

Томское отделение Российского минералогического общества
Томский государственный университет
Кафедра минералогии и геохимии



**МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ
И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ
АЗИИ**

Выпуск 2

Томск
2013

7. Логвиненко Н.В., Орлова Л.В. Образование и изменение осадочных пород на континенте и в океане. – Л.: Недра, 1987. – 237 с.
8. Шпакодраева Н.Т. Кварциты / Геология СССР. Т. XIV: Западная Сибирь. Полезные ископаемые. / Под. Ред. Кузнецова В.А. – М.: Недра. – 1982. – Кн. 2. – С. 48–53.

ПЕТРОХИМИЯ И ГЕОХИМИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ И РАССЕЯННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В БАЗИТАХ ПОЛЯРНОГО УРАЛА И ТОМСКИХ ДИАБАЗАХ

А.В. Мананков, Д.А. Бычков, Н.Е. Быков, Б.С.Страхов

Томский государственный университет, г. Томск

e-mail: mav.39@mail.ru

Петрохимия и геохимия редкоземельных и рассеянных элементов базитов Полярного Урала (восточный склон, район пос. Харп) и Томских даек изучены с помощью масс-спектрального метода с индуктивно связанной плазмой. Особенности содержания петрогенных элементов (табл. 1), петрохимические коэффициенты по Заварицкому (рис. 1), а также положение составов на диаграммах $MgO-CaO$, Al_2O_3-FeO позволяют отнести часть пород (без признаков метаморфизма, № 1, 2 и 5) к мафитовому тренду, а составы № 3 и 4 к среднему классу – метаморфизованным низко – и высокощелочным андезитам со значительным разбросом по основным ингредиентам пород.

Таблица 1 – Химический состав базитов Полярного Урала и Томского района (масс. %)

Оксиды	1	2	3	4	5
SiO ₂	48,67	45,08	62,30	57,66	50,89
TiO ₂	0,37	0,59	1,05	0,79	1,79
Al ₂ O ₃	16,93	14,85	11,98	15,14	15,74
Fe ₂ O ₃	5,01	8,54	3,73	2,82	6,37
FeO	6,34	7,69	5,51	4,27	5,25
MgO+MnO	5,80	7,73	3,05	3,36	4,57
CaO	11,84	9,95	5,96	5,11	7,28
Na ₂ O	2,00	1,40	1,43	2,93	3,67
K ₂ O	0,12	0,17	2,33	2,20	1,09
P ₂ O ₅	0,02	0,07	0,12	0,31	0,73
H ₂ O	0,28	0,30	0,17	0,38	0,39
П.п.п.	2,31	2,74	1,26	4,21	1,18
Сумма	99,69	99,11	98,89	99,18	98,95

Условные обозначения: 1 – базальт, 2 – основной пикробазальт, 3 – низкощелочной андезит (метаморфизованный базальт), 4 – высокощелочной андезит (амфиболитизированный базальт). 5 – средний состав основных дайковых форм вулканитов Томского района [1, 2].

Полученные спектры распределения редкоземельных элементов (РЗЭ), нормированные по хондриту [9, 12] для пород Полярного Урала резко различаются между собой (табл. 2, рис. 2).

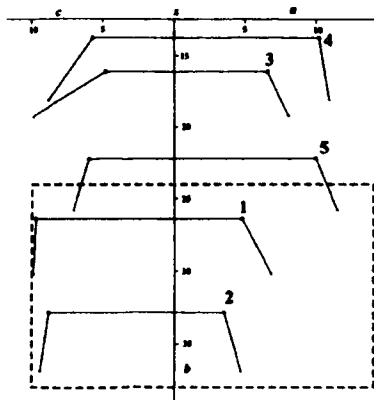


Рисунок 1 – Положение исходных базитов на петрохимической диаграмме А.Н. Заварицкого.

Условные обозначения: 1 – базальт, 2 – основной пикробазальт, 3 – низкощелочной андезит (метаморфизованный базальт), 4 – высокощелочной андезит (амфиболитизированный базальт), 5 – средний состав даек Томского района. Пунктиром обведено «петругрическое поле» составов [5].

