

УДК 551.21(571.55)

ВЫСОКОКАЛИЕВЫЙ ЮРСКО-МЕЛОВОЙ ВУЛКАНИЗМ НЕРЧИНСКОЙ ВПАДИНЫ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ И ЕГО ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА

© 2024 г. А. А. Воронцов^{1,*}, Е. Н. Федерягина², С. И. Дриль¹, С. А. Сасим²,
А. В. Травин³, А. Е. Будяк¹

Представлено академиком РАН В.В. Ярмолюком 05.02.2024 г.

Поступило 05.02.2024 г.

После доработки 06.02.2024 г.

Принято к публикации 07.02.2024 г.

Приведены геохронологические, геохимические и изотопные Sr–Nd-характеристики позднемезозойских вулканитов, сопряжённых с развитием Нерчинской впадины Восточного Забайкалья. В её строении участвуют толщи высококалиевых вулканических пород умеренной щёлочности с содержанием SiO₂ от 55 до 73 мас.%. Проведено изотопное ⁴⁰Ar/³⁹Ar-датирование валовых образцов пород. Получены оценки возраста их формирования: 150.8±1.8 млн лет для высококалиевого андезибазальта и 131.0±1.6 млн лет – для латита. Для вулканитов характерны пониженные содержания гидрофобных Ti, Nb и Ta, умеренно-отрицательные значения εNd(*T*), но повышенные значения εSr(*T*), которые отклоняются в сторону составов пород, формирующихся при добавлении коровых субстратов в область магмообразования. По своим геологическим и вещественным характеристикам породы Нерчинской впадины соответствуют шошонит-латитовым сериям тыловой части Большехинганской вулканической области, формирующейся в обстановке континентальной активной окраины, связанной с субдукцией.

Ключевые слова: Восточное Забайкалье, высококалиевые вулканиты, ⁴⁰Ar/³⁹Ar-датирование, поздний мезозой, несовместимые элементы, изотопы Sr и Nd, субдукционные процессы

DOI: 10.31857/S2686739724060134

В строении восточной части позднемезозойской магматической провинции востока Азии [10] выделяются две рядом расположенные вулканические области – Большехинганская и Восточно-Монгольская, формировавшиеся одновременно, но при участии разных геодинамических механизмов.

Большехинганская область (БХО), развивалась в интервале времени от 166 до 115 млн лет [6, 12, 15, 18, 20] в режиме активной континентальной окраины [2] и характеризовалась поперечной геохимической зональностью, определившей появление высококалиевых вулканитов в её тыловой части [18]. В составе магматических серий этой области широко распространены

низкотитанистые (0.5<TiO₂<1.5, мас. %) базальты, а также базальтовые андезиты, шошониты, дациты, латиты с явно выраженными геохимическими признаками известково-щелочных серий обстановок конвергентных границ литосферных плит [12]. При образовании этих пород значимая роль отводится надсубдукционным процессам и мантийно-коровым взаимодействиям [10, 15].

Развитие Восточно-Монгольской области (ВМО) началось в начале раннего мела и было связано с процессами внутриконтинентального рифтогенеза над мантийным плюмом. Позднеюрские породы, выделяемые в её пределах, представлены высококалиевыми низкотитанистыми породами, которые наблюдаются только в восточной части области, пограничной с БХО и, по-видимому, отвечали тыловой части последней [11]. В составе меловых магматических серий ВМО преобладают умеренно титанистые (1.5<TiO₂<2.5, мас. %) трахибазальты и базальтовые трахиандезиты натриевой специфики с геохимическими характеристиками пород,

¹Институт геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской Академии наук, Иркутск, Россия

²Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия

³Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской Академии наук, Новосибирск, Россия

