

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

99-320

Д12-99-320

Ю.Т.Чубурков

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА
СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЗЕМЛИ

Направлено в журнал «Радиохимия»

1999

I. Введение

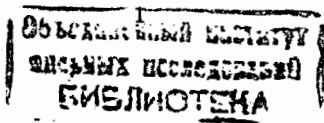
На Земле сейсмические катастрофы вследствие своей непредсказуемости все еще уносят жизни большого числа людей. В этой связи представляет интерес модель Земли, которую использует сейсмология. На рис.1 изображена модель Земли [1], согласно которой мантия Земли имеет силикатный состав, близкий к составу хондритов – каменных метеоритов. В рамках этой модели в мантии допускаются лишь полиморфные превращения вещества, энергия которых не может обеспечить протекания сейсмических процессов, особенно наиболее мощных.

В настоящее время накопилось много фактов, которые нельзя объяснить в рамках такой модели. Поэтому предпринимаются попытки усовершенствования существующей модели Земли. Наибольший интерес представляет гидридная модель Земли, согласно которой мантия Земли не является полностью силикатной [2]. Она содержит также металлическое вещество (металлы, полиметаллы, силициды), состоящее из Na, Mg, Al, Si, K, Ca и их микрогомологов, которые имеют низкую плотность ($\rho < 3 \text{ г.см}^{-3}$). В отличие от Fe и других тяжелых элементов, способных погружаться в ядро Земли, указанные выше легкие мантийные элементы не могут следовать за ними и остаются в мантии.

В работах [3-6] приведены некоторые доказательства в пользу гидридной модели. Целью настоящего сообщения является анализ результатов измерения элементных составов некоторых объектов, связанных с сейсмической активностью Земли. На рис.1 схематически показаны такие объекты.

II. Мантийные металлы и сейсмическая активность Земли

Согласно гидридной модели в Земле концентрация кислорода, K^E , значительно меньше, чем допускает хондритная модель, см. рис.1. Благодаря этому свободные от кислорода металлы существуют в мантии и могут попадать в литосферу. И действительно, все мантийные металлы – низкокипящие вещества. К тому же они образуют с H_2 ,



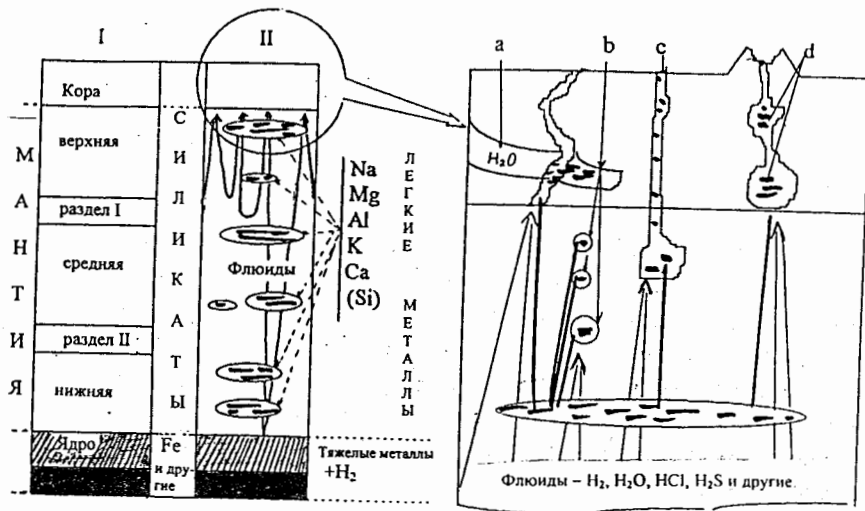


Рис. 1.

Модели Земли:

I – Хондритная модель Земли, $K_o^E > 40\%$ массовых.

Силикатная мантия состоит из 5 частей [1].

II – Гидридная модель Земли [2].

Слой легких металлов в силикатной мантии, $K_o^E \approx 17\%$ массовых [4-6].

