

СЗЧ/ЗГ
Ц-493

18/XI-69

P15 - 4738

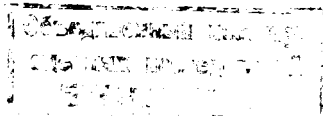
Э.Цесьляк

**ПОИСКИ
ДОЛГОЖИВУЩЕГО СПОНТАННО ДЕЛЯЩЕГОСЯ
ИЗЛУЧАТЕЛЯ
В ОБРАЗЦАХ,
СОДЕРЖАЩИХ Bi , Pb , Hg , W**

P15 - 4738

Э.Цесляк

ПОИСКИ
ДОЛГОЖИВУЩЕГО СПОНТАННО ДЕЛЯЩЕГОСЯ
ИЗЛУЧАТЕЛЯ
В ОБРАЗЦАХ,
СОДЕРЖАЩИХ Bi, Pb, Hg, W



8077/2
49

В последнее время в ряде работ^{/1-5/} был поставлен вопрос о возможности существования в природе сверхтяжелых ядер ($Z \geq 108$), достаточно устойчивых по отношению к α -распаду и спонтанному делению.

Теоретические предсказания^{/6-10/}, основанные на оболочечной модели ядра, обращают внимание на элементы в области с $Z \approx 114$, где должны существовать ядра с магическими числами нейтронов и протонов.

Рассчитанные разными авторами времена жизни сверхтяжелых ядер относительно α -распада и спонтанного деления (порядка 10^8 лет) позволяют надеяться на возможность обнаружения этих элементов в земных породах в измеряемых количествах.

Химические свойства сверхтяжелых элементов можно определить на основании того, что группа актинидов кончается элементом с $Z = 103$, и следующий, 104-ый, элемент является химическим аналогом гафния^{/11/}. Отсюда возникает аналогия между элементами с $Z = 110$ и платиной ($Z = 78$), с $Z = 112$ и ртутью ($Z = 80$), с $Z = 114$ и свинцом ($Z = 82$) и так далее^{/11,12/}.

Присутствие сверхтяжелых элементов в виде примеси в образцах, содержащих платину, свинец, ртуть и др., можно обнаружить путем исследования α -распада или спонтанного деления в таких образцах. Получение полной информации об энергетическом спектре α -частиц в результате распада сверхтяжелых элементов является сложным вследствие их очень малой концентрации и присутствия большого фона от природных α -излучателей. Более простым методом является изучение спонтанного деления в исследуемых образцах, тем более, что гипотетические сверхтяже-

дые элементы из области $Z \approx 114$ после α -распада или серии α -распадов должны тоже спонтанно делиться.

Авторы /13/ искали треки осколков деления в образцах, содержащих свинец, и на основании найденного числа треков получили указание о времени жизни относительно спонтанного деления свинца порядка 10^{20} - 10^{21} лет.

В работах /14,15/ авторы пытались определить концентрацию гипотетического сверхтяжелого элемента в породах, содержащих платину, и получили отрицательный результат; верхняя граница концентрации этих элементов найдена ими равной 10^{-12} г/г.

В данной работе проводились поиски треков осколков деления в образцах, содержащих свинец, ртуть, висмут и вольфрам. Образцами являлись стекла, компонентами которых были изучаемые элементы. В части случаев стекло находилось в плотном контакте со слоем металла, содержащим изучаемый элемент (зеркала, витражи). Для всех образцов детектором осколков деления являлось стекло /18,19/.

Для образцов со слоем металла опыт проводился следующим путем: поверхность стекла, которая была в контакте с металлом, после снятия металлического слоя и химического травления просматривалась под микроскопом и определялось число треков осколков деления; величина фона находилась при просмотре поверхности, которая не была в контакте с металлом. Если отнести найденные треки осколков к делению тяжелого элемента, который содержался в слое металла, можно измерить период полураспада $T_{1/2}$ относительно спонтанного деления по формуле

$$T_{1/2} = \frac{\epsilon \ln 2 N \Delta t}{\Delta N}$$

Здесь ΔN - число найденных треков, Δt - время наблюдения (возраст образца), N - число ядер изучаемого элемента в слое металла, находящемся в контакте с детектором, ϵ - эффективность регистрации осколков деления в данном детекторе.

