

ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСКИЕ АНДЕЗИТОВЫЕ ПОРФИРИТЫ КУРСКОГО БЛОКА ВОСТОЧНОЙ САРМАТИИ: ГЕОХИМИЯ И ИЗОТОПНАЯ СИСТЕМАТИКА

Цыбуляев С.В.¹, Савко К.А.¹, Червяковская М.В.²

¹Воронежский государственный университет, г. Воронеж, stsybulyaev@bk.ru

²Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого УрО РАН, г. Екатеринбург,
zaitseva.mv1991@gmail.com

Курский блок участвует в строении Сарматского кратона Восточно-Европейской платформы и представляет собой фрагмент древней (архейской) континентальной коры, к которому с востока и северо-запада примыкают более молодые палеопротерозойские террейны аккреционного типа. Палеопротерозойские вулканы в пределах Курского блока сохранились в рифтогенных синформах. Одним из таких проявлений являются андезиты глазуновской свиты в северной части Орловско-Тимской структуры. Вулканы представлены пирокластическими туфами и субвулканическими андезитовыми порфиридами. Первые и вторые имеют сходные петрохимические характеристики [Холин, Стрик, 2000]. U-Pb изо-

топный возраст субвулканических образований по трем монофракциям цирконов ранее оценивался как 2115±79 млн. лет [Артеменко, 1995].

Изучение и сопоставление изотопных систем (U-Pb и Lu-Hf (по циркону), Sm-Nd (по валу)) совместно с геохимическими данными может дать важную информацию об источниках расплавов андезитовых порфиритов.

Андезитовые порфириды характеризуются содержанием SiO₂ = 54–60 мас.% и повышенной магнезиальностью (Mg# = 0.45–0.62). Они относятся к высокоглиноземистым (Al₂O₃ = 14–17 мас.%) породам калиево-натровой серии (Na₂O/K₂O = 1.1–3.2). Распределение REE сильно фракционированное – (La/Yb)

Таблица 1. Результаты изотопно-геохимических Sm–Nd-исследований вулканитов глазуновской свиты

№ обр.	Sm мкг/г	Nd мкг/г	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd*	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	εNd(2070)	T-DM Gol
2926/449.6	5.7048	36.8877	0.09347	0.510993	- 4.7	2721
2926/347	5.1684	34.4159	0.09079	0.511003	- 3.8	2650

Таблица 2. Hf изотопные анализы циркона из андезитовых порфиритов глазуновской свиты

№ точки	¹⁷⁶ Yb/ ¹⁷⁷ Hf	±2σ	¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf	±2σ	¹⁷⁶ Hf/ ¹⁷⁷ Hf	±2σ	¹⁷⁸ Hf/ ¹⁷⁷ Hf	±2σ	ε _{Hf} (t)	±2σ	T _{DM}	T _{DM} ^c
2.1	0.022430	0.000388	0.000669	0.000044	0.281682	0.000044	1.467306	0.000096	6.8	1.5	2181	2251
3.1	0.021567	0.000632	0.000682	0.000046	0.281583	0.000046	1.467205	0.000099	3.3	1.6	2317	2473
5.1	0.014693	0.000833	0.000457	0.000048	0.281644	0.000048	1.467276	0.000112	5.7	1.7	2220	2316
6.1	0.020306	0.000280	0.000638	0.000040	0.281601	0.000040	1.467245	0.000089	4.0	1.4	2289	2428
8.1	0.019081	0.000558	0.000583	0.000042	0.281621	0.000042	1.467318	0.000087	4.8	1.5	2259	2378
9.1	0.042330	0.000272	0.001283	0.000083	0.281620	0.000083	1.467144	0.000183	3.8	2.9	2302	2449
11.1	0.030222	0.000531	0.000939	0.000045	0.281686	0.000045	1.467190	0.000079	6.6	1.6	2190	2267
12.1	0.019286	0.000973	0.000591	0.000064	0.281680	0.000064	1.467350	0.000160	6.8	2.3	2180	2249
13.1	0.029437	0.000145	0.000887	0.000046	0.281125	0.000046	1.467195	0.000093	-13.3	1.6	2952	3511
14.1	0.029466	0.000117	0.000902	0.000050	0.281143	0.000050	1.467237	0.000086	-12.7	1.8	2928	3473
15.1	0.020768	0.000204	0.000626	0.000050	0.281602	0.000050	1.467210	0.000106	4.0	1.8	2288	2426