Объекты, обогащенные легкими мантийными металлами и связанные с сейсмической активностью Земли:

а. Гидротермы.

б. Сейсмические очаги (до 680 км).

в. Трубки (около 150 км) (лампроиты, кимберлиты).

г. Очаги и постройки вулканов

углеводородами и другими агентами летучие соединения. Накапливаясь в литосфере, рано или поздно они могут подвергнуться атаке со стороны окислителей: H_2O , HCl , H_2S и других. При экзотермической реакции окисления (горения) металлов выделяется около 10^4 Дж $г^{-1}$. Так как скрытая теплота плавления металлов и сложных оксидов составляет $50 - 10^3$ Дж $г^{-1}$, то окисление металлов может привести к образованию расплавов. При разогреве и расплаве пород увеличивается их объем, что должно приводить к пертурбациям в коре. Если металлы и их трансформация являются причиной сейсмических явлений, то в природе должно наблюдаться обогащение этими металлами соответствующих объектов, см. рис.1.

Термальные воды полуострова Челекен (Каспий)

Полуостров Челекен находится на перекрестке двух глобальных разломов земной коры. Вдоль этих разломов происходит большое число землетрясений. Представляет интерес содержание легких мантийных металлов по сравнению с тяжелыми металлами, например Ni и Cu, в рассолах Челекена.

В табл.1 представлены значения отношений K_e^L / K_{Ni}^H в рассолах Челекена, ВСн [7], диабазах, W-1 [8], и поверхностных водах, SW [8]. Из данных табл.1 можно видеть, что в отличие от SW, челекенские

Таблица 1

Отношение концентраций легких, K_e^L , и тяжелого, K_{Ni}^H , элементов в диабазах, W-1, поверхностных водах, SW, рассолов п-ова Челекен, ВСн, скв. Г-14

Элементы	$(K_e^L / K_{Ni}^H)_{w-1}$	$(K_e^L / K_{Ni}^H)_{SW}$	$(K_e^L / K_{Ni}^H)_{BCh}$	$(\Phi_{w-1}^{BCh})_{Ni}^+$
Li/Ni	0.2	0.1	27.5	138
Na/Ni	$1.9 \cdot 10^2$	$6.3 \cdot 10^2$	$7.1 \cdot 10^4$	432
K/Ni	66.3	$2.3 \cdot 10^2$	$4.7 \cdot 10^2$	7.1
Rb/Ni	0.3	0.1	0.3	1.0
Cs/Ni	$1.4 \cdot 10^2$	$2.0 \cdot 10^2$	0.2	13.0
Mg/Ni	$5.0 \cdot 10^2$	$4.1 \cdot 10^2$	$2.3 \cdot 10^3$	4.6
Ca/Ni	$9.9 \cdot 10^2$	$1.5 \cdot 10^3$	$1.7 \cdot 10^4$	17.2
Sr/Ni	2.2	8.0	$6.9 \cdot 10^2$	$3.1 \cdot 10^2$
Ba/Ni	2.8	5.4	22.7	8.1*
Ni/Cu**	0.7	0.9	1.3	1.7

+ - Фактор обогащения рассолов элементами по отношению к W-1:

$$(\Phi_{w-1}^{BCh})_{Ni} = (K_e^L / K_{Ni}^H)_{BCh} / (K_e^L / K_{Ni}^H)_{w-1};$$

* - необходимо учесть выпадение $BaSO_4$ в осадок [7];

** - приводится в качестве примера отношения концентраций двух тяжелых элементов, отсюда $(\Phi_{w-1}^{BCh})_{Cu} = (\Phi_{w-1}^{BCh})_{Ni} \cdot 1.7$.

