

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ СРЕДНЕРИФЕЙСКИХ ДИАБАЗОВЫХ ДАЕК ЗОНЫ ЗЮРАТКУЛЬСКОГО ГЛУБИННОГО РАЗЛОМА (БАШКИРСКИЙ АНТИКЛИНОРИЙ, Ю. УРАЛ)

В.В. Холоднов, Г.Б. Ферштатер, Н.С. Бородина, С.В. Прибавкин

Магматизм Башкирского мегантиклинория в рифейское время характеризуется широким спектром магматических образований. Начало магматизма отвечает здесь раннему рифею. Процессы магматизма в этот период были проявлены вначале только на самом севере развития рифейской зоны рифтогенеза, контролируемой Зюраткульским глубинным разломом. Продукты этого этапа магматизма образуют навышский вулканический комплекс айской свиты, а также широко проявлены в виде дайковых роев в архейском тараташском метаморфическом блоке [Парначев и др., 1986, Иванов, 1978 и др.]. Отмечается направленная эволюция дайковых роев этого блока с севера на юг и от более ранних к более поздним образованиям [Ленных, Петров, 1978]. Преобладают наиболее ранние низкотитанистые (0,7-1,1%) малокалиевые (0,3-0,6%) толеитовые диабазы. К югу тараташского блока тяготеют самые поздние щелочные диабазы; содержание калия в них возрастает до 2-3,5%, содержание титана – до 1,8-3,3%. Толеитовые диабазы первой группы близки по составу к траппам древних платформ.

Начало среднего рифея (около 1350 млн лет) – время формирования грабенов среднерифейской Кувашско-Машакской рифтогенной системы. На этом этапе отмечается более интенсивная магматическая деятельность и продвижение процессов магмообразования на юг. Существенно расширяется и набор магматических пород, а также их фаціальное разнообразие. Наряду с продуктами контрастного по составу базальт-риолитового вулканизма машакской, шатакской и кувашской свит и образованием многочисленных дайковых роев (рис. 1), в этот период формируется ряд крупных интрузий, также варьирующих по составу. Они пред-

ставлены стратифицированными массивами габброидов кусинско-копанского комплекса и сопровождающими их с востока Рябиновским и Губенским массивами гранитоидов, а также Бердяушским массивом габбро-гранитоидного состава, с телами нефелиновых сиенитов в центральной части.

Настоящая статья посвящена среднерифейским дайковым образованиям зоны Зюраткульского глубинного разлома (Кувашско-Машакский рифт) и прилегающих к ней территорий. Попытки типизации этих пород по особенностям их состава, геологической позиции, условиям становления, степени метаморфизма, предполагаемого возраста предпринимались и ранее [Варлаков, 1967; Алексеев, 1984, и др.]. Наши исследования базируются на новых геологических данных и современных аналитических исследованиях вещества.

По геологическому положению выделяются следующие группы пород: 1) ахтенский комплекс щелочно-базитовых даек, 2) дайки и силлы в карбонатных породах саткинской и бакальской свит нижнего рифея, 3) дайки в Бердяушском массиве, 4) тела амфиболитов в гранито-гнейсах Губенского массива; 5) дайки и силлы в габброидах Кусинско-Копанской интрузии, 6) жильные аналоги кувашских и назямских метабазальтов и амфиболитов.

Ахтенский комплекс щелочно-базитовых даек развит на самом севере обнаженной части Кувашско-Машакской рифтогенной системы в гнейсах и амфиболитах нижнепротерозойского ахтенского комплекса, а также в доломитах саткинской свиты нижнего рифея, прилегающих по зоне разлома с запада. Это меланократовые тонкозернистые амфиболиты гнейсовидной текстуры. Наиболее распространены