Примечание: первичное отношение изотопов гафния ¹⁷⁶Hf/¹⁷⁷Hf_i рассчитано с использованием константы распада ¹⁷⁶Lu λ = 1.867·10⁻¹¹; ε_{Hf}(t) рассчитан для возраста 2070 млн. лет; T_{DM} модельный возраст источника, рассчитанный с учетом выплавления магмы из деплетированной мантии с использованием ¹⁷⁶Hf/¹⁷⁷Hf = 0.28325 и ¹⁷⁶Lu/¹⁷⁷Hf = 0.0384; T_{DM}^c модельный возраст источника, рассчитанный по двухстадийной модели с использованием ¹⁷⁶Lu/¹⁷⁷Hf = 0.015, основанной на выплавлении магмы из средней континентальной коры, образованной из деплетированной мантии.

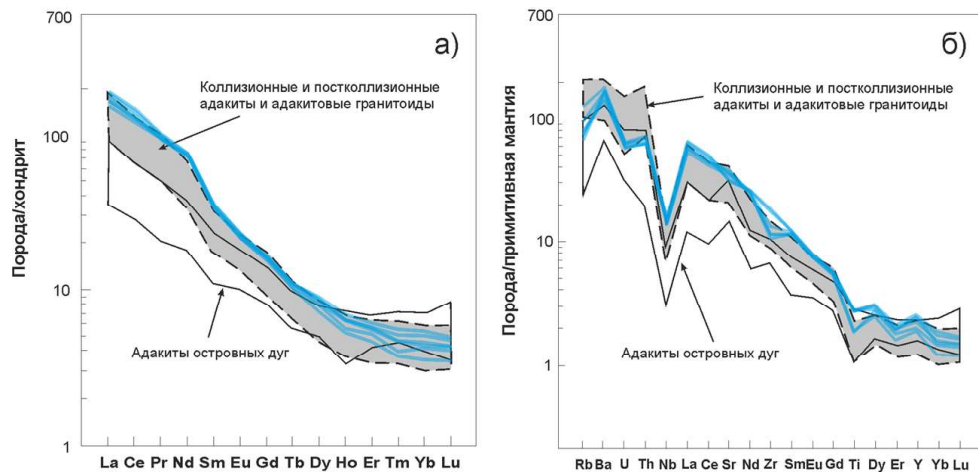


Рис. 1. Распределение редких и редкоземельных элементов в андезитовых порфиритах глазуновской свиты, нормализованных к хондриту и примитивной мантии [Sun, McDonough, 1989]. Поля адакитов по [Великославинский и др., 2018]

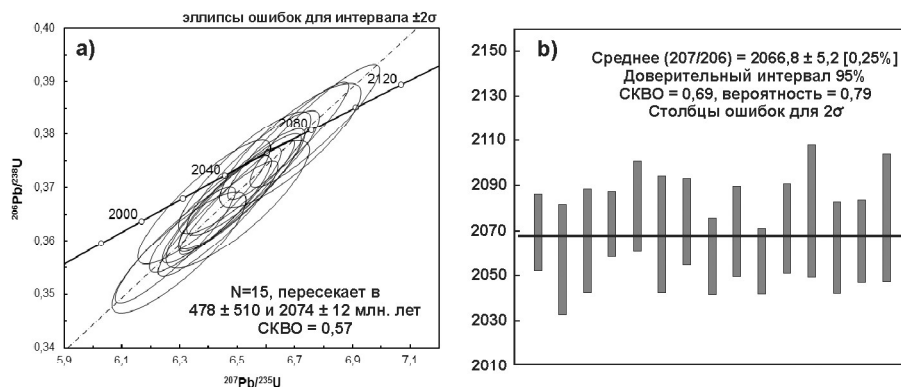


Рис. 2. Результаты изотопного датирования цирконов из андезитовых порфиритов глазуновской свиты

$n = 33-46$, $(Gd/Yb)_n = 3.0-4.4$, при аномально низком уровне содержания HREE и отсутствием аномалий Eu ($Eu/Eu^* = 0.89-0.99$). Андезитовые порфириты отличаются высокими содержаниями Sr (660–820 ppm), Ba (990–1260 ppm) и отрицательными Nb и Ti аномалиями (рис. 1), что сближает их с породами адакитовых серий [Castillo, 2012].