рассолы значительно обогащены легкими металлами. Более того, они обогащены элементами, имеющими летучие формы, например Zn, Cd и Pb. Это можно объяснить тем, что в челекенские рассолы попадают флюиды, которые содержат продукты процессов (горения металлов и плавления пород), приводящих к землетрясениям в менее обводненных

регионах, расположенных вдоль тех же глобальных разломов коры. Отметим особо относительно большое обогащение рассолов Cs по сравнению с K и Rb.

Землетрясения

На рис.2 представлены экспериментальные данные [7, 9] измерений концентраций Rn в газе и Cd в воде во время землетрясений в районах

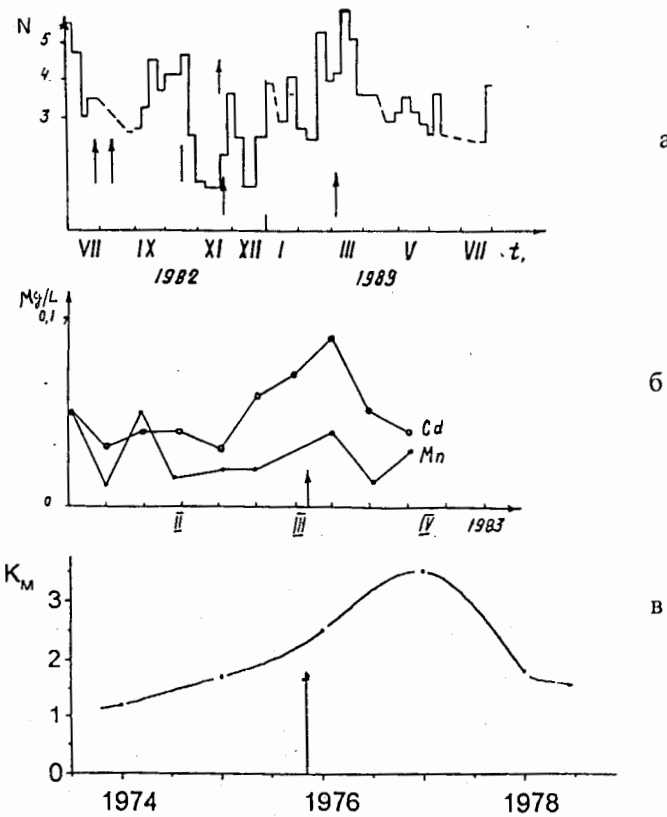


Рис. 2.
 а. Концентрация Rn в газе в условных единицах, N, с VII.1982 г. по VII.1983 г., стрелками обозначено время толчков Ашхабадского землетрясения [9].
 б. Концентрация, мг/л, Cd и Mn в грунтовых водах в 1983 г., стрелкой обозначено время Ким-Дагского землетрясения [9].
 в. Концентрация металлов, M = Zn, Cd и Pb в рассолах нижних водоносных горизонтов Челекена с 1974 по 1978 гг., стрелкой обозначено время Газлинского землетрясения [7]

Ашхабада и Ким-Дага (1983) и концентраций Zn, Cd и Pb в рассолах нижних водоносных горизонтов Челекена, отобранных до и после Газлинского землетрясения (1975). Из этих данных можно видеть, что производные скорости этих процессов не коррелируют с разгрузкой напряжения в коре, которое сбрасывается при толчках землетрясений. Следовательно, причина землетрясений – это не напряжение в коре, т.к.