*E-mail: voront@igc.irk.ru

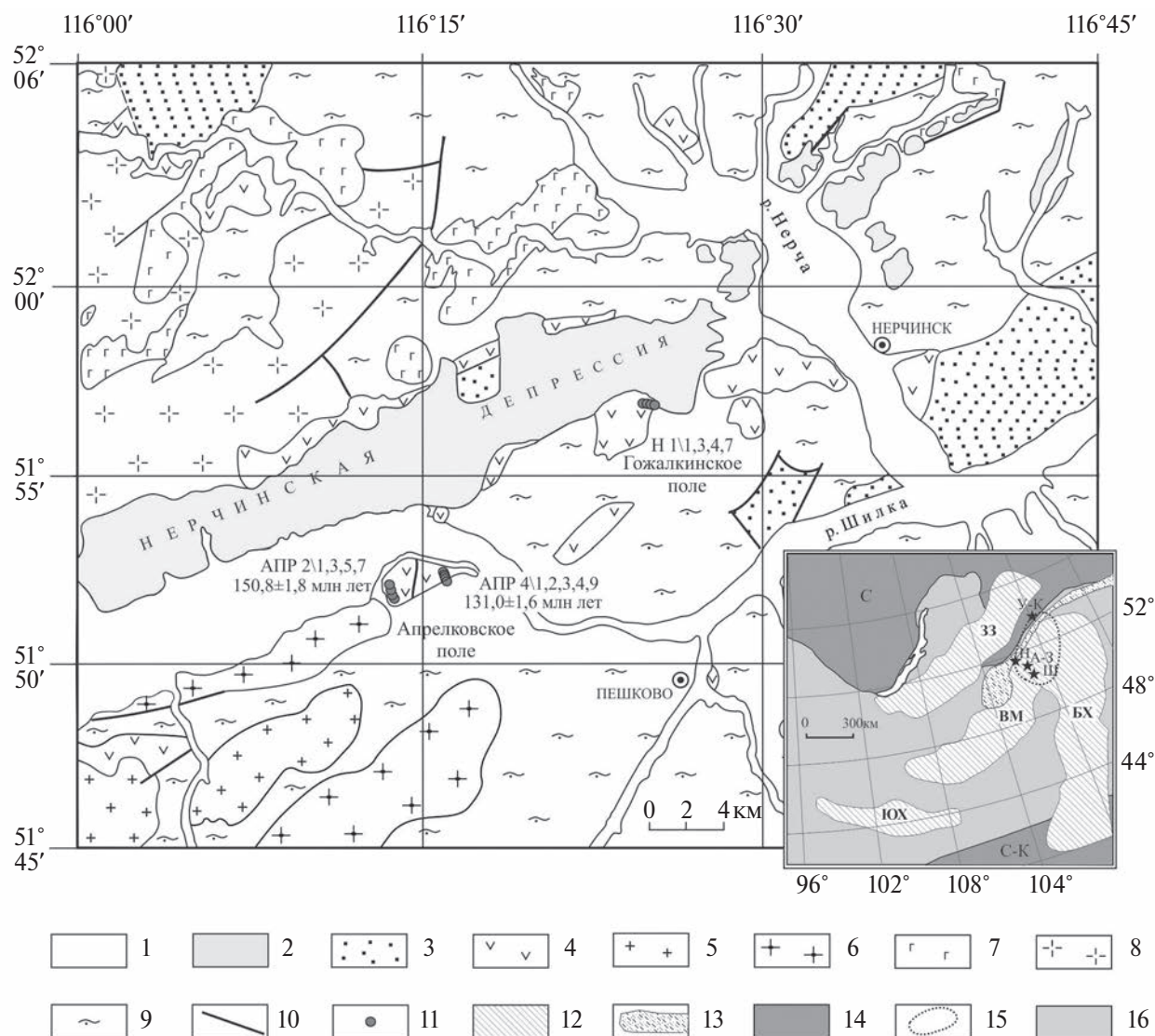


Рис. 1. Схема геологического строения Нерчинской впадины. При составлении использованы материалы [1]. На врезке приведена схема размещения позднемезозойских магматических областей в пределах Центральной Азии. При составлении использованы материалы [11]. Условные обозначения для схемы геологического строения: 1–3 – рыхлые отложения: 1 – Q_{II-IV} , 2 – N_2-Q_1 , 3 – K_1 ; 4 – позднемезозойские вулканы шадоронской и ундинодаинской серий без разделения; 5 – позднеюрские граниты; 6 – каменноугольные граниты и гранодиориты; 7 – палеозойские мафические породы; 8 – палеозойские сиалитические породы без разделения по возрасту; 9 – протерозойские геологические комплексы; 10 – разломы; 11 – точки опробования. Условные обозначения для врезки: 12 – области в составе позднемезозойской магматической провинции востока Азии (33 – Западно-Забайкальская, ВМ – Восточно-Монгольская, БХ – Большехинганская, ЮХ – Южно-Хангайская); 13 – структуры Монголо-Охотского пояса; 14 – платформы (С – Сибирская, С-К – Северо-Китайская); 15 – зона перекрытия Восточно-Монгольской и Большехинганской областей; 16 – Центрально-Азиатский складчатый пояс. Звёздочками показаны (вне масштаба) депрессии и связанные с ними вулканические ассоциации: Н – Нерчинская, А-З – Александрово-Заводская, Ш – Шадоронская, УК – Усть-Карская.

образующихся во внутриконтинентальных рифтогенных условиях.

Вулканические поля БХО и ВМО частично перекрываются (рис. 1, врезка), что создаёт проблемы с оценкой природы ряда вулканических структур, возникших в зоне их перекрытия. В частности, это относится к Нерчинской

впадине Восточного Забайкалья, в пределах которой проявился вулканизм высококалийевой специфики. В статье этот вопрос решается на основе геохронологических, геохимических и Sr-Nd-изотопных данных.

$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -изотопное датирование валовых проб (рис. 2) проведено методом ступенчатого

