

© А.И. АЙНЕМЕР, Г.И. ИВАНОВ, В.Н. ЛУКАШИН

КОНЦЕНТРАЦИОННЫЕ РЯДЫ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ДОННЫХ ОСАДКАХ ОКЕАНА

(Представлено академиком И.С. Грамбергом 15 VIII 1988)

Одна из основных проблем седиментологии океана - выяснение механизмов поступления элементов в донные осадки и оценка роли этих процессов в рудообразовании.

Можно выделить четыре типа механизмов поступления элементов в донные осадки: терригенный, биогенный, сорбционно-седиментационный и гидротермально-осадочный, каждый из которых характеризуется особым концентрационным рядом. Эти механизмы наиболее отчетливо проявляются в определенных литолого-фациальных зонах с соответствующим фациальным рядом донных осадков, устойчивым соотношением элементов и характеризуются своими особенностями рудного процесса.

Для различения механизмов поступления химических элементов воспользуемся, как это предлагал Н.М. Страхов [1976], отношением валовых концентраций элементов в осадках, наиболее типичных для литолого-фациальных зон, где проявляется тот или иной механизм концентрирования элементов, к их валовым содержаниям в пелагических красных глинах. Относительная интенсивность каждого процесса определяется как сумма коэффициентов концентрации элементов. Концентрационный ряд получается после ранжирования всех коэффициентов концентраций.

Терригенный механизм обусловлен поступлением материала с периферических областей океана в пелагиаль. Вещество сюда переносится в значительной степени в виде тонкой взвеси (около 1 мкм), агрегированной биофильтрами зоопланктона в pellets. Для оценки роли терригенной поставки в пелагиаль используется отношение содержания элементов в терригенных гемипелагических осадках к типичным пелагическим образованиям - красным глубоководным глинам.

Биогенный механизм проявляется в двух наиболее важных для седиментогенеза функциях: 1) избирательное извлечение химических элементов организмами из морской воды, 2) транспортировка ими химических элементов в придонный активный слой. Для оценки интенсивности биогенного механизма концентрирования принимается отношение содержания элементов в биогенных отложениях экваториальной зоны к содержаниям элементов в пелагических глинах.

Третий, сорбционно-седиментационный, механизм обусловлен процессами осаждения главным образом гидроокислов железа и марганца и сорбцией из воды ряда элементов окислами и тонкодисперсными глинистыми минералами. Этот процесс осуществляет перевод элементов из растворенной, преобладающей в океане, формы в связанную, обычно аморфно-гидроокисную. Оценить его интенсивность можно отношением содержания элементов в пелагических осадках, где доминируют подвижные формы элементов, к их содержаниям в терригенных осадках, где преобладает литогенная форма нахождения элементов.

Под гидротермально-осадочным механизмом понимается обогащение осадков элементами в процессе активной гидротермальной деятельности путем осаждения элементов из минерализованных растворов. Для оценки интенсивности этого механизма предлагается использовать отношение содержания элементов в металлоносных осадках - типичных гидротермально-осадочных образованиях - к их содержанию в пелагических

глинах, которые, по-видимому, наиболее стерильны в отношении гидротермального привноса вещества.

Сравнивая разные процессы, оценивая их особенности и интенсивность через отношение концентраций элементов в различных осадках к типичному пелагическому типу донных отложений - красным глубоководным глинам, можно выявить вклад каждого процесса в литогенез осадков.

В качестве исходных данных нами выбраны результаты анализа различных вещественно-генетических типов донных осадков, отобранных в экспедициях НИС «Витязь» и «Дмитрий Менделеев» и обработанных в одной лаборатории по единой методике [Лукашин и др., 1985]. Средние содержания по отдельным вещественно-генетическим типам осадков приведены в табл. 1.

Таблица 1

Средние содержания химических элементов в различных вещественно-генетических типах донных осадков [2]

№ п.п.	Fe	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	V	Ti	Zr	Al
1	4,3	0,422	46	95	163	164	153	0,38	101	6,73
2	5,05	0,43	107	165	232	156	170	0,84	189	8,37
3	2,49	0,658	84	189	315	113	61	0,28	82	2,89
4	7,2	1,93	106	340	416	154	181	0,14	195	1,90

Примечание. 1 – гемипелагические осадки (терригенные); 2 – эвпелагические осадки (красные глины); 3 – радиоляриево-диатомовые осадки; 4 – металлоносные осадки. Содержание Fe, Mn, Ti, Al – %, остальные – г/т.

