

Г.Н. АНОШИН, О.Н. ВОЛЫНЕЦ, Г.Б. ФЛЕРОВ,
Н.П. ГОЛОВАНОВА, В.Г. ЦИМБАЛИСТ

**ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ ПО РАСПРЕДЕЛЕНИЮ ПЛАТИНОИДОВ
В СОВРЕМЕННЫХ БАЗАЛЬТАХ КАМЧАТКИ**

(Представлено академиком В.С. Соболевым 9 VI 1981)

Среди обширных геохимических материалов по вулканическим породам островных дуг, полученных за последние 20 лет, полностью отсутствуют данные по платиновым металлам, так что предлагаемая работа является первой публикацией такого рода.

Хорошо известно, что по среднему содержанию в земной коре платиновые металлы являются одними из наименее распространенных элементов, причем приводимые в литературе кларки платиноидов являются весьма условными. Содержание платиновых металлов в различных типах магматических пород в настоящее время можно примерно оценить в пределах 10^{-7} – 10^{-9} %. Естественно, что определение столь низких концентраций представляет крайне сложную аналитическую проблему. В Институте геологии и геофизики СО АН СССР были разработаны различные методики атомно-абсорбционного определения платиновых металлов с предварительным экстракционным концентрированием [1]. В качестве экстрагентов применяли в основном производные ароматических аминов (алкиланилин, октиланилин и др.), а также нефтяные сульфиды. Достигнутые пределы обнаружения составляют для Pt $2 \cdot 10^{-7}$ %, Pd $1 \cdot 10^{-7}$ %, Rh $5 \cdot 10^{-8}$ % с воспроизводимостью 25–30%.

Объектом исследования послужили базальты Большого трещинного Толбачинского извержения 1975–1976 гг. (БТТИ), хорошо изученные в отношении минералогического, химического и редкоэлементного состава [2–5]. В ходе извержения наблюдалась последовательная смена составов лав от магнезиальных базальтов умеренной щелочности (оливиновые толеиты) на Северном прорыве к глиноземистым субщелочным базальтам (преимущественно нефелин-нормативные щелочные оливиновые базальты) — на Южном прорыве. Преобладающая масса пород каждого прорыва характеризуется устойчиво однородным составом, и лишь в конце Северного и начале Южного прорыва проявились небольшие объемы базальтов промежуточного состава.

Изучена коллекция из 10 образцов лав Северного прорыва и 16 образцов Южного прорыва. Результаты определений содержаний Pt, Pd, Rh приведены в табл. 1, а статистические параметры распределения этих элементов — в табл. 2.

Платина в базальтах Северного прорыва распределена довольно неравномерно. Концентрации ее находятся в пределах 3,0–29,0 мг/т. Вариации содержаний в базальтах Южного прорыва значительно уже (2,3–9,0 мг/т), о чем свидетельствуют также меньшие величины стандартного отклонения и коэффициента вариации. В целом среднее содержание Pt в базальтах Северного прорыва более чем в 2 раза выше, чем в базальтах Южного прорыва.

Сведения о распространенности Pt в базальтах различных геоструктурных зон практически отсутствуют. Среднее содержание Pt в магнезиальных базальтах Северного прорыва близко к таковому ($\bar{X} = 10$ мг/т) в базальтовых коматиттах

Таблица 1

Содержание Pt, Pd и Rh (мг/г) в базальтах БТТИ

№ обр.	Pt	Pd	Rh	№ обр.	Pt	Pd	Rh
Северный прорыв				Южный прорыв			
ТБ-12-7	3,0	2,3	1,5	6039	3,0	7,5	2,7
ТБ-13-7	3,0	2,0	0,3	А-606	5,0	12,0	3,0
Т-23	16,0	1,8	1,4	А-613	3,5	11,0	0,7
А ₁₀ В ₁	13,0	2,3	0,6	А-665	2,3	1,3	0,9
А ₁₅ В ₁	29,0	27,0	Не опр.	А-618	2,8	2,5	0,5
А ₁₄ В ₁	5,5	1,1	0,9	А-619	2,6	2,4	0,8
ТЛ-22-8-2	6,0	3,0	1,2	ТЛ-26-6/76	2,6	3,2	0,7
ТБ-23-8-5	3,5	2,2	0,4	ТЛ-10-9-76	3,0	2,0	0,9
ТЛ-25-8-5	6,0	3,3	0,9	ТЛ-15-9-76	5,0	1,9	1,5
ТЛ-27-8-5	5,4	2,7	1,0	ТЛ-14-10-76	3,6	1,6	1,4
Южный прорыв				ХТЛ-11-11/76	4,3	4,2	1,3
6028/3	4,7	3,2	12,0	ХТЛ-4-12/76	3,2	2,4	0,7
6038	4,2	0,8	0,6	А-103В-1	9,0	18,0	Сл.
				А-104В-1	6,0	3,8	Сл.

Примечание. В обр. 6028/3 определен рутений – 3,9 мг/г.