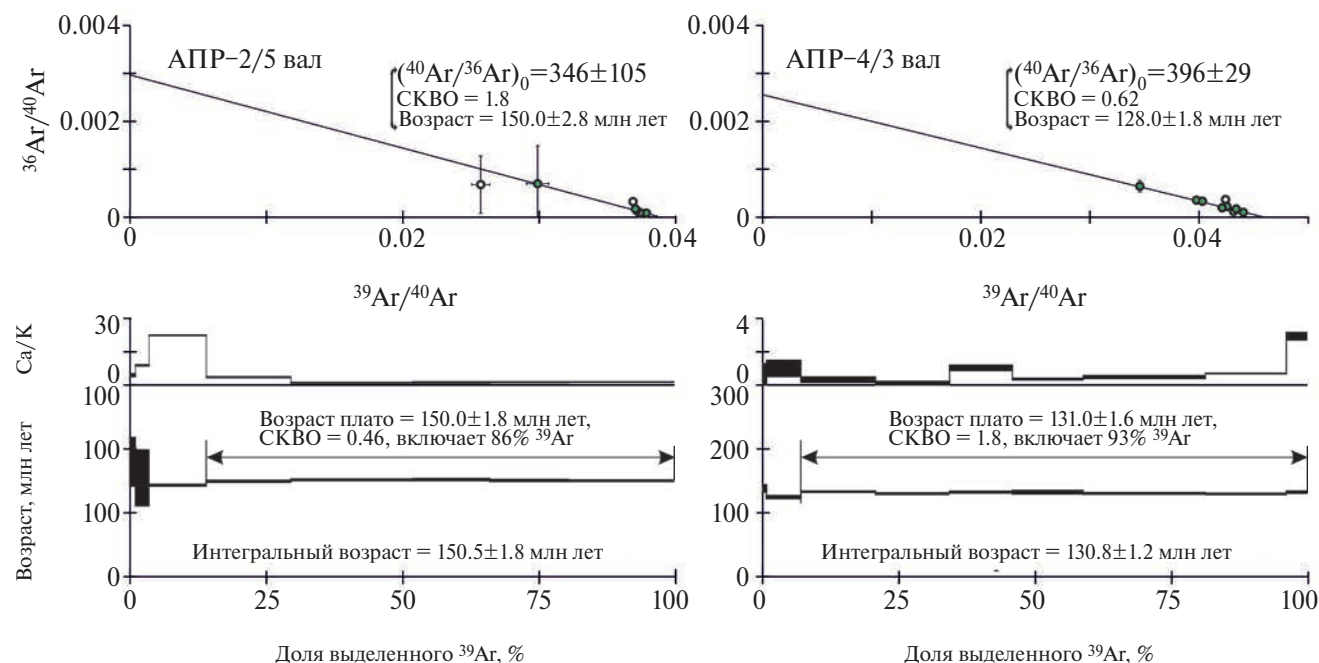


Рис. 2. Результаты $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -датирования вулканитов Нерчинской впадины: возрастные, Ca/K спектры и обратные изохронные диаграммы.

прогрева в ИГМ СО РАН по методике, описанной в работе [9]. Аналитические исследования (РФА, ICP, изотопный состав Sr, Nd) вулканических пород выполнены в Центрах коллективного пользования “Изотопно-геохимических исследований” ИГХ СО РАН и “Геодинамика и геохронология” ИЗК СО РАН по методикам, представленным в работе [5].

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Нерчинская впадина (рис. 1), как и многие другие близлежащие впадины, например, Александрово-Заводская [5], Бaleyская, Нижнеундинская, Шадоронская [8], Усть-Карская [7], совокупность впадин Нерча-Ингодинской рифтовой зоны [3], имеет линейную форму с осевой зоной, которая повторяет очертания погребённой палеодолины, заполненной мел-неоген-четвертичными речными осадками. Она расположена в приустьевом районе р. Нерча и протягивается в северо-восточном направлении на расстояние около 30 км при ширине от 3 до 6 км. Вулканические толщи обнажаются лишь в бортах впадины, залегая на протерозойских метаморфических породах и/или на доюрских гранитоидах. В соответствии с принятыми в настоящее время стратиграфическими подразделениями для территории листа М-50-III [1]

вулканиты Нерчинской впадины имеют поздне-мезозойский возраст и входят в состав шадоронской серии и несогласно перекрывающей её ундинодаинской серии. В обеих сериях участвуют умеренно-щелочные вулканиты широкого спектра составов по содержанию SiO_2 .

Магматические образования Нерчинской впадины изучались нами в пределах Апрельковского и Гожалкинского вулканических полей.

В пределах западного фланга Апрельковского поля вулканическая толща шадоронской серии (мощность около 300 м) сложена переслаиваемыми покровами шошонитов, высококальциевых андезибазальтов, андезитов и дацитов (рис. 3 б). Наблюдается падение покровов под углом $20\text{--}40^\circ$ в север-северо-западном направлении. В возрастном $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -спектре валовой пробы высококальциевого андезибазальта (образец АПР-2/5) этой части вулканического поля выделяется плато. Согласно принятым критериям [13] (рис. 2) оно отвечает значению 150.8 ± 1.8 млн лет, которое согласуется со значением 150.0 ± 2.8 млн лет, рассчитанным для линейной регрессии на изохронной диаграмме. Учитывая, что формирование вулканических тел происходило на малых глубинах, где остывание до приповерхностных температур должно было происходить очень быстро, можно предположить, что значение

Таблица 1. Представительные составы позднемезозойских вулканических пород Нерчинской впадины