Таблица 2

Отношение концентраций химических элементов в различных типах донных осадков Тихого океана

Тип отношения	Fe	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	V	Ti	Zr	Al	Σ
1. А/Б	0,85	0,98	0,43	0,58	0,70	1,05	0,90	0,45	0,53	0,80	7,21
2. В/Б	0,49	1,53	0,79	1,15	1,36	0,72	0,36	0,33	0,43	0,34	7,5
3. Г/Б	1,43	4,49	0,99	2,06	1,79	0,99	1,06	0,17	1,03	0,22	14,23
4. Б/А	1,18	1,02	2,33	1,72	1,43	0,95	1,11	2,22	1,89	1,25	15,1

Примечание. Концентрации химических элементов взяты из [2]. 1 – терригенный, 2 – биогенный, 3 – гидротермально-осадочный, 4 – сорбционно-седиментационный типы. А – средние содержания в гемипелагических осадках, Б – в эвпелагических, В – радиоляриево-диатомовых, Г – металлоносных осадках.

Коэффициенты концентраций элементов, характеризующие каждый концентрационный процесс представлены в табл. 2, из которой видно, что интенсивность процессов различна. Близкие значения для гидротермально-осадочного и сорбционно-седиментационного механизмов более чем в два раза выше, чем для биогенного и терригенного процессов.

Гидротермально-осадочный процесс имеет региональный характер распространения в областях дивергентных зон океана, где он осложняет три основных механизма концентрирования элементов. Гидротермальные системы являются дополнительным источником растворенного вещества в придонных водах, которые подвижны и могут мигрировать на сотни километров.

Помимо общих различий в интенсивности механизмов поступления элементов, отмечается и дифференциация накопления отдельных элементов в каждом из них, что

наиболее контрастно проявлено в сорбционно-седиментационном, биогенном и гидротермальном процессах. Так, для сорбционно-седиментационного механизма характерно увеличение коэффициентов концентрации практически всех элементов, но максимальная степень концентрирования свойственна кобальту, никелю и элементам-гидролизатам: алюминию, цирконию, титану. Для биогенного механизма повышенные концентрации элементов отмечаются для марганца, никеля и меди. При гидротермально-осадочном процессе интенсивность концентрирования меди, марганца, никеля выражена еще более высоко. К названным элементам добавляется железо, имеющее здесь максимальный коэффициент концентрации. Резко понижается интенсивность концентрирования титана и особенно алюминия. Уменьшение концентраций элементов-гидролизатов свойственно всем механизмам накопления элементов, кроме сорбционно-седиментационного, что и является его отличительной чертой.

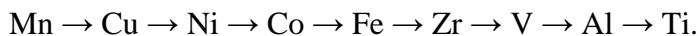
Расположив элементы для каждого механизма в порядке убывания коэффициентов концентраций, получим типы концентрационных рядов, анализ которых позволил сделать еще один вывод, касающийся железо-марганцевого рудного процесса.

Для полей развития пелагических глин характерно преобладание кобальтового типа оруденения с седиментационным морфогенетическим типом ЖМК. Свойственный этим образованиям концентрационный ряд сорбционно-седиментационного механизма поступления имеет вид



Такая картина отмечена для Северо-Западной и Центральной котловин и западной части северной приэкваториальной зоны Тихого океана.

Поля развития преимущественно кремнистых осадков экваториальной зоны, где преобладает биогенных механизм поступления элементов, характеризуются следующим рядом:



Все это указывает на сохранение последовательности элементов в концентрационных рядах литогенеза и рудогенеза.

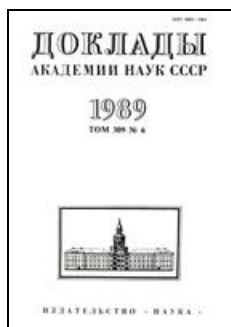
Северное производственное объединение по морским
геологоразведочным работам, Ленинград
Институт океанологии им. П.П. Ширшова Академии наук СССР, Москва

Поступило 6 IX 1988

ЛИТЕРАТУРА

1. *Страхов Н.М.* Проблемы геохимии современного океанского литогенеза. М.: Наука, 1976. 300 с.
2. *Лукашин В.Н., Фомина Л.С., Храмов С.В.* // Геохимия. 1985. № 3. С. 369-382.

Ссылка на статью:



Айнемер А.И., Иванов Г.И., Лукашин В.Н. Концентрационные ряды химических элементов в донных осадках океана // Доклады Академии наук СССР. 1989. Том 309. № 6. С. 1450-1452.