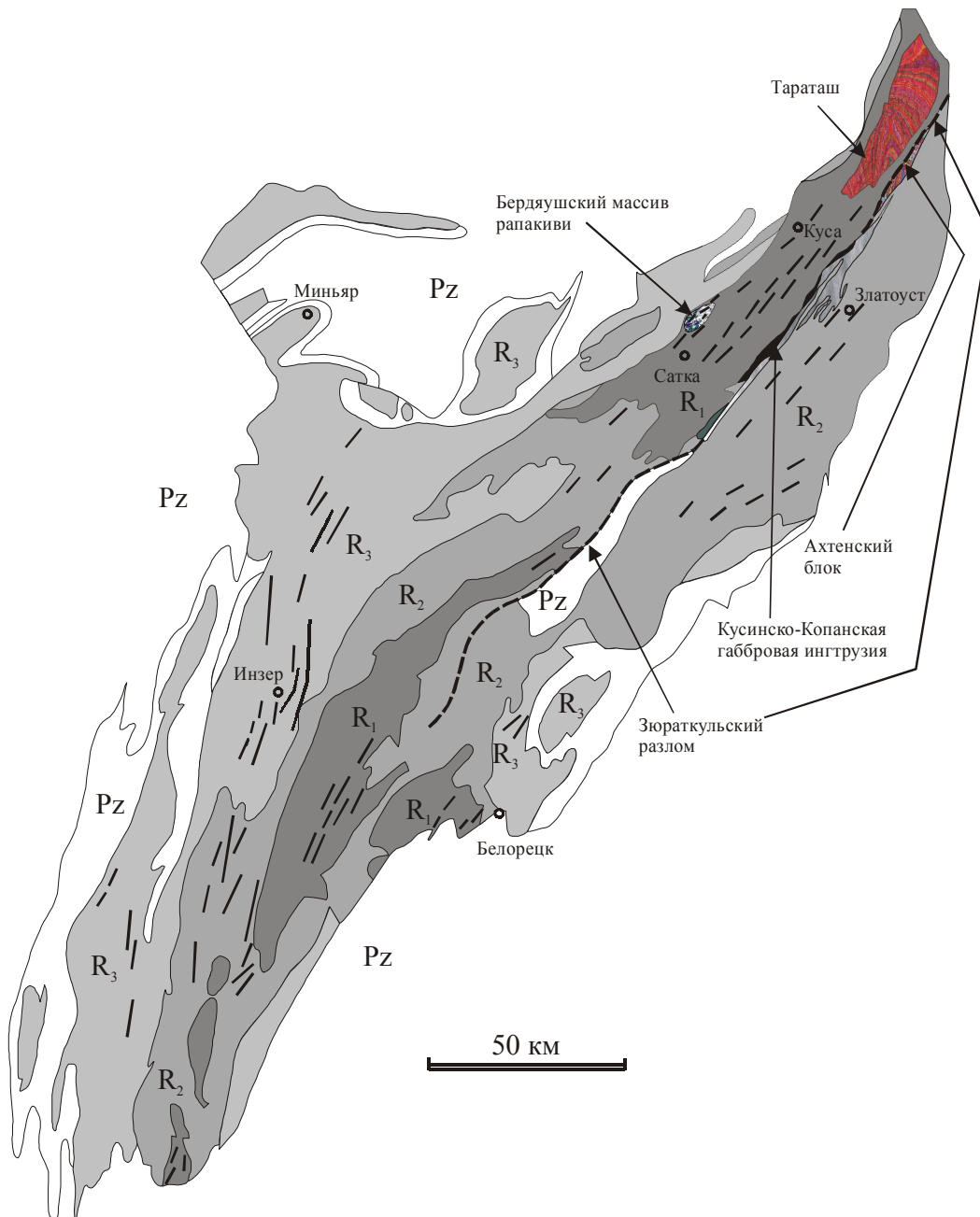


Рис.1. Схематическая геологическая карта Башкирского антиклинория

среди них биотитовые и амфибол-биотитовые разновидности, реже амфибол является единственным темноцветным минералом. Лейкократовые минералы представлены плагиоклазом, кислым в биотитовых разностях и основным – в амфиболовых. Широко распространен рудный минерал, иногда играющий роль главного породообразующего, встречаются его срастания с амфиболом, напоминающие графитку. Аксессуары – апатит и сфен. В породах нередок эпидот и карбонат.

Темноцветный минерал иногда замещен мусковитом и хлоритом, в таких разностях появляется кварц.

Дайки в карбонатных породах саткинской и бакальской свит нижнего рифея развиты наиболее широко в более южной части рассматриваемого района. Они встречаются здесь практически в каждом обнажении карбонатных толщ. Характеристика некоторых силлов и даек из этого района нами дана ранее [Фер-

штатер, Холоднов, 2003; Ферштатер и др., 2004]. Дайки здесь представлены преимущественно умеренно щелочными диабазами и габбро-диабазами, сходными по минеральному составу с некоторыми разновидностями диабазов ахтенского комплекса и с дайками в Бердяушском массиве. Одна из крупных (до 100 м мощности) даек в Бакальских карьерах неоднократно описывалась в литературе, по изотопным данным время ее формирования – 1347 млн лет [Эльмис и др., 2000].