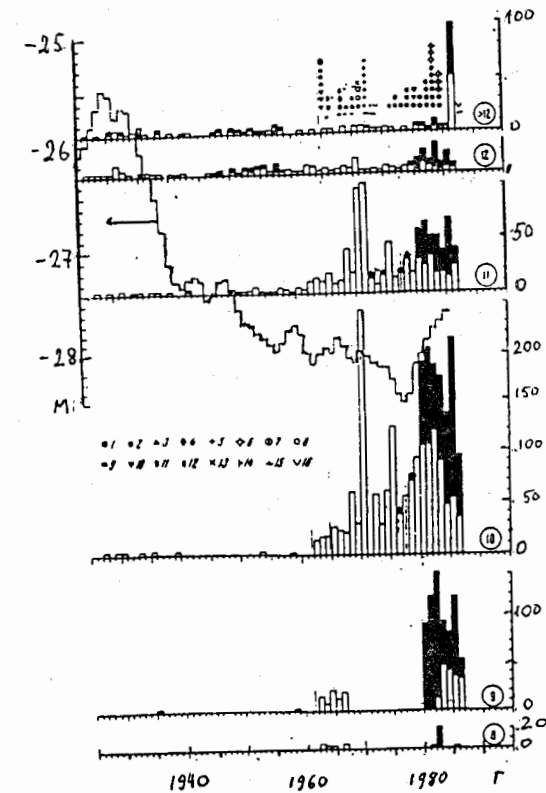


Рис. 3.
 Распределение числа землетрясений и подземных ядерных взрывов в сопоставлении с колебаниями уровня Каспийского моря [10].
 Ломаная линия – уровень Каспийского моря.
 Число землетрясений в западной части Каспийской впадины – незаштрихованные прямоугольники, а в восточной части – заштрихованные прямоугольники; 1-16 номера мирных подземных ядерных взрывов; 8 – класс землетрясений

оно само является следствием накопления и окисления мантийных металлов в регионах, приуроченных к разломам коры.

На рис.3 показана корреляция числа землетрясений на западном и восточном побережьях Каспия с уровнем его воды [10]. До 1940 г. при высоком уровне моря (и подземных вод) землетрясений практически не было. Металлы не могли накапливаться, так как окислялись по мере поступления в водоносные горизонты, как и на Челекене. Уровень моря снижался вплоть до 1977 г. Создавались сухие подземные горизонты, в которых могли накапливаться металлы. Число землетрясений начинало расти. Вначале оно росло в западном регионе, где более влажный климат, где H₂O может попадать в подземные горизонты и сверху. Однако на восточном пустынном берегу накопление металлов продолжалось до 1981 г. Число землетрясений здесь начало увеличиваться лишь с ростом уровня морской воды (и подземных вод). Приведенные факты согласуются с указанной выше ролью металлов в процессах, являющихся причиной землетрясений.

Геодинамическая волна и подземные ядерные взрывы в регионе, см. [10,11], не могли быть причиной указанной корреляции, т.к. напряжение в коре, как было упомянуто выше, не является причиной землетрясений.

Лампроитовые (кимберлитовые) трубки

Известно [12], что лампроитовые, как и кимберлитовые, трубки доставляют к поверхности Земли мантийное вещество с глубины около 150 км. Необходима большая энергия, чтобы с такой глубины доставить на поверхность большую массу породы. Объяснить такое явление можно также с помощью неоднократно повторяющихся процессов накопления и окисления мантийных металлов.

Трубки, в которых находят лампроиты, по своему происхождению бывают двух типов. Одни имеют взрывной характер образования (не содержат алмазов), а другие (алмазоносные) – более спокойный. К первым относятся трубки, обнаруженные на древней платформе Алдана (Сибирь), а ко вторым – трубки, найденные в других странах мира, которые приурочены к рифтовым и складчатым зонам коры.

В табл.2 представлены экспериментальные данные [12], полученные при измерении элементных составов лампроитов Алдана, А, и Мира, М. В таблице даны факторы их обогащения элементами лампроитов по отношению к базальтам:

$$\Phi_B = (K_e / K_{Fe})_L (K_{Fe} / K_e)_B,$$

Таблица 2

Факторы обогащения элементами верхнеюрских лампроитов Алдана, А, и лампроитов Мира, М, по отношению к базальтам, В; $(\Phi_e^A)_B^*$ и $(\Phi_e^M)_B^*$ соответственно