Индекс	АПР 2/1	АПР 2/3	АПР 2/5	АПР 2/7	Н 1/1	Н 1/3	Н 1/4	Н 1/7
	Шадоронская серия							
	Апрелковское вулканическое поле (запад- ный фланг)				Гожалкинское вулканическое поле			
Порода	ВК-А	Ш	ВК-АБ	ВК-Д	ВК-Д	Л	ВК-АБ	ВК-РД
Возраст. млн лет			150.8					
N 51°	51.901'	52.066'	52.183'	52.161'	57.594'	57.596'	57.599'	57.602'
E 116°	13.909'	13.931'	13.977'	13.598'	27.606'	27.612'	27.618'	27.622'
SiO ₂	60.13	55.99	56.59	67.93	64.19	58.51	56.47	72.93
TiO ₂	0.90	0.92	0.91	0.57	0.74	1.00	0.92	0.28
Al ₂ O ₃	14.21	13.01	12.8	12.99	15.56	16.2	14.71	13.74
Fe ₂ O ₃ (общ.)	4.78	6.36	6.53	3.3	4.74	6.73	6.06	2.38
MnO	0.08	0.11	0.11	0.05	0.05	0.06	0.12	0.03
MgO	3.15	5.50	6.51	1.73	1.16	1.55	3.59	0.47
CaO	3.46	5.84	5.48	2.09	2.96	2.63	6.82	0.79
Na ₂ O	5.31	3.39	3.64	4.42	3.70	4.57	3.31	3.72
K ₂ O	2.76	3.35	3.01	3.24	3.48	3.83	2.90	4.63
P ₂ O ₅	0.37	0.36	0.36	0.19	0.33	0.52	0.33	0.08
п.п.п.	4.65	4.71	3.64	3.29	3.1	4.32	4.71	0.92
Сумма	99.98	99.88	99.85	99.94	100.17	100.11	100.13	100.07
alk	8.07	6.74	6.65	7.66	7.18	8.40	6.21	8.35
Rb	71.1	100.4	85.1	79.8	96.9	102.6	75.8	147.6
Sr	615	870	709	404	574	343	766	147
Y	18.57	17.02	16.54	12.93	14.90	24.01	15.52	13.05
Zr	292	231	254	220	248	369	219	211
Nb	12.29	11.38	11.88	9.81	12.02	12.98	10.43	10.92
Ba	875	2355	653	871	900	980	778	639
La	39.1	39.1	41.5	30.1	40.9	76.9	34.4	25.4
Ce	82.2	82.5	88.4	62.4	84.6	159.6	72.9	55.2
Pr	10.24	10.15	10.75	7.72	10.15	19.04	8.99	6.36
Nd	40.2	40.0	42.6	29.9	38.8	73.7	35.5	21.9
Sm	7.39	7.39	7.58	5.27	6.57	11.96	6.50	3.88
Eu	1.87	1.90	1.95	1.22	1.68	2.84	1.70	0.65
Gd	6.43	6.23	6.14	4.60	5.70	9.66	5.52	3.46
Tb	0.83	0.79	0.80	0.63	0.73	1.16	0.74	0.51
Dy	4.46	4.02	3.91	3.25	3.81	6.01	3.82	3.04
Ho	0.84	0.74	0.72	0.61	0.70	1.07	0.71	0.64
Er	2.13	1.85	1.79	1.67	1.89	2.85	1.91	2.01
Tm	0.29	0.26	0.25	0.24	0.25	0.39	0.26	0.33
Yb	1.91	1.60	1.58	1.46	1.65	2.28	1.58	2.18
Lu	0.31	0.25	0.24	0.24	0.26	0.37	0.26	0.37
Hf	7.56	6.18	6.39	5.99	7.03	10.08	6.07	6.83
Ta	0.90	0.86	0.82	0.82	1.08	1.08	0.94	1.14
Th	11.93	11.95	10.43	11.88	12.16	19.03	9.65	22.89
U	3.61	4.23	3.34	4.26	4.52	3.84	3.17	2.65

Окончание таблицы 1

Индекс	АПР 4/1	АПР 4/2	АПР 4/3	АПР 4/4	АПР 4/9
	Ундинодаинская серия				
	Апрелковское вулканическое поле (восточный фланг)				
Порода	Л	Л	Л	Ш	Ш
Возраст. млн лет			131.0		
N 51°	52.642'	52.642'	52.643'	52.590'	52.483'
E 116°	14.434'	14.434'	14.434'	14.596'	16.627'
SiO ₂	61.62	61.78	61.58	55.10	55.27
TiO ₂	0.79	0.81	0.79	1.04	1.06
Al ₂ O ₃	14.34	14.55	14.61	14.35	13.98
Fe ₂ O ₃	5.03	4.94	4.94	6.72	6.82
MnO	0.09	0.09	0.08	0.09	0.08
MgO	3.97	4.05	4.14	6.76	7.06
CaO	2.93	2.53	2.76	5.31	5.07
Na ₂ O	4.27	3.70	4.29	3.30	3.02
K ₂ O	4.13	4.40	3.97	3.41	3.24
P ₂ O ₅	0.28	0.29	0.30	0.40	0.47
п.п.п.	2.36	2.64	2.42	3.48	3.92
Сумма	100.03	99.97	100.07	100.16	100.21
alk	8.40	8.10	8.26	6.71	6.26
Rb	110.1	135.4	94.5	105.0	78.9
Sr	733	684	650	834	933
Y	12.76	12.57	12.97	15.87	16.05
Zr	259	254	247	263	258
Nb	11.71	11.74	11.23	12.82	11.19
Ba	1022	950	919	872	1050
La	34.0	33.9	36.6	38.7	51.4
Ce	73.6	71.3	74.6	83.4	107.1
Pr	8.63	8.65	8.83	10.40	12.99
Nd	32.8	32.7	33.3	41.4	50.8
Sm	5.85	5.70	5.77	7.47	8.76
Eu	1.45	1.47	1.51	1.89	2.21
Gd	4.78	4.80	4.82	6.24	7.01
Tb	0.60	0.59	0.63	0.77	0.83
Dy	3.14	3.05	3.24	3.95	4.04
Ho	0.58	0.59	0.60	0.73	0.71
Er	1.51	1.46	1.50	1.84	1.86
Tm	0.23	0.21	0.23	0.25	0.27
Yb	1.41	1.37	1.30	1.68	1.54
Lu	0.22	0.21	0.20	0.25	0.23
Hf	6.72	6.67	6.72	7.00	6.73
Ta	0.89	0.88	0.88	0.89	0.71
Th	13.82	13.66	13.83	11.13	14.09
U	5.01	4.92	4.80	3.68	3.57

Примечание. содержания породообразующих оксидов в мас. %, остальные элементы – в г/т, п. п. п. – потери при прокаливании. Названия пород: ВК-АБ – высококалийевый андезибазальт, ВК-А – высококалийевый андезит, ВК-Д – высококалийевый дацит, ВК-РД – высококалийевый риодацит, Ш – шошонит, Л – латит.