Среди даек могут быть выделены две главные разновидности – роговообманковые диабазы и оливиновые габбро-диабазы. Роговообманковые диабазы – это мелкозернистые равномернозернистые меланократовые породы, основу структуры которых составляет нематобластовая ткань, образованная выделениями амфибола, в интерстициях – немногочисленные плагиоклаз и кварц. Рудный с лейкоксеном равномерно распределен по массе. Плагиоклаз представлен как эпидотизированными, так и чистыми неизмененными зернами. Оливиновые габбро-диабазы – это средне-крупнозернистые породы офитовой структуры. В составе пород – оливин, клинопироксен, плагиоклаз, флогопит. Породы вторично изменены – появляются светлые слюды, хлорит, эпидот

Дайки в Бердяушском массиве рассекают как интрузивные породы, так и вмещающие их деформированные доломиты саткинской свиты, имея с теми и другими закаленные контакты. Они представлены амфиболовыми диабазами. Амфибол имеет зональное строение и представлен коричневым керсутитом, в ядрах его отмечается клинопироксен, а по периферии развивается зеленая роговая обманка. Интерстиции выполнены тонкозернистым агрегатом, состоящим из слабоокрашенного амфибола, хлорита, единичных зерен калишпата и гидрогроссуляра. Широко распространены скелетные кристаллы ильменита.

Тела амфиболитов в гранито-гнейсах Губенского массива залегают согласно с гнейсовидностью гранито-гнейсов, протягиваясь на расстояние до 100 м при мощности до 1 м. Текстура их также гнейсовидная, структура разнообразная – от нематогранобластовой, равномернозернистой среднезернистой до гетеробластовой с крупными выделениями амфибола и биотита на фоне тонкозернистой кварц-полевошпатовой основной массы. В составе пород – амфибол, плеохроирующий в сине-зеленых то-

нах, биотит, кислый плагиоклаз, калишпат, иногда решетчатый, много эпидота, часто встречается сфен и апатит.

Дайки и силлы диабазов в габброидах Кусинско-Копанской интрузии изофациальны вмещающим их габброидам. В сравнении с интрузивными породами, они менее щелочные, вплоть до толеитовых. В малоглубинных южных массивах (Копанском и Маткальском) для них обычны закаленные контакты. Здесь это тонко-мелкозернистые породы офитовой структуры. Они равномернозернистые или порфировые. В составе пород – клинопироксен, амфибол, плагиоклаз, рудный минерал. В случае порфировой структуры в роли вкрапленников выступает плагиоклаз, клинопироксен или роговая обманка. В породах глубинной Кусинской интрузии – это гнейсовидные мелко-среднезернистые породы (амфиболиты) нематогранобластовой структуры. В их составе – роговая обманка (около 50%), плагиоклаз, рудный минерал, ортит, апатит, сфен. Плагиоклаз иногда альбитизирован. Дайки и силлы таких пород наиболее обильны в западном и восточном эндоконтактах Кусинской интрузии, где они иногда секут разгнейсованные и деформированные габброиды этого массива.

Дайки в кувашских метабазах и амфиболитах близки по составу, как и вмещающие их породы, дайкам и силлам диабазов и амфиболитов в габброидах Кусинско-Копанской интрузии. Петрографическая и петрохимическая характеристика метабазальтов и амфиболитов кувашской свиты приведена в [Парначев и др., 1986], сведения по геохимии – в [Карстен и др., 1997].

Наязмские амфиболиты и их жильные аналоги распространены в крайней восточной части Кувашко-Машакского рифтогенного грабена. Здесь они образуют верхнюю часть кувашской свиты. Выходы их в некоторых участках разреза достигают по ширине 0,5-1 км. На востоке они перекрыты кварцитами и сланцами таганайской свиты, имеющей верхнепротерозойский возраст. По составу и структуре – это гнейсовидные однородные, мелко-среднезернистые породы, состоящие из амфибола, эпидота, плагиоклаза. В небольшом количестве встречается кварц. Структура пород нематогранобластовая, иногда порфиробластовая. В роли порфиробластов – амфибол, эпидот. В отдельных образцах много рутила.