Элементы	$(\Phi_e^A)_{оп}$	$(\Phi_e^A)_{w-1}$	$(\Phi_e^M)_{оп}$	$(\Phi_e^M)_{w-1}$
Li	1.9±0.2	1.3±0.2	-	-
Na	0.9±0.2	1.4±0.2	0.4±0.1	0.5±0.1
K	3.8±0.2	5.5±0.3	8.7±1.8	13.0±1.2
Rb	2.6±0.3	4.9±0.6	8.1±2.0	15.3±2.8
Cs	7.2±0.6	6.0±0.5	~17	~14
Mg	2.0±0.2	2.0±0.1	3.0±0.4	3.7±0.5
Ca	0.8±0.1	0.6±0.1	1.1±0.2	0.8±0.2
Sr	1.4±0.2	3.2±0.4	6.6±1.4	15.2±3.1
Ba	5.9±0.6	54.6±5.5	22.8±4.7	28.0±6.0
Al	0.3±0.1	0.4±0.1	0.6±0.1	0.6±0.1
Si	0.7±0.1	0.7±0.1	1.2±0.1	1.1±0.1
Cr	3.8±0.8	5.9±1.2	4.5±0.9	7.0±1.4
Ga	1.7±0.1	1.8±0.2	-	-
P	1.7±0.7	0.4±0.1	7.2±1.5	1.6±0.3
Ti	0.9±0.1	0.7±0.1	4.6±0.4	5.7±0.4
V	0.9±0.1	0.8±0.1	0.8±0.1	0.7±0.1
Mn	0.5±0.1	0.8±0.1	0.5±0.1	0.9±0.2
Fe	1	1	1	1
Ni	1.9±0.1	3.6±0.3	5.7±0.1	9.1±1.8
Cu	0.7±0.1	0.5±0.1	-	-
Zn	0.5±0.1	0.7±0.1	-	-
Zr	1.1±0.1	1.0±0.1	16.9±2.1	15.5±1.9
Nb	1.8±0.5	0.7±0.2	6.9±1.8	12.7±3.3
Pd	0.4±0.3	0.4±0.3	-	-
Hf	0.3±0.1	-	9.9±1.1	-
Ta	0.4±0.1	0.2±0.1	17.1±3.7	16.1±3.5
Pt	0.04±0.01	-	-	-
Pb	0.8±0.2	0.7±0.2	11.3	8.3±2.9

продолжение таблицы 2

Sc	0.9±0.1	0.6±0.1	1.0±0.2	0.6±0.1
Y	0.9±0.1	0.5±0.1	1.8±0.3	0.7±0.1
La	0.5±0.1	0.4±0.1	15.7±3.5	13.0±3.0
Ce	4.9±0.6	0.3±0.1	162±3.0	10.0±2.0
Nd	0.6±0.2	0.2±0.1	14.6±3.9	5.4±1.4
Sm	0.6±0.2	0.5±0.1	4.5±0.7	5.6±0.8
Eu	3.0±0.7	-	3.7±0.9	-
Gd	0.3±0.1	-	~4	-
Tb	0.3±0.1	-	1.7±0.2	-
Dy	≤0.8	-	<4	-
Er	-	-	-	-
Yb	0.4±0.1	0.2±0.1	1.4±0.4	0.9±0.2
Lu	0.2±0.1	-	0.3±1.1	-
Th	0.9±0.3	0.9±0.3	22.4±6.7	25.9±7.7
U	≅2.8	≅2	14.3±4.1	12.6±3.6

* $\Phi_B^L = (K_e / K_{Fe})_L (K_{Fe} / K_e)_B$, где K_e, K_{Fe} – концентрации данного элемента и Fe в лампроитах, L=A, M, и базальтах, B=ОП или W-1

где K_e и K_{Fe} – концентрации данного элемента и Fe в лампроитах, L=A, M и базальтах, B. В качестве базальтов взяты две хорошо изученные породы – это основные породы, ОП [13], и диабазы, W-1, т.е. B=ОП или W-1.