Базальты и диабазы Малоуральского вулканоплутонического пояса (ВПП) имеют практически «плоское» распределение РЗЭ при незначительных пиках по Tb. Eu аномалия не наблюдается, или слабо выраженная, положительная. В свою очередь в амфиболитах ханмейхойской свиты (?) наблюдается их обогащение легкими РЗЭ, при более высоких содержаниях тяжелых РЗЭ, чем в базитах Малоуральского ВПП. В одном из анализов наблюдается отрицательная Eu аномалия. Также наблюдаются пики по Tb.

Спайдер-диаграмма рассеянных элементов, нормированных по примитивной мантии [11], также подтверждает существенное отличие базальтов и диабазов от амфиболитов (табл. 3, рис. 3). В общем случае амфиболиты в большей степени обогащены рассеянными элементами по сравнению с породами месторождения Новогоднее. Последние имеют хорошо выраженные максимумы Ba, U и Sr, и минимумы Th, K, Nb и Zr. Распределение рассеянных элементов в амфиболитах носит менее упорядоченный характер. Различаются по своему поведению Ba, Sr и Nb. Также имеется U максимум. Основным отличием от пород Малоуральского ВПП является Zr пик.

Сравнив данные результатов исследования распределения РЗЭ и рассеянных элементов с результатами предыдущих аналогичных исследований [6, 7 и 8], видно, что распределение РЗЭ и рассеянных элементов пород

Таблица 2 – Содержание РЗЭ в базитах Полярного Урала и дайках Томского района (г/т)

Порода	1	2	3	4	5
La	1,47	1,93	21,5	11,9	51,21
Ce	3,1	4,6	53	28,1	114,2
Pr	0,45	0,69	7	3,95	-
Nd	2,32	3,84	30	16,9	49,2
Sm	0,64	1,2	6,7	3,4	10,9
Eu	0,36	0,44	1,25	0,98	3,5
Gd	0,92	1,35	8	3,4	-
Tb	0,2	0,37	1,72	0,59	1,29
Dy	0,97	1,45	8,7	2,63	-
Ho	0,21	0,33	1,68	0,52	-
Er	0,66	0,91	4,52	1,47	-
Tm	0,08	0,14	0,63	0,23	-
Yb	0,59	0,9	4,3	1,38	2,81
Lu	0,11	0,14	0,64	0,23	0,42

Примечание. 1 – пикробазальт; 2 – диабаз; 3 – низкощелочной андезит; 4 – андезит (амфиболитизированный базальт); 5 – томские диабазы

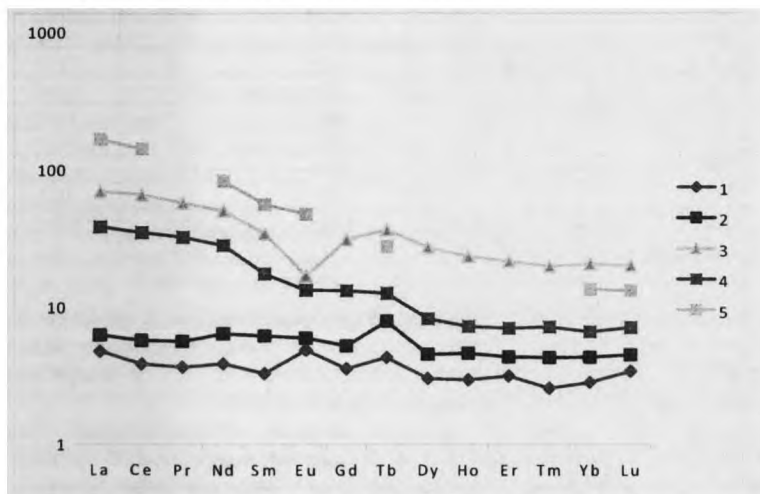


Рисунок 2 – Распределение РЗЭ в базитовых породах Полярного Урала и томских базальтах, нормированных по хондриту [9, 12].

Условные обозначения: 1-2 – базальт и диабаз Малоуральского ВПП (S-D) – месторождение Новогоднее II; 3-4 – амфиболиты ханмейхойской свиты (PR₁) – месторождение Амфиболитовое; 5 – томские диабазы триасового возраста.