Отмеченные типы жильных пород по

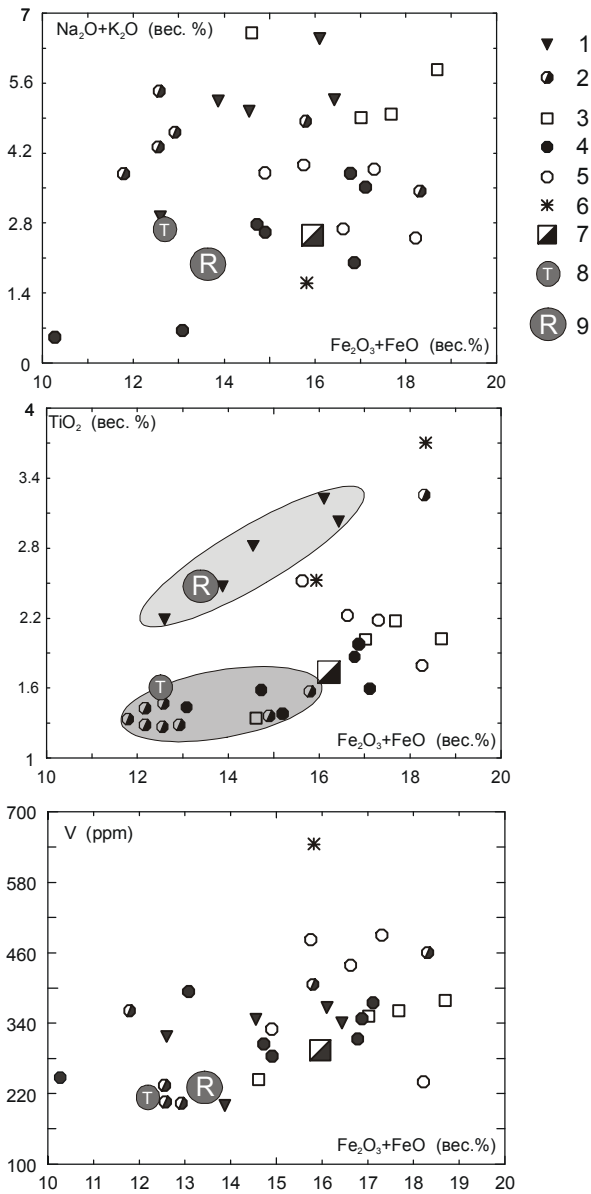


Рис. 2. Диаграммы $Fe_2O_3+FeO - Na_2O+K_2O, TiO_2, V$ для жильных пород базитового состава

1 – дайки в ахтенский комплексе, 2 – дайки в карбонатных породах саткинской и бакальской свит, 3 – тела амфиболитов в гранито-гнейсах Губенского массива, 4 – базальты и их жильные аналоги, 5 – дайки в габброидах кусинско-копанского комплекса, 6 – габбро кусинско-копанского комплекса, 7 – дайки в Бердяушском массиве рапакиви, 8-9 – средние составы траппов (8) и базальтов континентальных рифтов (9), по М.И. Кузьмину [1985]. Серым и светлосерым овалами обозначены поля составов даек в карбонатных породах и даек ахтенского комплекса соответственно.

своим геохимическим особенностям в первом приближении могут быть объединены в три группы. В первую входят дайки ахтенского комплекса, во вторую – дайки и силлы в карбонатных породах саткинской и бакальской свит и в третью – диабазовые дайки в пределах Кусинско-Копанской интрузии, тела амфиболитов в гранито-гнейсах Губенского массива и кувашские базальты и их жильные аналоги.

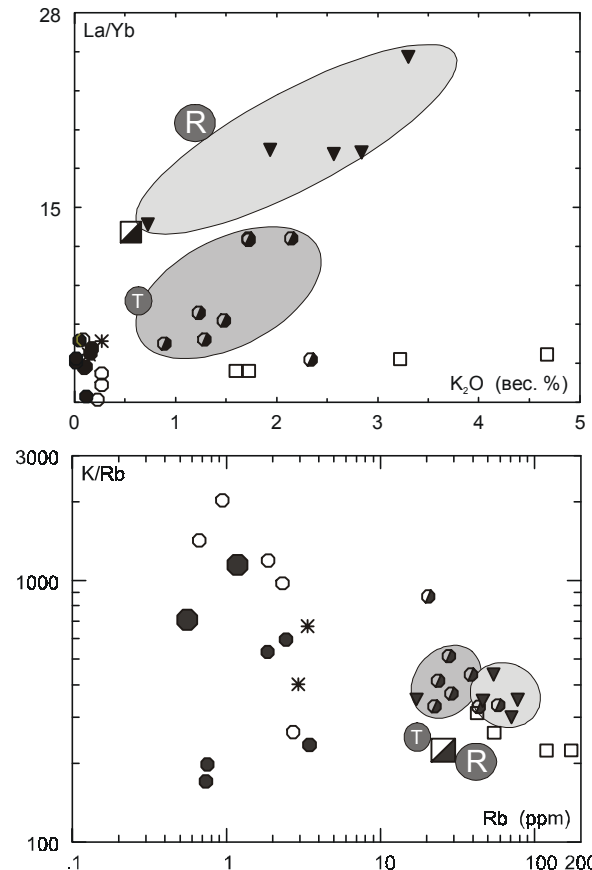
Все выделенные группы пород облада-

Рис. 3. Диаграммы $K_2O - La/Yb$ и $K/Rb - Rb$ для жильных пород базитового состава

Обозначения те же, что на рис. 2. Более крупными знаками 4 показаны составы назямских амфиболитов.

ют как общими (повышенное содержание железа), так и индивидуальными (в первую очередь по содержанию калия и ассоциированных с ним некогерентных редких элементов) чертами (таблица).