Исходя из данных табл.2, можно видеть, что лампроиты А и М действительно содержат избыток некоторых мантийных металлов (Li, K, Rb, Cs, Mg, Sr, Ba). Кроме того, в лампроитах А не наблюдается избытка тяжелых элементов, которые не имеют летучих оксидов. И наконец, лампроиты М наоборот обогащены тяжелыми “микроэлементами”, имеющими летучие хлориды, сульфиды [14] и другие летучие соединения.

Заметим, что взрывные трубки могли образоваться при более мощных процессах, которые требуют большого количества металла и окислителя. В качестве макроокислителя может быть лишь H_2O . При этом в ее присутствии углерод также будет окисляться. Процессы, текущие в присутствии микроокислителей (HCl, H_2S и другие), более спокойны и сопровождаются образованием летучих соединений тяжелых “микрометаллов” (хлоридов, сульфидов и других).

Выше отмечалось, что в челекенских рассолах наблюдается повышенное содержание Cs (Ba), см. табл.1. В лампроитах М также можно указать неоправданно высокое обогащение Cs, Ba, La-Gd, см. табл. 3.

Вулканы

В табл.3 представлены факторы обогащения, $(\Phi_V^i)_B$, продуктов вулканической деятельности элементами [15]: $(\Phi_V^i)_B = (K_e^i / K_{Fe}^i)_V (K_{Fe}^B / K_e^B)_B$, где K_e^i и K_{Fe}^i – концентрации элементов и Fe

Таблица 3

Факторы относительного обогащения элементами продуктов вулканической деятельности: пеплов вулканов, TBS, аэрозолей вулканов, Av и Bul, по отношению к базальтам, B: $(\Phi_{TBS}^n)_B^*$, $(\Phi_{Av}^a)_B^*$, $(\Phi_{Bul}^a)_B^*$ соответственно

Элементы	$(\Phi_{TBS}^S)_{оп}$	$(\Phi_{TBS}^S)_{W-1}$	$(\Phi_{Av}^A)_{оп}$	$(\Phi_{Av}^A)_{W-1}$	$(\Phi_{Bul}^A)_{оп}$	$(\Phi_{Bul}^A)_{W-1}$
K	7.7	11.1	4.7	6.8	2.9	4.2
Rb	0.7	1.4	5.4	10.0	8.4	16.0
Ca	1.6	1.3	0.9	0.7	0.4	0.3
Sr	1.6	1.6	1.4	3.2	2.2	5.1
Ti	1.1	1.2	1.3	1.5	1.0	1.1
Mn	-	-	0.5	0.7	-	-
Fe	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Ni	-	-	19.3	35.6	-	-
Cu	-	-	83.0	69.0	-	-
Zn	-	-	64.0	93.0	-	-
Ge	-	-	591	511	-	-
As	-	-	742	768	-	-
Y	1.7	0.9	3.0	1.6	1.2	6.3
Zr	-	-	3.4	3.1	5.7	4.7
Nb	0.6	1.1	6.1	11.3	6.8	12.6
Mo	0.3	0.8	-	-	-	-

* $(\Phi_V^i)_B = (K_e^i / K_{Fe}^i)_V (K_{Fe}^B / K_e^B)_B$, i = пепел, п, аэрозоль, а, V= TBS, Av, Bul, B=ОП, W-1

в i-х продуктах вулканов и в базальтах, B; i – это пеплы действующих вулканов Толбачек, Безымянный и Сент-Хелен, TBS, аэрозоли фумарол вулкана Авачинский, Av, и аэрозоли грифонов вулкана Булганакский, Bul. В качестве базальтов, как и выше, использованы породы ОП и W-1. Из данных табл.3 можно видеть, что (как и предыдущие продукты сейсмической активности Земли) пеплы и аэрозоли обогащены K, Rb, Ca, Sr. Отметим, что только пеплы действующих вулканов обогащены Ca, распространенность которого значительно выше, чем у K. Отсутствие тяжелых металлов в пеплах означает, видимо, тот факт, что

в данном процессе участвовал макроокислитель металлов H_2O , как и в случае образования лампроитов А. А наличие тяжелых "микрометаллов", имеющих летучие хлориды, сульфиды и другие соединения в аэрозолях менее активных вулканов, говорит о том, что в этом случае окислителями могли быть Cl_2 , HCl , H_2S и другие.

