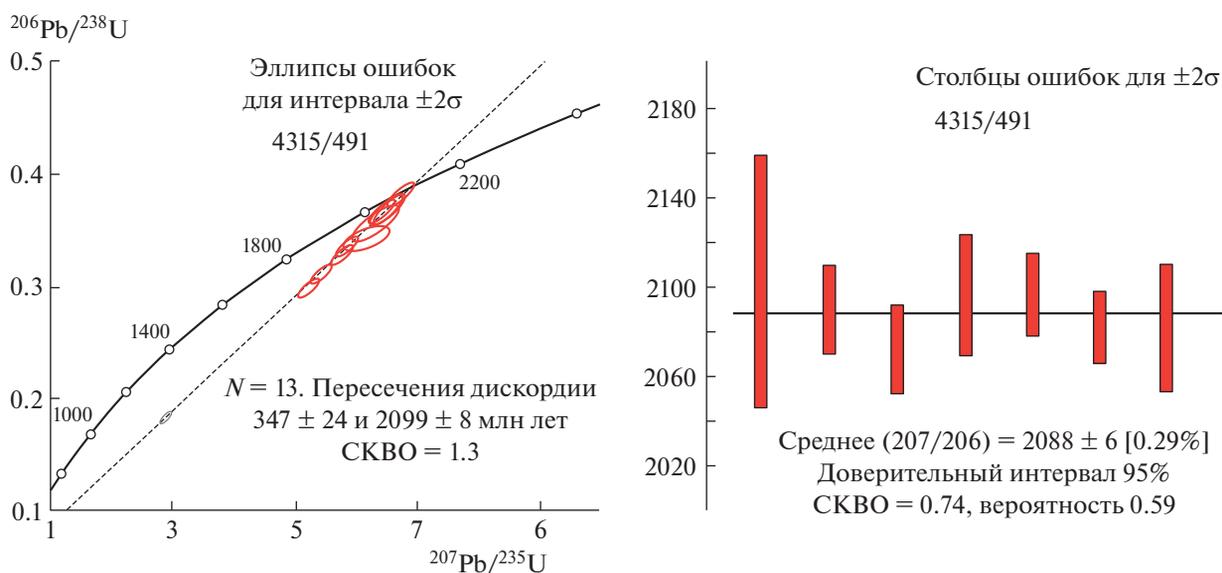


Рис. 3. Результаты U–Pb-датирования миндалекаменного метаандезибазальта Курского блока.

вый вулканизм в пределах Орловской, Тим-Ястребовской и Авильской структур связан с прекращением субдукции океанической плиты на рубеже около 2.1 млрд лет под континентальную окраину Курского блока. В результате распада субдуцируемой плиты образовалось окно (slab window), способствующее апвеллингу астеносферной мантии, развитию процессов рассеянного рифтогенеза и базальтовому магматизму. Эти выводы подтверждаются изотопно-геохимическими признаками смешанного (астеносферно-литосферного) источника базитовых расплавов [10] и линейным расположением рифтовых структур, вдоль зоны конвергенции архейского Курского блока и палеопротерозойского Волго-Донского орогена.

Таким образом, корреляции мегаблока Сарматия с суперкратоном Ваалбара, состоящим из кратонов Пилбара и Каапвааль, нужно ограничить интервалом 2.8–2.3 млрд лет, до накопления вулканогенно-осадочной толщи тимской свиты.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование поддержано грантом РФФИ (проект № 18–35–00058) и Госзаданием ИГЕМ РАН “Петрология и минерагения магматизма внутриплитных и посторогенных обстановок: роль литосферных и астеносферных источников в формировании расплавов”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Артеменко Г.В.* Геохронологическая корреляция вулканизма и гранитоидного магматизма юго-восточной части Украинского щита и Курской маг-

нитной аномалии // *Геохимия и рудообразование*. 1995. Вып. 21. С. 129–142.