Наиболее высоким содержанием оксидов щелочных металлов, Rb и Ti, а также высоким значением La/Yb и низким -K/Rb (рис. 2, 3) обладают дайки ахтенского комплекса. Они же ха-



ГЕОХИМИЯ

Содержание петрогенных (вес.%) и редких (г/т) элементов
в типичных образцах жильных пород

Номер	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Проба	523	531	540	181	В3	155	314	171	319	460	473	399
SiO ₂	48.68	45.10	48.20	47.53	43.58	47.71	46.68	51.19	46.66	50.37	46.20	52.13
TiO ₂	3.03	2.47	1.57	3.25	1.71	2.18	2.02	2.51	1.21	1.977	1.869	1.314
Al ₂ O ₃	11.11	14.58	10.93	10.11	8.83	10.84	10.82	10.83	12.47	10.29	12.42	11.84
Fe ₂ O ₃	7.73	4.27	4.70	3.05	6.96	10.74	10.84	3.27	8.85	4.67	7.98	6.10
FeO	8.7	9.6	11.1	15.26	9.10	6.94	7.85	12.48	9.37	12.20	8.80	8.80
MnO	0.21	0.09	0.17	0.22	0.21	0.26	0.31	0.21	0.16	0.203	0.196	0.241
MgO	5.92	6.13	5.94	4.44	13.07	4.49	5.52	3.88	5.94	5.02	7.48	5.55
CaO	7.21	5.20	8.79	9.76	9.92	9.54	7.58	8.62	10.17	10.49	8.02	8.40
Na ₂ O	2.7	2.4	2.5	2.55	1.85	3.39	1.20	3.69	2.27	1.85	3.7	2.5
K ₂ O	2.57	2.84	2.34	0.89	0.60	1.59	4.67	0.27	0.23	0.16	0.10	0.12
P ₂ O ₅	0.36	0.48	0.20	0.42	0.28	0.26	0.25	0.31	0.09	0.25	0.20	0.14
LOI	2.06	7.50	2.55	1.98	3.54	1.76	1.96	1.64	1.70	1.90	2.35	1.35
Сумма	100.28	100.66	98.97	99.46	99.66	99.70	99.71	98.90	99.13	99.38	99.32	98.50
Li	15.01	31.13	37.76	Не опр.	73.52	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	3.57	21.20	8.15
Rb	71.03	54.05	58.06	22.38	23.43	42.51	172.93	2.31	0.94	1.12	3.47	1.85
Cs	1.92	1.98	2.81	0.96	0.75	0.50	2.35	0.04	0.01	0.01	0.33	0.06
Sr	344.5	87.9	225.7	221.1	241.0	281.7	132.9	167.0	241.6	170.1	163.3	95.3
Ba	515.9	1616.6	259.2	209.7	213.3	494.8	983.9	67.0	127.3	49.5	189.4	17.6
Sc	22.11	22.36	45.79	37.72	33.76	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	38.93	36.74	52.09
V	340.8	199.6	406.1	460.4	286.0	361.0	379.0	482.0	240.0	347.6	313.0	283.9
Cr	614.3	58.9	166.3	107.5	1411.7	430.0	230.0	405.0	312.0	215.0	233.6	218.5
Ni	171.8	22.8	81.6	74.1	414.6	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	100.9	145.7	97.7
Cu	29.7	67.8	166.3	182.3	74.2	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	120.4	34.6	23.4
Zn	191.6	120.2	138.9	152.0	220.4	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	106.4	124.4	88.7
Y	30.22	29.64	29.29	52.58	23.73	40.21	46.43	47.52	14.16	37.82	24.62	27.21
Nb	20.00	43.59	8.70	21.00	15.92	13.00	14.28	17.09	3.30	14.78	9.44	5.79
Ta	1.41	2.76	0.63	0.64	1.09	12.67	0.72	0.93	0.25	0.89	0.60	0.34
Zr	15.9	209.7	86.4	31.0	112.9	129.0	262.0	464.2	115.6	31.6	32.5	28.1
Hf	0.75	5.20	2.42	1.05	2.97	2.99	3.92	6.26	1.99	1.08	1.01	0.85
Pb	8.90	0.94	6.88	3.02	27.22	8.09	33.13	3.41	3.14	2.33	5.51	3.68
U	0.74	1.12	0.27	0.68	0.36	1.66	2.07	1.70	1.00	0.54	0.11	0.16
Th	4.44	4.69	1.11	2.75	1.61	9.02	4.87	9.84	3.70	1.91	0.87	0.80
La	43.17	51.63	13.03	23.51	23.38	13.00	20.10	16.78	3.02	17.60	8.68	6.16
Ce	89.59	104.29	29.12	58.50	40.54	34.72	100.87	38.35	18.83	40.29	24.71	15.34
Pr	11.84	12.65	4.08	7.67	6.42	5.01	6.79	5.21	1.31	5.19	3.24	2.21
Nd	48.14	48.97	17.52	33.75	27.11	25.90	34.17	26.43	7.50	23.18	15.22	10.56
Sm	9.48	8.61	4.40	8.55	5.48	6.28	8.01	5.80	2.12	5.59	3.98	3.01
Eu	2.66	2.53	1.44	2.22	1.72	1.87	2.33	1.66	0.62	1.72	1.33	0.98
Gd	7.91	7.27	4.53	9.14	5.13	7.34	9.50	7.67	2.68	5.92	4.32	3.68
Tb	1.15	1.11	0.78	1.44	0.74	1.15	1.34	1.26	0.43	0.99	0.68	0.64
Dy	6.24	5.77	5.01	8.35	4.20	6.34	7.37	7.21	2.57	6.25	4.17	4.33
Ho	1.14	1.13	1.10	1.82	0.83	1.31	1.55	1.60	0.54	1.31	0.87	0.94
Er	2.77	2.92	2.97	4.77	2.05	3.77	4.50	4.68	1.57	3.71	2.37	2.71
Tm	0.38	0.44	0.45	0.63	0.29	0.54	0.66	0.69	0.23	0.54	0.33	0.41
Yb	2.33	2.77	2.68	3.97	1.72	3.17	3.88	4.27	1.38	3.35	2.02	2.59
Lu	0.31	0.44	0.37	0.53	0.27	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	0.49	0.29	0.38