III. Выводы

Приведенные выше факты обогащения продуктов сейсмической активности Земли металлами не могут быть объяснены с точки зрения хондритного состава мантии. Только присутствие свободных макрометаллов в мантии может обеспечить их попадание в литосферу.

Очевидно, что без учета изложенных выше фактов найти механизм предсказания катастрофических сейсмических явлений не представляется возможным. Поэтому развитие дальнейших исследований в этом направлении становится насущной задачей.

Поведение Cs, Ba и легких лантаноидов La-Gd (по сравнению с Sc, Y, Yb и Lu) в некоторых процессах, упомянутое выше, с позиций физико-химических представлений объяснить не удастся. В этой связи следует упомянуть об экспериментальных данных [16], показывающих, что в кимберлитах Танганьики был найден большой избыток ^{136}Xe . Однако, учитывая результаты работ по поиску в природе и по синтезу на ускорителях тяжелых ионов сверхтяжелых элементов, СТЭ, проводимых под руководством Г.Н.Флерова [17] и Ю.Ц.Оганесяна [18], можно предположить, что в Земле присутствуют СТЭ с порядковыми номерами, Z, в области $Z=114$ и (или) $Z=126$ с $T_{1/2}$, равным более 10^8-10^9 лет относительно спонтанного деления. Возраст лампроитов составляет 10^8-10^9 лет. Видимо, наиболее долгоживущий(ие) изотоп(ы) (СТЭ) еще сохранился(лись) в Земле, в частности, в лампроитах.

В этой связи отметим, что ^{238}U в лампроитах М также имеет высокое обогащение, см. табл.2. Однако его $T_{1/2} = 10^{16}$ лет (относительно спонтанного деления) не позволяет объяснить этот феномен его присутствием.

Литература

1. Пушаровский Ю.М. Сейсмотомография и структура мантии: тектонический ракурс. Доклад РАН, 1996, т.351, № 6, с. 805-809.
2. Ларин В.Н. Гипотеза изначально гидридной Земли, М.: "Недра", 1980, с.216.
3. Chuburkov Yu.T. Element Separation before Matter Accretion of Solar System Planets in the Light of the Periodic Law. Communication of JINR, D12-90-123, (in English) Dubna, 1990.
4. Чубурков Ю.Т. Распределение элементов в протопланетном облаке в зависимости от физико-химических свойств и следствия этого явления. Препринт ОИЯИ Р12-92-221, Дубна 1992. с.30.
5. Chuburkov Yu.T. The Comparison of Element Composition of Venus, Earth, Mars, and Chondrites in the Light of the Mendeleev's Periodic Law. Preprint of the JINR D12-98-180. Dubna. 1998. p.14.
6. Chuburkov Yu.T. Planetary Evidences of Magnetic Element Separation in Protoplanet Nebula. Preprint JINR, D12-99-110, Dubna, 1999, p.19.
7. Лебедев Л.И., Никитина И.Б. Челекенская рудообразующая система, 1983, М.: "Наука", с.240.
8. Bowen H.S.M. Trace Elements in Biochemistry. New York-London. Academic Press. 1966. p.241.
9. Alekseev V.A., Alekseeva N.G., Schankuliev S. On Relation Between Fluxes of Metals in Waters and Radon in Turkmenistan Region of Seismic Activity. Radiation measurements, 1995, vol.25, Nos.1-4, p.637-639.
10. Голубов Б.Н. Особенности современной геодинамической активности Арало-Каспийского региона. Изв. АН СССР, серия географическая, с.96-100.
11. Лилиенберг Д.А. Тенденция современной эндодинамики Каспия и изменение уровня моря. Докл. РАН 1993, том 331, № 6, с.745-750.
12. Лампроиты. Редакторы Богатиков О.А. и Кононова В.А., 1991, М.: Природа, 302 с.
13. Перельман А.И. Геохимия, 1979, М.: Высшая школа. 423 с.
14. Короткин Ю.С., Ким У Зин, Тимохин С.Н., Орелович О.Л., Алтынов В.А. Термохроматография сульфидов элементов I-VIII групп и возможность ее применения в радиохимических исследованиях. Препринт ОИЯИ Р6-88-595, 1988, Дубна, 18 с.
15. Алексеев В.А., Алексеева Н.Г. Поступление аэрозолей в тектонической активности. В кн.: Регулярности и симметрия в строении Земли, материалы I-III Научных семинаров ТРИНИТИ РАН-МГУ. 1994-1996, М. "Рост", 1997, с.120-132.