Малоуральского ВПП хорошо сопоставляется с распределениями этих элементов в *базальтах островных дуг*.

В свою очередь распределение элементов в амфиболитах указывает на возможную принадлежность исходных пород к формации базальтов: 1) *континентальных рифтов* или 2) *океанических островов*. Если учесть историю геологического развития, то первый вариант оказывается предпочтительней. Для его подтверждения на рис. 2 и 3 приведены тренды распределения РЗЭ и рассеянных элементов базальтов, находящихся около пос. Мирный Томского района, которые относятся к плитно-платформенной формации *верхнетриасового возраста* на стадии тектонической активизации, сопровождающейся растяжением.

Таблица 3 – Содержание рассеянных элементов в базальтах Полярного Урала и дайках Томского района (г/т)

Порода	1	2	3	4	5
Rb	2,66	4,1	68	39	28,5
Ba	53	67	152	345	844
Th	0,161	0,27	4,5	2,6	3,12
U	0,352	0,46	1,97	1,41	1,46
K	996	1411	19339	18260	9047
Nb	0,45	0,63	16,1	3	0
La	1,47	1,93	21,5	11,9	51,21
Ce	3,1	4,6	53	28,1	114,2
Sr	445	374	142	424	1601
P	88	308	528	1452	3212
Zr	7,4	8,6	297	122	0
Sm	0,64	1,2	6,7	3,4	10,3
Ti	2220	3540	6300	4740	10740
Y	5,3	7,9	41	13,6	0

Примечание: номера проб соответствуют номерам в таблице 2

Томские диабазы по основным макроэлементам, как и по структурно-текстурным особенностям, ближе к основным вулканитам Малоуральского ВПП (S-D), а по содержанию рассеянных и РЗЭ – к амфиболитам ханмейхойской свиты (PR₁) Полярного Урала.

В настоящее время большинство петрологов, разделяющих взгляды неомобилистов и плитной тектоники, придерживаются мнения о том, что важными индикаторами принадлежности магматических пород к геодинамическим обстановкам с позиции глобальной тектоники является характер распределения редкоземельных и рассеянных элементов [4, 6, 7, 11, 12 и др.], а также несовместимых высокозарядных элементов (Th, Nb, Zr, Ta, Hf) и химических микроэлементов с крупными ионными радиусами – Rb, Ba, Sr и др. [2, 8].

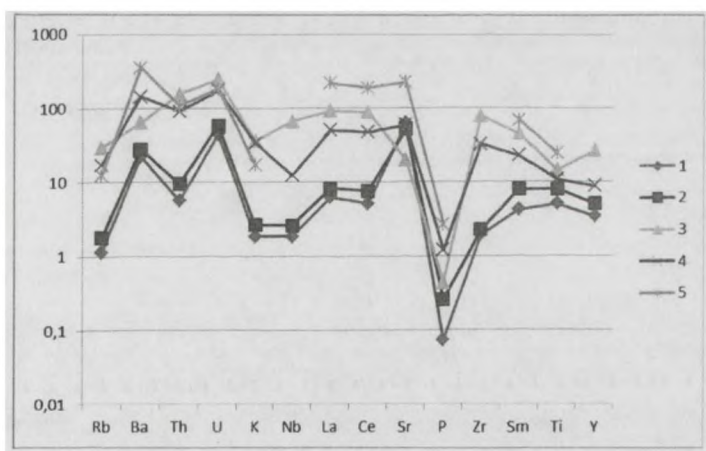


Рисунок 3 – Распределение рассеянных элементов в породах Полярного Урала и томских базальтах, нормированных по примитивной мантии [11].

Примечание: 1–2 – базальт и диабаз Малоуральского ВПП (месторождение Новогоднее II); 3–4 – амфиболиты ханмейхойской свиты (месторождение Амфиболитовое); 5 – базальты томских даек (район пос. Мирный).