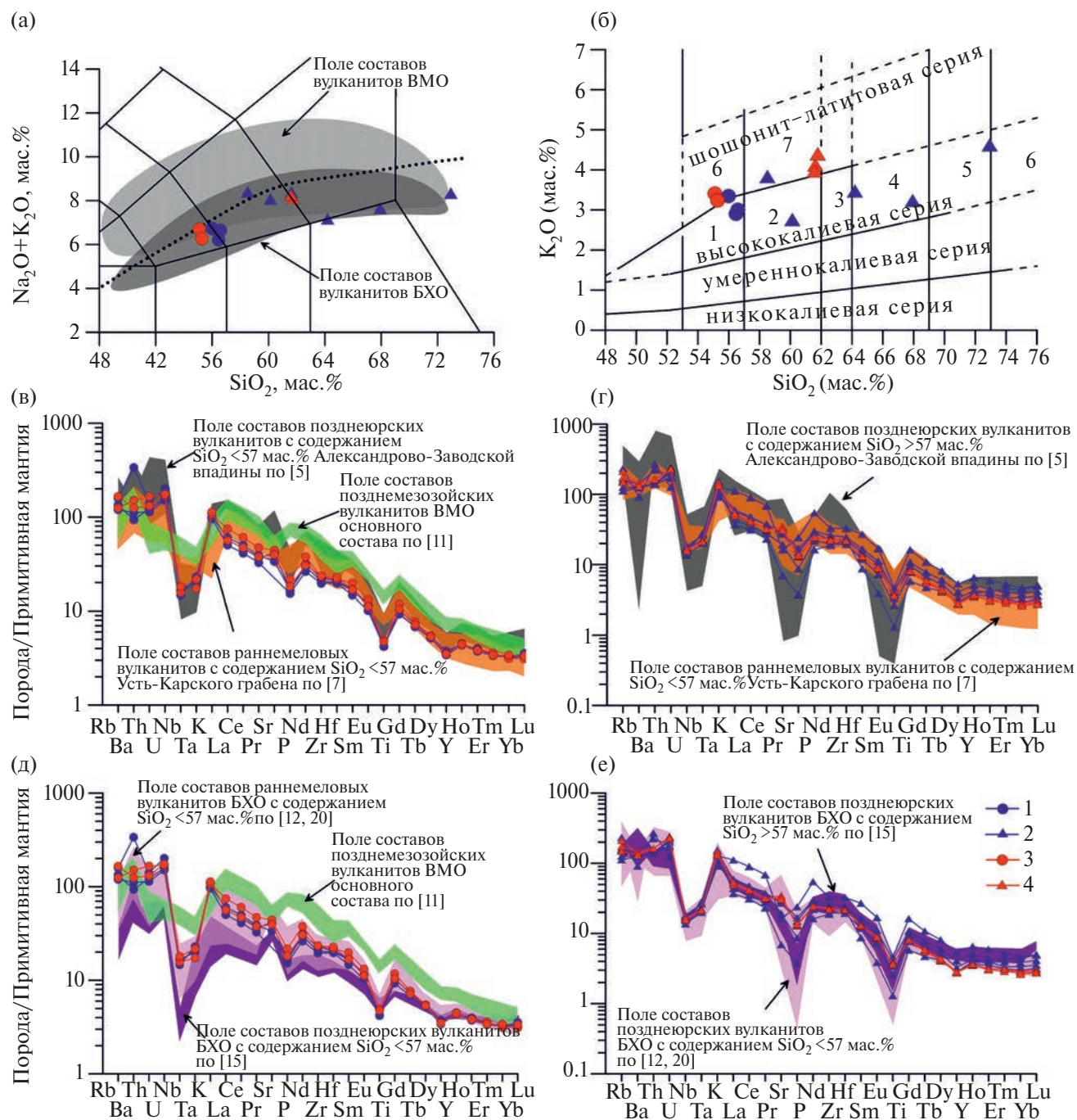


Рис. 3. Классификационные диаграммы и нормированные распределения редких элементов по [17] для вулканитов Нерчинской впадины: а) $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) - \text{SiO}_2$, пунктирная линия (линия Ирвина-Барагара) разделяет поля составов щелочных и умеренно-щелочных пород по [14]; б) $\text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$ по [16] с дополнениями по [4]; в, д) спайдер-диаграммы для наиболее основных вулканитов, г, е) спайдердиаграммы для сиалических пород. 1–2 – вулканиты шадоронской серии (≈ 151 млн лет): 1 – SiO_2 55–57 мас.%, 2 – SiO_2 57–73 мас.%; 3–4 – вулканиты ундинодаинской серии (≈ 131 млн лет): 3 – SiO_2 55–57 мас.%, 4 – SiO_2 61–62 мас. %.

возраста плато, как более точное, соответствует возрасту формирования породы.

