

УДК 550.422:552.5

Вениченко В.М., Горячкина Д.О.

## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ Rb-Sr И Sm-Nd ИЗОТОПНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОСАДОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

**Вениченко Вера Михайловна** студентка института химии и проблем устойчивого развития, e-mail: venichenko95@gmail.com

**Горячкина Дарья Олеговна** студентка института химии и проблем устойчивого развития e-mail: goryachkina95@bk.ru

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, 125047, Россия, г. Москва, Миусская пл., д. 9

*В работе представлено описание метода исследования изотопов Rb-Sr и Sm-Nd. Метод включает химическое переваривание, ионообменное разделение и изотопную масс-спектрометрию. Этот метод был использован для исследования изотопов осадочных пород.*

**Ключевые слова:** методика изотопных исследований; горные породы; изотопные отношения; масс-спектрометр Sector-54; химическая подготовка.

## METHOD OF RB-SR AND SM-ND ISOTOPIC STUDIES OF SEDIMENTARY ROCKS

Venichenko V.M., Goryachkina D.O.

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

*This paper presents a description of Rb-Sr and Sm-Nd isotope study method. The method includes chemical digestion, ion exchange separation, and isotope mass spectrometry. The method was used for isotope study of sedimentary rocks.*

**Keywords:** method of isotope study; rocks; isotope ratios; mass spectrometer Sector-54; chemical preparation.

Изотопные исследования древних осадочных пород Земли позволяют устанавливать условия образования пород и источники сноса обломочного материала, из которого эти породы образованы [1, с.251]. Результаты изотопных исследований осадочных горных пород могут быть использованы при создании палеоэкологических реконструкций.

Объектом исследования были осадочные горные породы, слагающие Байкало-Патомское нагорье, Восточная Сибирь [2, с.18].

Целью работы было изучение коллекции проб горных пород с помощью Sm-Nd и Rb-Sr методов. Необходимо было решить следующие задачи:

1. Химическая подготовка проб;
2. Измерение изотопных отношений на масс-спектрометре Sector-54;
3. Обработка полученных результатов.

Пробы представляли собой тонкодисперсную пудру. Взятую навеску помещали в сосуд для разложения. Затем к навеске добавляли изотопный трассер для определения изотопных отношений ( $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ ,  $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ ) методом изотопного разбавления. В сосуды для разложения добавляли концентрированные плавиковую и азотную кислоты, для осуществления химического растворения силикатных и других минералов, входящих в состав породы. Сосуды помещали в стальные автоклавы и устанавливали в термощкаф на 72 часа при температуре 175°C. После остывания автоклавов их вскрывали, извлекали сосуды для разложения и выпаривали полученные растворы.

Для разделения проб использовалась колоночная ионообменная хроматография. Процесс осуществляли при использовании синтетических

органических смол за счет обмена ионов между пробой и смолой. При помощи этого вида хроматографии можно разделить вещества, которые содержат ионы с разным сродством к смоле, используемой для разделения. Раствор пробы загружали в хроматографическую колонку, содержащую 2 мл ионообменной смолы BioRad AG W1x8. Далее в колонку дважды добавляли порции элюента, для того чтобы смыть пробу с внутренней поверхности полой части колонки. После добавляли 6,8 мл элюента. Собранные на этой стадии 9,8 мл элюата отбрасывали. Затем под колонку ставили бюкс и добавляли в колонку 1,5 мл элюента, который вытесняли из смолы содержащийся в пробе Rb. После сбора фракции Rb в колонку добавляли еще 6,4 мл элюента. Вытесненный из смолы элюат отбрасывали. Затем под колонку помещали бюкс для сбора фракции Sr и загружают в колонку 3,5 мл элюента для вытеснения из смолы фракции Sr. Бюксы после сбора фракций ставили на тефлоновую плитку и выпаривали досуха и переводили в нитрат. Перед сбором фракции Nd+Sm в колонку добавляли 4 мл элюента (HCl 4 н). Вытесненный из смолы элюат отбрасывали. Затем под колонку помещали бюкс для сбора фракции Nd+Sm и загружали в колонку 6 мл элюента для вытеснения из смолы фракции Nd+Sm. Бюксы после сбора фракции ставили на тефлоновую плитку и выпаривали досуха.

Подготовленные фракции Rb, Sr, Sm и Nd наносили на отожженные одноразовые источники ионов, для последующей загрузки подготовленных проб в масс-спектрометр Сектор 54, с целью

проведения анализа изотопного состава загруженных фракций Rb, Sr, Sm и Nd.

Измеренные на масс-спектрометре изотопные отношения относятся к смеси исследуемого образца и изотопного трассера, который добавляли к образцу перед началом процедуры химического растворения. Для обработки измерений были взяты измеренные на масс-спектрометре изотопные отношения Rb и Sr,

Sm и Nd, навеска пробы, масса трассера. В результате расчетов, проведенных по методу [3, с.1026], получены концентрации самария и неодима, рубидия и стронция, величина отношений  $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$  и  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ,  $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$  и  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ , которые требовалось определить. Полученный результат представлен в таблице.

**Таблица 1. Результаты Sm-Nd изотопных исследований геологических проб**

Проба	Sm, Мкг/г	Nd, Мкг/г	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$\pm 2\sigma$ , %	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	$\pm 2\sigma$ , %
Bg-8	4,44	25,2	0,10649	0,2	0,511353	0,0014
БА-6	2,42	12,7	0,11537	0,2	0,511221	0,0014

**Таблица 2. Результаты Rb-Sr изотопных исследований геологических проб**

Проба	Rb, Мкг/г	Sr, Мкг/г	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$\pm 2\sigma$ , %	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$\pm 2\sigma$ , %
Bg-8	37,0	242	0,448	0,4	0,726683	0,0011
БА-6	40,3	127	0,920	0,3	0,728137	0,0014

Редкоземельные элементы имеют свойство не менять соотношения друг с другом в процессах образования осадочных горных пород. Это является основой Rb-Sr и Sm-Nd изотопных исследований осадочных горных пород [4, гл.2]. Изучение осадочных горных пород позволяет нам получить информацию о породах континентальной коры, из которых путем выветривания, эрозии и переноса осадочного материала, седиментации, диагенеза, эрозии, выветривания образовались осадочные горные породы [5, с.5].

#### Список литературы

1. Фор Г. Основы изотопной геологии: Пер. с англ.- М.: Мир, 1989, 590 с.

2. Чугаев А.В., Будяк А.Е., Чернышев И.В. и др. Источники обломочного материала неопротерозойских метаосадочных пород Байкало-Патомского пояса (Северное Забайкалье) по Sm-Nd изотопным данным // Геохимия. – 2017. – №1. – С. 17–25.

3. Костицын Ю.А., Журавлев А.З. Анализ погрешностей и оптимизация метода изотопного разбавления // Геохимия. – 1987. – №7. – С. 1024–1036.

4. Тейлор С.Р., Мак-Леннан С.М. Континентальная кора: ее состав и эволюция: Пер. с англ.- М.: Мир, 1988, 384 с.

5. Ронов А.Б., Балашов Ю.А., Мигдисов А.А. Геохимия редкоземельных элементов в осадочном цикле // Геохимия. – 1967. – Т. I. – С. 3–19.