Изотопное датирование цирконов выполнено на ионном микрозонде SHRIMP II (ВСЕГЕИ) и позволило определить возраст андезитов (скв. 2926, гл. 449.6 м) – 2067 ± 5 млн. лет (средневзвешенный $^{207}Pb/^{206}Pb$ -возраст) (рис. 2).

Результаты проведенных Sm-Nd исследований (ВСЕГЕИ, ИГГД РАН) показали, что андезитовые порфириты характеризуются отрицательными величинами $\epsilon_{Nd}(2067) = -3.8 - 4.7$ и модельным возрастом T-DM Gol [Goldstein, Jacobsen, 1988] – 2650-2721 млн. лет (таблица 1).

Изотопный состав Hf в цирконах (ИГГ УрО РАН) преимущественно показывает положительные значения $\epsilon_{Hf}(2070)$ от +3.3 до +6.8 с модельным возрастом: $T_{Hf}(DM) = 2180-2317$ млн. лет (расчет по одностадийной

модели). Также присутствуют отрицательные значения $\epsilon_{Hf}(2070)$ от –12.7 до –13.3 с $T_{Hf}(DM) = 3473 - 3511$ млн. лет (таблица 2).

Возраст вулканитов (2067 млн. лет.) «моложе» коллизионного события, зафиксированного в восточной части Курского блока и маркируемого региональным метаморфизмом с возрастом 2072 ± 7 млн. лет [Savko et al., 2018], что предполагает их постколлизийную природу.

Анализ изотопного состава магматических цирконов однозначно указывает на участие различных источников в образовании андезитовых порфиритов глазуновской свиты. В отличие от Sm-Nd данных по валовым пробам, представляющих усредненную характеристику пород, изотопный состав Hf в цирконах служит индикатором вовлечения в область плавления мантийных ювенильных палеопротерозойских источников и вещества палеоархейской континентальной коры.

Породы, имеющие признаки адакитовых серий, могут образовываться в результате различных петрогенетических процессов в ряде возможных

геодинамических обстановок. В пределах Курского блока отмечено большое число проявлений мафит-ультрамафитового магматизма, сопоставимого по возрасту и значениям ϵNd с андезитовыми порфиритами глазуновской свиты. Совокупность данных по химии и изотопии пород позволяет предполагать, что «адакитовая геохимия» андезитовых порфиритов проявилась в результате двухстадийного процесса: 1) ассимиляция коровых пород в основании деламинарованной коры и 2) кристаллизационной дифференциации базальтовых магм в верхнекоровых магматических камерах.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-35-00058.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артеменко Г.В. Геохронологическая корреляция вулканизма и гранитоидного магматизма юго-восточной части Украинского щита и Курской магнитной аномалии // Геохимия и рудообразование. 1995. Вып. 21. С. 129–142.
2. Великославинский С.Д., Котов А.Б., Крылов Д.П., Ларин А.М. Геодинамическая типизация адакитовых гранитоидов по геохимическим данным // Петрология. 2018. Т. 26. № 3. С. 255-264.
3. Холин В.М., Стрик Ю.Н. О соотношении базальтового и андезитового вулканизма глазуновской свиты КМА // Вестн. Воронеж. ун-та. Геология. 2000. – Вып. 5(10). – С. 115-120.
4. Castillo P.R. Adakite petrogenesis // Lithos. 2012. V. 134. P. 304-316.
5. Goldstein S.J., Jacobsen S.B. Nd and Sr isotopic systematics of river water suspended material: Implications for crustal evolution // Earth and Planetary Science Letters. 1988. V. 87. № 3. P. 249–265.
6. Savko K.A., Samsonov A.V., Kotov A.B., Salnikova E.B., Korish E.H., Larionov A.N., Anisimova I.V., Bazikova N.S. The Early Precambrian metamorphic events in Eastern Sarmatia // Precambrian Research. 2018. V. 311. P. 1–23.
7. Sun, S.-S., McDonough W.F. Chemical and Isotopic Systematic of Oceanic Basalts: Implications for Mantle Composition and Processes // Journal of the Geological Society of London, Special Publications. 1989. V. 42. P. 313–345.