2. *Холин В.М., Лебедев И.П., Стрик Ю.Н.* О геодинамике формирования и развития Тим-Ястребовской структуры КМА // *Вестник Воронежского университета*. Серия: Геология. 1998. № 5. С. 51–59.
3. *Чернышов Н.М., Ненахов В.М., Лебедев И.П., Стрик Ю.Н.* Модель геодинамического развития Воронежского кристаллического массива в раннем докембрии // *Геотектоника*. 1997. № 3. С. 21–30.
4. *Савко К.А., Самсонов А.В., Холин В.М., Базиков Н.С.* Мегаблок Сарматия как осколок суперкратона Ваалбара: корреляция геологических событий на границе архея и палеопротерозоя // *Стратиграфия. Геологическая корреляция*. 2017. Т. 25. № 2. С. 3–26.
5. *Savko K.A., Samsonov A.V., Kotov A.B., Sal'nikova E.B., Korish E.H., Larionov A.N., Anisimova I.V., Bazikov N.S.* The Early Precambrian Metamorphic Events in Eastern Sarmatia // *Precambrian Research*. 2018. V. 311. P. 1–23.
6. *Щипанский А.А., Самсонов А.В., Петрова А.Ю., Ларионова Ю.О.* Геодинамика восточной окраины Сарматии в палеопротерозое // *Геотектоника*. 2007. № 1. С. 43–70.
7. *Larionov A.N., Andreichev V.A., Gee D.G.* The Vendian Alkaline Igneous Suite of Northern Timan: Ion Microprobe U–Pb Zircon Ages of Gabbros and Syenite // *The Neoproterozoic Timanide Orogen of Eastern Baltica*. Eds. Gee D.G., Pease V.L. Geological Society, London, Memoirs, 2004. V. 30. P. 69–74.
8. *Савко К.А., Самсонов А.В., Овчинникова М.Ю.* Кратоны Сарматия и Сан-Франциско пропущенные фрагменты суперкратона Ваалбара: палеоконтинентальные корреляции // *Мат. VI Российской конференции по проблемам геологии и геодинамики докембрия “Этапы формирования и развития протерозойской земной коры: стратиграфия,*

- метаморфизм, магматизм, геодинамика”. СПб: “Свое издательство”. 2019. С. 194–195.
9. *Terentiev R.A., Savko K.A., Santosh M.* Paleoproterozoic Evolution of the Arc–back-arc System in the East Sarmatian Orogen (East European Craton): Zircon SHRIMP Geochronology and Geochemistry of the Losevo Volcanic Suite // *American Journal of Science*. 2017. V. 317. P. 707–753.
10. *Цыбуляев С.В., Савко К.А.* Изотопно-геохимические особенности палеопротерозойских вулканитов тимской свиты Курского блока Восточной Сарматии // *Мат. VI Российской конференции по проблемам геологии и геодинамики докембрия “Этапы формирования и развития протерозойской земной коры: стратиграфия, метаморфизм, магматизм, геодинамика”*. СПб: “Свое издательство”. 2019. С. 238–240.

THE PALEOPROTEROZOIC VOLCANICS OF THE TIM FORMATION WITHIN THE KURSK BLOCK, SARMATIA: AGE AND GEODYNAMIC SETTING

S. V. Tsybulyaev^{a,#}, K. A. Savko^{a,b,##}, Corresponding Member of the RAS A. V. Samsonov^c, and E. Kh. Korish^a

^a Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation

^b Russian State University for Geological Prospecting, Stary Oskol Branch, Stary Oskol, Russian Federation

^c Institute of Ore Geology, Petrography, Mineralogy, and Geochemistry of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

[#]E-mail: tsybulyaev@bk.ru

^{##}E-mail: ksavko@geol.vsu.ru

The volcanic-terrigenous Tim Formation in the Kursk Block of Sarmatia occurs in the Paleoproterozoic synforms. The Tim Formation volcanics are represented by metamorphosed ferropicrites, ferropicritic basalts, basalts, andesibasalts. According to the U–Pb dating of zircon, their possible formation interval is 2099–2072 Ma. Thus, the Tim Formation deposits were separated by a long hiatus from the terrigenous-chemogenic strata of the Kursk Group (~2.6–2.4 Ga). Basaltic magmatism is caused by melts upwelling of the asthenospheric mantle in the slab-window of the subducted oceanic plate during accretion-collisional interaction of the Kursk Domain and the Volga-Don Orogen.

Keywords: Kursk block, Sarmatia, geochronology, isotopic age, basalts