На восточном фланге поля покровы залегают субгоризонтально (мощность – около 200 м), здесь распространены преимущественно шошониты,

среди которых редко встречаются покровы латитов (рис. 3 б). Для валовой пробы латита (образец АПР-4/3) в возрастном $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -спектре (рис. 2) также выделяется плато, которое характеризуется значением 131.0 ± 1.6 млн лет, согласующимся

Таблица 2. Sr–Nd-изотопные характеристики позднемезозойских вулканических пород Нерчинской впадины

Порода	Ш	ВК-АБ	Л	ВК-АБ	Л	Ш
Индекс	АПР 2/3	АПР 2/5	Н 1/3	Н 1/4	АПР 4/3	АПР 4/4
Т, млн лет	150.8				131.0	
⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr _(измеренное)	0.70764	0.70738	0.70948	0.70749	0.70790	0.70753
±2σ	0.00003	0.00001	0.00004	0.00002	0.00001	0.00001
Rb, г/т	113	107	116	121	133	155
Sr, г/т	806	654	347	791	627	783
⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr _(рассчитанное)	0.4116	0.4783	0.9813	0.4489	0.6233	0.5811
(⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr) _T	0.70676	0.70636	0.70739	0.70653	0.70657	0.70629
ε Sr(T)	34	30	44	32	34	30
¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd _(измеренное)	0.512446	0.512453	0.512472	0.512465	0.512428	0.512473
±2σ	0.000027	0.000006	0.000012	0.000007	0.000004	0.000011
Nd, г/т	36.22	39.7	31.92	33.8	32.23	41.3
Sm, г/т	6.71	7.22	5.26	6.3	5.65	7.36
¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd _(рассчитанное)	0.1129	0.1081	0.0999	0.1131	0.1060	0.1082
(¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd) _T	0.512335	0.512347	0.512374	0.512354	0.512324	0.512367
ε Nd(T)	–2.1	–1.9	–1.4	–1.8	–2.4	–1.5

в пределах ошибки со значением 128.0±1.8 млн лет, рассчитанным для линейной регрессии. Аналогично, значение возраста плато может быть принято за возраст формирования породы. Учитывая, что западный фланг отделяется от восточного субмеридиональным разломом, полученная датировка указывает на принадлежность вулканитов восточного фланга к ундинодаинской серии.

В строении Гожалкинского вулканического поля принимают участие латиты, высококальциевые андезибазальты, дациты и риодациты шадоронской серии. Они закономерно переслаиваются между собой и фрагментарно вскрываются вдоль северного обрамления поля. Мощность изученного нами фрагмента вулканической толщи не превышает 70 м.

СОСТАВЫ ПОРОД

Вулканиты Нерчинской впадины характеризуются умеренными суммарными содержаниями щелочей и диапазоном по SiO₂ от 55 до 74 мас. % (табл. 1). На графике SiO₂ – (Na₂O+K₂O) точки составов пород с содержанием SiO₂ от 55

до 63 мас. % распределены вдоль линии Ирвина-Барагара в поле пород повышенной щёлочности, составы пород с содержанием SiO₂ от 63 до 74 мас. % отвечают параметрам пород нормальной щёлочности (рис. 3 а). В целом по этим характеристикам рассматриваемые вулканиты близки к составу пород Большехинганской области. По ряду петрохимических параметров (K₂O – 2.76–4.63; K₂O/Na₂O – 0.5–1.2; TiO₂ – 0.28–1.06 мас.%) они занимают промежуточное положение между породами шошонит-латитовой и высококальциевой серий (рис. 3 б).

Геохимические характеристики вулканитов Нерчинской впадины не зависят от их возраста. Шошониты, высококальциевые андезибазальты и андезиты обеднены Nb, Ta, Zr, Hf, Ti, Sr, P, REE и обогащены Rb, Th, U, K, по сравнению с породами ВМО, но наиболее близки по составу к юрско-меловым базитам Восточного Забайкалья, которые распространены в близлежащих впадинах (рис. 3 в). Их редкоэлементные параметры также отвечают составам базальтоидов БХО, отличаясь от них менее ярко выраженным Nb–Ta-минимумом, повышенными содержаниями Rb,

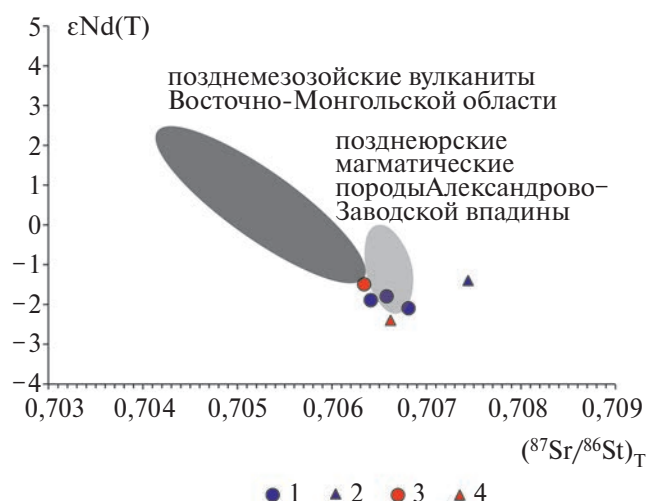


Рис. 4. Изотопный состав Sr и Nd в породах Нерчинской впадины. 1–2 – вулканы шадоронской серии (≈ 151 млн лет): 1 – SiO_2 55–57 мас. %, 2 – SiO_2 57–73 мас. %; 3–4 – вулканы ундинодаинской серии (≈ 131 млн лет): 3 – SiO_2 55–57 мас. %, 4 – SiO_2 61–62 мас. %.