16. Clark W.B., Rama Murthy V. Trans.Amer.Geophys. Union, 1966, v.47, No.1, p.201.
17. Flerov G.N., Korotkin Yu.S., Ter-Akopian G.M., Zvara I., Oganessian Yu.Ts., Popeko A.G., Chuburkov Yu.T., Chelnokov L.P., Maslov O.D., Smirnov V.I., and Gerstenberger R., Results of the Searches for Superheavy Nuclei in the Cheleken Peninsula Geothermal Waters. Z.Physik. 1979. A, 292. P.43.
18. Oganessian Yu.Ts., Yeremin A.V., Gulbekian G.G., Chepigin V.I., Gikal B.N., Gorshkov V.A., Itkis M.G., Kabachenko A.P., Kutner V.B., Lavrenter A.Yu., Malyshev O.N., Popeko A.G., Ronac J., Sagaidak R.N., Hofman S., Münzenberg G., Veselsky M., Saro S., Iwasa N., Morita K. Search of the Decay of the Heaviest Isotopes of Element 112. Preprint of the JINR, E7-98-212, 1998, Dubna, p.7.

Рукопись поступила в издательский отдел
9 декабря 1999 года.

Чубурков Ю.Т.

D12-99-320

Физико-химическая природа сейсмической активности Земли

Показано, что по сравнению с базальтами продукты, получающиеся в процессах магмообразования, землетрясений, вулканической деятельности, возникновения лампроитовых и кимберлитовых трубок и других, обогащены легкими мантийными элементами. Эти факты объясняются тем, что причиной упомянутых выше процессов является окисление (горение) этих элементов, так как макроколичества некоторых из мантийных элементов (Zi, Na, K, Rb, Cs, Mg, Ca, Sr, Ba, Al, Si) локально накапливаются в мантии и литосфере. Элементы, имеющие высокую плотность, при выделении из силикатов погружаются в ядро. Некоторые из них могут обогащать продукты сейсмической активности лишь при условиях, позволяющих образование их летучих форм (сульфиды, галогениды и др.).

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н.Флерова ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 1999

Перевод автора

Chuburkov Yu.T.

D12-99-320

Physicochemical Nature of Seismic Activity of the Earth

It has been shown that, in comparison with basalts, the products formed as a result of the processes of magma generation, earthquakes, volcanic activity, formation of lamproite and kimberlite tubes and others are enriched with light mantle elements. This can be explained by the fact that the reason for the above processes is oxidation (combustion) of these elements because the macroquantities of some of mantle elements (Zi, Na, K, Rb, Cs, Mg, Ca, Sr, Ba, Al and Si) are locally accumulated in the mantle and lithosphere. The elements with a high density, if separated from silicates, submerge into the core. Some of them can enrich seismic activity products only under conditions permitting the arising of their volatile forms (sulphides, halogenides and others).

The investigation has been performed at the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 1999