Примечание. 1, 2 – ахтенские амфиболиты; 3, 4 – диабазы в доломитах саткинской свиты; 5 – дайка в гранитах-рапакиви Бердяшского массива; 6, 7 – тела амфиболитов в гранито-гнейсах Губенского массива; 8, 9 – дайки в габброидах Медведевского (8) и Копанского (9) массивов; 10, 11 – кувашкие базальты; 12 – назямский амфиболит.

рактризуются наиболее высоким содержанием легких РЗЭ и низким – тяжелых (рис. 4). Фигуративные точки пород концентрируются в пределах светло-серого овала на рис. 2 и 3. По всем геохимическим параметрам породы близки щелочным базальтам континентальных рифтов.

Точки жильных диабазов в карбонатных породах саткинской и бакальской свит концентрируются в пределах серого овала на диаграммах (рис. 2, 3). При таком же содержании железа, как в ахтенских дайках, они обладают более низким значением La/Yb и более высоким содержанием титана, ванадия, меньшим содержанием калия, рубидия, более низким – K/Rb . По составу дайки этого комплекса близки породам трапповой серии Эфиопии, выделяемой в составе Восточно-Африканской рифтовой системы [Альмухамедов и др., 1986].

Породы третьей группы характеризуются повышенным содержанием железа и ванадия, заметно превышающим средние концентрации в континентальных толеитах (траппах) и в базальтах континентальных рифтов (рис. 2). Диабазы в габбро и базальты от других типов жильных пород отличаются относительно пониженной щелочностью. Эти же породы отличаются и минимальным содержанием K и Rb , примерно таким же, как и в наиболее распространенных габброидах Кусинско-Копанской интрузии (рис. 3). Остальные типы пород по этому параметру значительно превышают средние значения в траппах и рифтогенных базальтов континентов, приближаясь к щелочным базальтоидам.

Амфиболитовые тела в гранито-гнейсах Губенского массива отличаются повышенным содержанием K , Rb , суммы оксидов щелочных металлов, тогда как по содержанию железа, ванадия, титана, а также по величине La/Yb , они подобны остальным породам рассматриваемой группы.

Диабазовые дайки в Бердяушском массиве занимают промежуточное положение между породами второй и третьей групп.

Распределение РЗЭ во всех типах жильных пород близко (рис. 4). Все они имеют сходные тренды, различающиеся величиной La/Yb , о чем говорилось выше. Спайдер-диаграммы редких элементов из диабазов ахтенского комплекса и из даек в карбонатных породах характеризуются заметно более высокими значениями концентраций крупноионных литофильных элементов по сравнению с диабазовыми дайками

ми в габброидах, в том числе положительной аномалией калия. Что же касается кувашских базальтов и их жильных аналогов, то они обладают сходными спайдер-диаграммами с диабазовыми дайками в габброидах и близки по составу породам стратоидной серии Афа́ра.

Наименьшим содержанием калия и ассоциированных с ним редких литофильных элементов, а также минимальным значением La/Yb , отличаются назямские амфиболиты – самые молодые породы в составе кувашской вулканогенной свиты. По составу назямские амфиболиты очень близки к толеитам осевой зоны Красного моря.