Таблица 2

Статистическая оценка распределения концентраций Pt, Pd и Rh в базальтах БТТИ

Параметр	Северный прорыв			Южный прорыв		
	Pt	Pd	Rh	Pt	Pd	Rh
<i>n</i>	10	10	9	16	16	14
\bar{x}	9,7	4,8	0,9	4,1	4,9	2,1
<i>S</i>	7,96	7,84	0,42	1,89	4,83	2,96
$S_{\bar{x}}$	2,52	2,84	0,14	0,423	1,21	0,79
\tilde{x}	7,6	2,9	0,8	38,0	3,4	1,3
$S_{lg x}$	0,306	0,369	0,242	0,157	0,37	0,362
Pt	0,72			0,53		
Pt + Pd	(0,67)			(0,46)		

Примечание. *n* – число проб, \bar{x} – среднее арифметическое, *S* – стандартное отклонение, $S_{\bar{x}}$ – стандартная ошибка среднего, \tilde{x} – среднее геометрическое, $S_{lg x}$ – стандартное отклонение логарифмов концентраций. В строке $\frac{Pt}{Pt + Pd}$ цифры без скобок – для средних геометрических значений, в скобках – для средних арифметических.

Мунро Тоуп, Онтарио, Канада, однако в целом несколько ниже, чем в более магнетиальных ультрамафитовых коматиитах ($\bar{x}=13$ мг/г) этого же региона [6].

Палладий. Средние содержания Pd в породах обоих прорывов близки, хотя частоты концентраций Pd в базальтах Южного прорыва лежат в области несколько более высоких значений. Однако распределение Pd лучше аппроксимируется логнормальным законом. Сравнение статистических параметров, характеризующих логнормальное распределение, по *t*- и *F*-критериям показало значимое различие средних дисперсий с вероятностью 95%.

Сопоставление полученных результатов с литературными данными [6] показывает, что содержание Pd в островодужных базальтах имеет промежуточное значение между средними содержаниями его в базальтах Срединно-Атлантического хребта (0,7 мг/т) и в континентальных толеитовых платобазальтах (6,4 мг/т).

В ряде работ [6, 7] в качестве важного геохимического критерия используется отношение $Pt/(Pt + Pd)$, которое в целом уменьшается от ультраосновных пород к основным. В нашем случае величина этого отношения в магнезиальных базальтах Северного прорыва значительно выше, чем в глиноземистых субщелочных базальтах Южного прорыва. В целом значения этого отношения в Толбачинских базальтах укладываются в пределы, характерные для различных типов ультраосновных лав, по данным Дж. Крокетта [6, 7]. Отметим лишь, что в случае магнезиальных разностей (Северный прорыв) величина этого отношения наиболее близка к таковой в перидотитовых коматиитах.

Родий. Распределение содержаний Rh в лавах обоих прорывов аппроксимируется логнормальным законом, причем средние содержания этого элемента в базальтах Северного и Южного прорывов статистически не различаются. Однако отличия в дисперсиях содержаний существенны (большая характерна для базальтов Южного прорыва).

Литературные данные по распределению Rh в магматических породах крайне немногочисленны и фактически приводятся только для платиноносных ультраосновных пород. Среднее содержание Rh в базальтах БТТИ значительно ниже, чем в отмеченных ультраосновных породах. По-видимому, родий проявляет ту же тенденцию, что и другие элементы платиновой группы: уменьшение концентраций от ультрабазитовых к базитовым разностям.

Приведенные данные по распределению платины, палладия и родия свидетельствуют о различии в содержании этих элементов в магнезиальных базальтах умеренной щелочности Северного прорыва и глиноземистых субщелочных базальтах Южного прорыва. При этом неравномерность распределения Pt, Pd и Rh в базальтах обоих прорывов, по-видимому, может быть объяснена присутствием различных рудных минералов (особенно шпинелидов и интерметаллических соединений [5]), которые могут содержать повышенные концентрации платиноидов. С учетом инертности поведения платиновых металлов в процессах разделения магматического вещества наблюдаемые различия в содержаниях Pt, Pd и Rh в базальтах Северного и Южного прорывов БТТИ, скорее всего, свидетельствуют в пользу гипотезы о проявлении в ходе извержения двух независимых, контрастных по составу базальтовых магм [2-4].

**Институт геологии и геофизики
Сибирского отделения Академии наук СССР,
Новосибирск**

**Поступило
1 VII 1981**

**Институт вулканологии Дальневосточного научного центра
Академии наук СССР, Петропавловск-Камчатский**

ЛИТЕРАТУРА

1. Цимбалист В.Г. и др. В кн.: Физические методы анализа в геохимии. Новосибирск, 1978.
2. Волюнец О.Н., Флеров Г.Б. и др. - ДАН, 1976, т. 228, № 6, с. 1419.
3. Волюнец О.Н., Флеров Г.Б. и др. - ДАН, 1978, т. 238, № 4, с. 940.
4. Флеров Г.Б., Соболев А.В. и др. - Вулканол. и сейсмол., 1980, № 3, с. 3.
5. Округин В.М., Гаранин В.К. и др. В кн.: Геологические и геофизические данные о Большом трещинном Толбачинском извержении 1975-1976 гг. М.: Наука, 1978, с. 106.
6. Crocket J.H. - Canad. Mineral., 1979, vol. 17, p. 391.
7. Crocket J.H., Teruta Y. - Canad. J. Earth Sci., 1977, vol. 14, p. 777.