Th, U, K и LREE (рис. 3 д). Силосические породы демонстрируют умеренные вариации редких элементов, их составы отвечают полям составов аналогичных пород как ВМО, так и БХО (рис. 3 г, е). По сравнению с шошонитами, высококалийными андезибазальтами и андезитами некоторые их разновидности слабо обеднены Ba, Sr, P и Ti, однако преобладают породы, в которых содержания несовместимых элементов слабо отличаются от их содержания в более основных породах.

Изотопные параметры вулканитов Нерчинской впадины приведены в таблице 2. В соответствии с диаграммой $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_T$ – $\epsilon\text{Nd}(T)$ (рис. 4) фигуративные точки составов пород находятся на продолжении тренда составов вулканитов ВМО [11], отличаясь от них пониженными умеренно-отрицательными значениями $\epsilon\text{Nd}(T)$, но повышенными $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_T$. Эти характеристики сближают их с позднеюрскими вулканитами шошонит-латитовой серии Александрово-Заводской впадины [5]. Разновозрастные представители вулканитов шошонит-латитовой и высококалийной серий Нерчинской впадины слабо различаются между собой по изотопному составу стронция $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_T = 0.70629 \dots 0.70676$ и неодайма ($\epsilon\text{Nd}(T) = -2.4 \dots -1.5$). Исключение составляет позднеюрский латит, $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_T = 0.70739$. Для него характерно повышенное Rb/Sr-отношение, что, по-видимому, указывает на наибольший вклад вещества континентальной коры, обогащённого радиогенным Sr.

ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные геохронологические данные позволяют установить в пределах Нерчинской впадины два этапа проявления вулканических серий: позднеюрский (≈ 151 млн лет) и раннемеловой (≈ 131 млн лет). Эти этапы и разделяющая их пауза хорошо согласуются с этапностью магматической и тектонической активности в регионе. Позднеюрские магматические серии наиболее широко распространены в БХО, формирование которой связывается с процессами конвергенции [19]. Раннемеловые серии коррелируются по времени своего образования с вулканическими процессами, протекавшими как в БХО, так и ВМО [11], которые, как уже отмечалось, контролировались разными геодинамическими механизмами.

Геохимические и изотопные данные указывают на одинаковый состав разновозрастных вулканитов Нерчинской впадины, а также на их принадлежность к шошонит-латитовым сериям. Последние, как правило, формируются в обстановках активных окраин, связанных с субдукцией, индикаторами которой являются пониженные содержания гидрофобных высокозарядных элементов Nb, Ta, Zr, Hf, Ti, умеренно-высокие отношения LREE/HREE, низкие умеренно-отрицательные значения $\epsilon\text{Nd}(T)$, но повышенные значения $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_T$. Именно такие характеристики типичны для вулканитов и, особенно, для наименее кремнекислых пород Нерчинской впадины.