Наличие общих геохимических особенностей разных типов жильных базитов среднерифейского возраста, наряду с геологическими данными, свидетельствует об определенной общности геодинамической обстановки среднерифейского времени (растяжение, рифтогенез, сопровождающий разрушение края континента Родиния [Ферштатер, Холоднов, 2003]). Индивидуальные геохимические особенности выделенных типов пород отражают разные этапы рифейского рифтогенеза в пределах Башкирского антиклинория. В наиболее крупной структуре – Кувашско-Машакском рифте-грабене, концентрируются щелочные базальтоиды ахтенского комплекса и близкие к толеитам жильные породы в габброидах и базальтах, тогда как в обстановке рассеянного рифтогенеза на остальной части антиклинория формируются промежуточные по своим геохимическим особенностям базиты.

Раскрытие Кувашско-Машакского рифта в среднем рифее практически повторяет все последовательные этапы деструкции континентальной коры, характерные для современных рифтовых систем, развитие которых завершается образованием спрединговых зон с полным разрывом сплошности литосферы и новообразованием коры океанического (красноморского) типа [Альмухамедов, Медведева, 1986; Казмин, 1986; Фролова, Бурикова, 1997 и др.]. Об этом свидетельствует появление здесь пород (назамские амфиболиты), по своим геохимическим характеристикам близких к базальтам спредингового типа. При этом здесь, так же как и при эволюции магматизма рифтовой системы Северо-Восточной Африки и Красноморского региона (от ранних базальтов трапповой формации через стратоидную серию Афа́ра к толеитам Красного моря), наблюдается закономер-