На фоне этих исследований, конкретизирующих и развивающих догматизированную теорию тектоники плит, появились работы с альтернативными моделями и гипотезами. В последних как бы возрождается геосинклиальная модель, но с учетом полициклического рифтогенеза. Так, недавно в качестве альтернативы мобилистам и «глобальной тектонике плит» предложена полициклическая грабеново-горстовая модель на примере развития обширных докембрийско-палеозойских подвижных поясов Урала и Западной Сибири [10]. Эта модель не предполагает обязательного использования геохимических и петрохимических индикаторов при обосновании развития, например, Уральского подвижного пояса по канонам теории глобальной тектоники плит и доказывает существование единого докембрийско-палеозойского Урало-Западносибирского подвижного пояса (УЗСПП).

Полученный нами материал не дает оснований для подтверждения сегодня альтернативной модели. Если даже представить Полярный Урал, вместе с фундаментом прилегающих с востока и запада платформ, в виде единой геотектонической системы, то сведения о петрографии, минералогии, петрохимии и геохимии редкоземельных и рассеянных элементов в базитах позволяют наметить три разновозрастных вулканоплутонических этапа, которые с позиции геодинамики укладываются в две стадии: островодужную и внутриплитную. Разновозрастные базиты внутриплитных (платформенных) стадий локализованы в узких зонах рифтогенеза. По структурно-текстурным особенностям и петрохимии вулканыты силур-девонского и триасового

возрастов весьма близки, а вот по минерагении отличия очевидны, что подтверждается геохимией редкоземельных и рассеянных элементов. Поэтому при построении геологической теории, кроме геодинамических представлений, нужно придерживаться традиционной методологии [3, 4] и применять новые данные всех ветвей геологии, включая геофизику, экспериментальную минералогию и геохимию.

Литература

1. Врублевский В.А., Нагорский М.П., Рубцов А.Ф. и др. Геологическое строение области сопряжения Кузнецкого Алатау и Кольвань-Томской складчатой зоны. – Томск: Изд-во ТГУ, 1987. – 94 с.
2. Геодинамика, магматизм и металлогения Кольвань-Томской складчатой зоны / Сотников В.И., Федосеев Г.С., Кунгурцев Л.В. и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1999. – 227 с.
3. Добрецов Н.Л. Введение в глобальную петрологию. – Новосибирск: Наука, 1980. – 199 с.
4. Душин В.А. Магматизм и геодинамика палеоконтинентального сектора севера Урала. – М.: Недра, 1997. – 213 с.
5. Мананков А.В., Яковлев В.М., Владимиров В.М., Бабанский И.Д. Экспериментальное исследование условий кристаллизации петругических расплавов и стекол. – Томск: Изд-во ТГУ, 1976. – 202 с.
6. Мартынов Ю.А., Дриль С.И., Чашин А.А. и др. Геохимия базальтов островов Кунашир и Итуруп – роль несубдукционных факторов в магмогенезисе Курильской островной дуги // Геохимия. – 2005. – № 4. – С. 369–383.
7. Наумов В.Б., Коваленко В.И. и др. Средние содержания петрогенных, летучих и редких элементов в магматических расплавах различных геодинамических обстановок // Геохимия. – 2004. – № 10. – С. 1113–1124.
8. Полтавец З.И., Нечкин Г.С. Редкоземельные и рассеянные элементы в скарново-магнетитовых месторождениях Урала и Тургая / Ежегодник-2009. Тр. ИГГ УрО РАН, вып. 157, 2010. – С. 237–240.
9. Складов Е.В. Интерпретация геохимических данных: Учеб. пособие. – М.: Интернет Инжиниринг, 2001. – 288 с.
10. Чувашов Б.И. Полициклическая грабеново-горстовая модель развития палеозойских подвижных поясов на примере Западной Сибири и Урала – альтернатива «глобальной тектонике плит» // Био- и литостратиграфические рубежи в истории Земли: труды Междунар. научн. конф. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2008. – С. 3–16.
11. McDonough W.F., Sun S.S. The composition of the Earth // Chem. Geology. – 1995. – V. 120 – P. 223–253.
12. Sun S.S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematic of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes // Magmatism in oceanic basalts (Saunders A.D., Norry M.J. Eds) // Geol. Soc. Spec. Publ – 1989. – № 42. – P. 313–345.