Всё это свидетельствует о том, что юрско-меловые вулканиты Нерчинской впадины, выделяющиеся высокими содержаниями калия, принадлежат вулканическим породам тыловой зоны БХО и, скорее всего, были связаны с её развитием. В то же время их приуроченность к впадине северо-восточного простирания, характерной для структур ВМО, указывает на то, что растяжения коры, действовавшие в пределах рифтовой области восточной Монголии, охватывали территории, превосходившие её размеры и, в частности, повлияли на строение пограничных участков БХО.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации на проведение НИР ИГХ СО РАН по теме № 0284-2021-0006 (геохимические и изотопные исследования), НИР ИГМ СО РАН по теме № 122041400171-5 ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -датирование).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Приаргунская серия. Лист М-50-III (Балей). Цифровое издание. СПб.: ФГБУ "Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского", 2015.
2. Диденко А. Н., Ефимов А. С., Нелюбов П. А., Сальников А. С., Старосельцев В. С., Шевченко Б. Ф., Горошко М. В., Гурьянов В. А., Заможняя Н. Г. Структура и эволюция земной коры области сочленения Центрально-Азиатского пояса и Сибирской платформ, профиль Сковородино-Томмот // Геология и геофизика. 2013. Т. 54. № 10. С. 1583–1599.
3. Казимировский М. Э. Пространственно-временные и вещественные закономерности эволюции магматизма Нерча-Ингодинской рифтогенной зоны (Забайкалье) // Геология и геофизика. 1994. № 3. С. 40–49.
4. Перепелов А. Б. Геохимия позднекайнозойских высококалийных вулканических серий островодужной системы Камчатки: дис. ... канд. г.-м. наук: 04.00.02. Иркутск, 1989. 394 с.
5. Сасим С. А., Дриль С. И., Травин А. В., Владимирова Т. А., Герасимов Н. С., Носкова Ю. В. Шошонит-латитовая серия Восточного Забайкалья: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ возраст, геохимия и Sr-Nd изотопный состав пород Акатуевской вулканоплутонической ассоциации Александрово-Заводской впадины // Геология и геофизика. 2016. Т. 57. № 5. С. 962–982.
6. Сорокин А. А., Сорокин А. П., Пономарчук В. А., Травин А. В., Мельникова О. В. Позднемезозойский вулканизм восточной части Аргунского супертеррейна (Дальний Восток): $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ геохронологические и геохимические данные // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2009. Т. 17. № 6. С. 90–104.
7. Ступак Ф. М., Ярмолук В. В., Кудряшова Е. А. Позднемезозойский магматизм Усть-Карской впадины (Восточное Забайкалье) и его соотношения с магматизмом Большехинганского и Восточно-Монгольского вулканических поясов // Геология и геофизика. 2020. Т. 61. № 1. С. 19–33.
8. Ступак Ф. М., Кудряшова Е. А., Лебедев В. А. О юрском вулканизме и вулканах Шадоронской впадины Юго-Восточного Забайкалья // Вулканология и сейсмология. 2016. № 2. С. 18–31.
9. Травин А. В., Юдин Д. С., Владимиров А. Г., Хромых С. В., Волкова Н. И., Мехоношин А. С., Колотилина Т. Б. Термохронология Чернорудской гранулитовой зоны (Ольхонский регион, Западное Прибайкалье) // Геохимия. 2009. № 11. С. 1181–1199.
10. Ярмолук В. В., Никифоров А. В., Козловский А. М., Кудряшова Е. А. Позднемезозойская магматическая провинция востока Азии: строение, магматизм и условия формирования // Геотектоника. 2019. № 4. С. 60–77.
11. Ярмолук В. В., Козловский А. М., Саватенков В. М., Кудряшова Е. А., Кузнецов М. В. Позднемезозойская Восточно-Монгольская вулканическая область: строение, магматические ассоциации, источники магматизма // Петрология. 2020. Т. 28. № 6. С. 563–590.
12. Fan W.-M., Guo F., Wang Y.-J., Lin G. Late Mesozoic calc-alkaline volcanism of post-orogenic extension in the northern Da Hinggan Mountains, northeastern China // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 2003. V. 121. P. 115–135.
13. Fleck R. J., Sutter J. F., Elliot D. H. Interpretation of discordant $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age-spectra of Mesozoic tholeiites from Antarctica // Geoch. Cosm. Acta. 1977. V. 41. P. 15–32.
14. Irvine T. N., Baragar W. R. A. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks // Canad. J. Earth Sci. 1971. V. 8. № 5. P. 523–548.
15. Liu C., Zhou Z., Wang G., Wu C., Li H., Zhu Y., Liu T., Ye B. Geochronology and geochemistry of the Late Jurassic bimodal volcanic rocks from Hailisen area, central-southern Great Xing'an Range, Northeast China // Geological Journal. 2017. V. 53. P. 1–19.
16. Peccerillo A., Taylor S. R. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey // Contrib. Mineral. Petrol. 1976. V. 58. № 1. P. 63–81.
17. Sun S.-S., McDonough W. F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes / Saunders A. D., Narry M. J. (eds.) Magmatism in the Ocean Basins. Geological Society Special Publication. 1989. № 42. P. 313–345.
18. Wang F., Zhou X.-H., Zhang L.-Ch., Ying J.-F., Zhang Y.-T., Wu F.-Y., Zhu R.-X. Late Mesozoic volcanism in the Great Xing'an Range (NE China): Timing and implications for the dynamic setting of NE Asia // Earth Planet. Sci. Lett. 2006. V. 251. P. 179–198.
19. Yang Y. T., Guo Zh. X., Song Ch. Ch., Li X. B., He Sh. F. A short-lived but significant Mongol–Okhotsk collisional orogeny in latest Jurassic–earliest Cretaceous // Gondwana Res. 2015. V. 28. P. 1096–1116.
20. Yu Y., Xu W., Pei F., Yang D., Zhao Q. Chronology and geochemistry of Mesozoic volcanic rocks in the Linjiang area, Jilin province and their tectonic implication // Acta Geologica Sinica. 2009. V. 83. P. 245–257.

JURASSIC-CRETACEOUS HIGH-POTASSIC VOLCANISM OF THE NERCHINSK DEPRESSION IN EASTERN TRANSBAIKALIA AND ITS GEODYNAMIC NATURE

A. A. Vorontsov^{1,*}, E. N. Federyagina², S. I. Dril¹, S. A. Sasim²,
A. V. Travin³, A. E. Budyak¹

¹*Vinogradov Institute of Geochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Irkutsk, Russian Federation*

²*Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation*

³*V.S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, Russian Federation*

*E-mail: voront@igc.irk.ru

The geochronological, geochemical and Sr-Nd isotopic features of Late Mesozoic volcanic rocks associated with the development of the Nerchinsk depression in Eastern Transbaikalia are presented. Its structure involves the sequences of high-potassium subalkaline volcanic rocks containing of 55 to 73 wt.% SiO₂. ⁴⁰Ar/³⁹Ar isotope dating of bulk rock samples was performed. ⁴⁰Ar/³⁹Ar dating results from high-K basaltic andesite gives value of 150.8±1.8 Ma and from latite is 131.0±1.6 Ma. Volcanic rocks are characterized by depletion of hydrophobic Ti, Nb and Ta, slightly negative εNd(*T*) values, but increased in εSr(*T*), that probably indicates contamination processes of primary melts by crust component. In terms of their geological and geochemical characteristics, the volcanic rocks of the Nerchinsk depression belong to the shoshonite-latite series of the rear part of the Greater Khingan volcanic region, which formed in the subduction setting of a continental active margin.

Keywords: Eastern Transbaikalia, high-K volcanic rocks, ⁴⁰Ar/³⁹Ar dating, Late Mesozoic, incompatible elements, Sr and Nd isotopes, subduction processes