ГЕОХИМИЯ

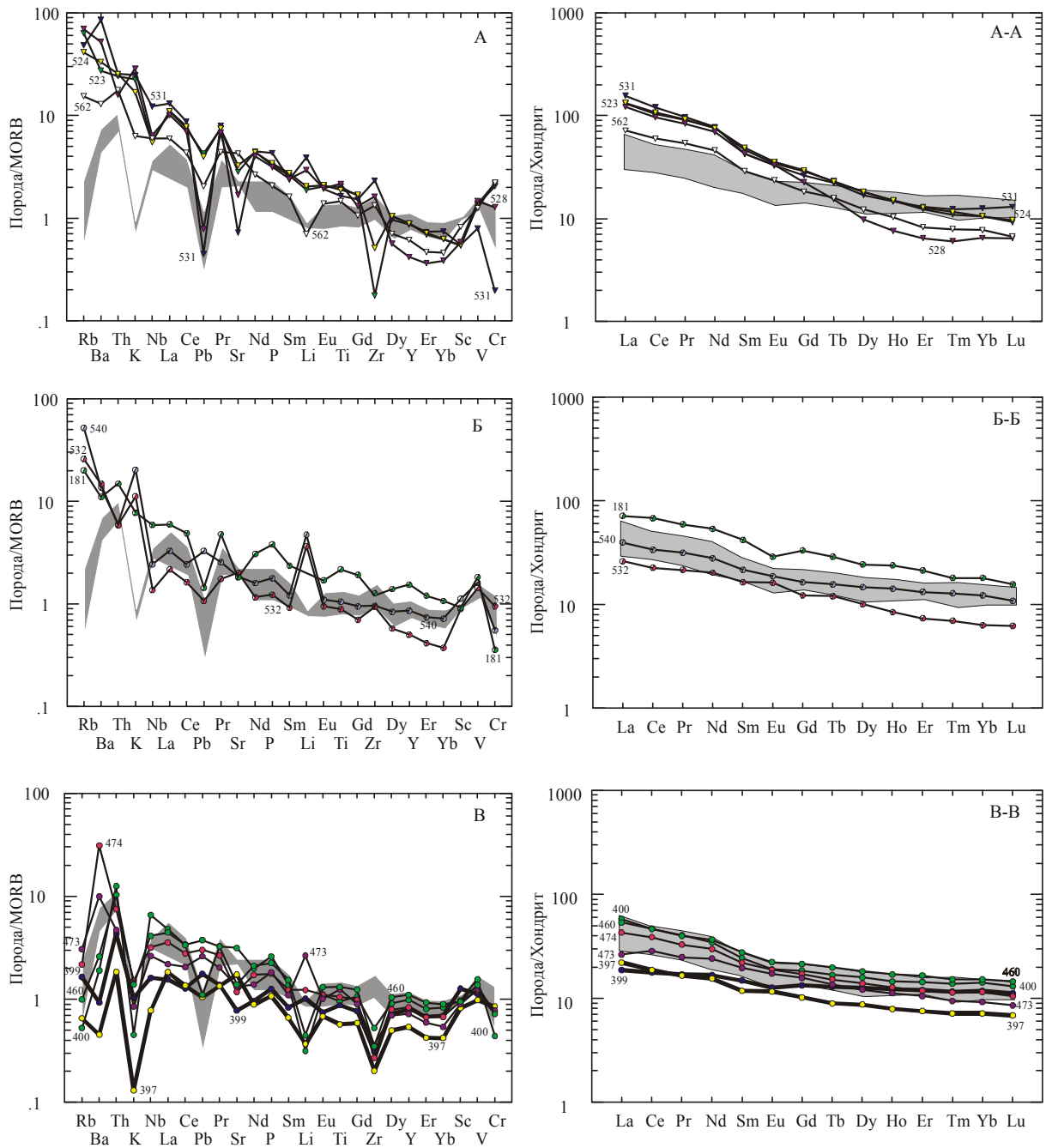


Рис. 4. Распределение редких и редкоземельных элементов в породах ахтенского комплекса (А), в дайках в карбонатных породах саткинской и бакальской свит (Б) и в кувашихских базальтах и их жильных аналогах (В). На диаграмме «В» жирными линиями показано распределение РЭ и РЗЭ наземских амфиболитах.

Серым полем на всех диаграммах показана область составов даек в габброидах кусинско-копанского комплекса.

ное изменение химизма пород, фиксируемое в составах выделенных и охарактеризованных выше геохимических типах диабазовых даек. Последовательно снижается общая щелочность и увеличивается количество кремнезема, Mg и Ca в породах, уменьшается содержание некоге-

рентных редких элементов (Li, Rb, Sr, Ba, Zr, Nb, Ti, P, РЗЭ) при росте элементов группы железа – Cr, Ni, Co, Cu, снижается доля трехвалентного железа.

Работа выполнена при поддержке грантов НШ-85.2003.5. и РФФИ 04-05—96052-р200Урал-а

Список литературы

- Алексеев А.А.* Рифейско-вендский магматизм западного склона Южного Урала. М.: Наука, 1984. 136 стр.
- Альмухамедов А.И., Медведев А.Я.* К геохимии инициальных стадий базальтового магматизма // Геохимия вулканитов различных геодинамических обстановок. Новосибирск: Наука, 1986. С. 49-69.
- Варлаков А.С.* Метаморфизм в связи с диабазами в районе Бакальского рудного поля. М.: Недра, 1967. С. 141.
- Иванов К.П.* Древнейшая платформенная вулканогенная формация на Урале // Вулканические образования Урала. Тр. Института геологии и геохимии. 1978. Вып. 134. С. 50-68.
- Казьмин В.Г.* Рифтовые структуры Восточной Африки-раскол континента и зарождение океана. М.: Наука, 1987. С. 204.
- Карстен Л.А., Иванов К.С., Маслов А.В. и др.* Природа машакской вулканогенно-осадочной ассоциации Башкирского антиклинория: новые геохимические данные // Рифей северной Евразии. Геология. Общие проблемы стратиграфии. Екатеринбург: УрО РАН, 1997. С. 155-165.
- Кузьмин М.И.* Геохимия магматических пород фанерозойских подвижных поясов. Новосибирск: Наука, 1985. 198 с.
- Ленных В.И., Петров В.И.* Диабазы тараташского комплекса и его обрамления // Вулканизм, метаморфизм и железистые кварциты обрамления тараташского комплекса. (Труды Ильм. гос.заповедника, вып. XIX, 1978) С. 59-67.
- Парначев В.П., Ротарь А.Ф., Ротарь З.М.* Среднерифейская вулканогенно-осадочная ассоциация Башкирского мегантиклинория (Южный Урал). Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986. С. 105.
- Ферштатер Г.Б., Холоднов В.В.* Среднерифейский магматизм Башкирского антиклинория как возможный предвестник раскрытия уральского палеоокеана // Материалы международной конференции «Магматизм на пассивных окраинах Родины». Уфа: ИГ УНЦ РАН, 2003. С. 7-10.
- Ферштатер Г.Б., Холоднов В.В., Прибавкин С.В.* Габбро-диабазовые дайки и силлы в ранне-среднерифейских породах Башкирского антиклинория // Ежегодник-2003. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2004. С. 201-206.
- Фролова Т.И., Бурикова И.А.* Магматические формации современных геотектонических обстановок. М.: Изд-во Московского университета, 1997. С. 319.
- Эльмис Р., Крупенин М.Т., Богатов В.И., Чаплыгина Н.В.* Раннесреднерифейский возраст основной генерации диабазовых даек в нижнерифейских породах района Бакала (Южный Урал) // Материалы 2 Всерос. петр. сов. Т. 4. Сыктывкар: Ин-т геологии КомиНЦ УрО РАН, 2000. С. 228-230.