Эффективность регистрации осколков была определена при помощи калиброванного источника осколков деления ^{244}Cm . Эффективность

регистрации ϵ колебалась для разных образцов в пределах от $0,10 \pm 0,45$.

Число найденных треков и возраст образцов приведены в табл. 1 - 4.

Для образцов, в которых изучаемый элемент является компонентой стекла, проводилось постепенное стравливание слоев толщиной от 5 до 25 микрон. Если число ядер изучаемого элемента в травленном слое есть N_i и число найденных треков ΔN_i , тогда после нескольких травлений $N = \sum N_i$; $\Delta N = \sum \Delta N_i$. Количество найденных треков и рассчитанные по формуле (1) периоды полураспада относительно спонтанного деления приведены в табл. 1, 2, 3 и 4.

Учитывая неточности определения скорости травления и эффективности регистрации (без статистической ошибки для числа найденных треков), ошибку для $T_{1/2}$ можно определить в (20-22)%. Отметим, что возраст и концентрация свинца в образцах древних стекол (номера 38-41) известны с точностью не более (30-40)%.

Образец № 24, P11, для которого $T_{1/2} = (2,7 \pm 0,4) \cdot 10^{20}$ лет, был исследован в работе /15/. Получено полное подтверждение нашего результата.

Возможными источниками фона являются:

1) Тяжелые фрагменты от взаимодействия космических лучей с ядрами Bi , Pb , Hg , W или других тяжелых элементов, содержащихся в исследуемых образцах.

2) Примеси спонтанно делящихся элементов.

Фоном первого рода можно пренебречь, потому что для 40 граммов чистого изотопа ^{208}Pb после одного месяца экспозиции на поверхности Земли зарегистрированный эффект соответствует кажущемуся периоду спонтанного деления $T_{1/2} = 4 \cdot 10^{21}$ лет /16/.

Спонтанное и вынужденное деление урана может являться более существенным источником фона. В изучаемых образцах определена концентрация урана с помощью потоков тепловых нейтронов от 10^{10} до 10^{15} нейтронов/см². Установлено, что концентрация урана не превосходит 10^{-5} - 10^{-6} г/г. Зная концентрацию урана, можно определить число треков, обусловленных спонтанным делением урана. Эти данные приведены в табл. 1, 2 и 3.

Концентрация тория определена путем облучения образцов быстрыми нейтронами ($10^{10} - 10^{12}$ нейтр/см²). Полученные значения концентрации тория для всех образцов были меньше, чем урана. Найденные концентрации тория не являются "опасными" для данного эксперимента ввиду того, что период спонтанного деления тория равен 10^{21} лет/17/. Для большинства образцов спонтанное и вынужденное деление урана объясняет только часть наблюдаемого числа треков.

Смотря на результаты, приведенные в табл. 1, можно сказать, что для части образцов, содержащих свинец (о номерах 5,23,24,39,40,41), наблюдаемый эффект нельзя объяснить упомянутыми выше причинами.

В образцах, содержащих висмут, не найдено треков, и на основании этого была установлена граница периода полураспада $T_{1/2} \geq 10^{21}$.

Для образцов, содержащих ртуть, найденное число треков соответствует периоду полураспада порядка 10^{21} лет, что можно объяснить делением ртути космическими лучами/16/.

В образцах, содержащих вольфрам, большинство найденных треков можно объяснить присутствием урана, что приводит к граничному значению периода полураспада вольфрама $T_{1/2} \geq 6 \cdot 10^{21}$.

Если предположить, что избыток треков в нескольких образцах, содержащих свинец, можно отнести к делению неизвестного элемента, и если взять теоретическую оценку периода полураспада для сверхтяжелых элементов $T_x \approx 10^8$ лет, получается концентрация излучателя в основном элементе C_x :

$$C_x = \frac{I_x}{T_{1/2}} = 10^{-12} + 10^{-13} \text{ атом/атом.}$$

Результаты, приведенные в табл. 1,2,3 и 4, позволяют сделать следующие выводы:

1. В образцах, содержащих Bi, Hg и W, найденные треки осколков деления могут быть обусловлены или присутствием урана, или делением ядер Bi, Hg и W космическими лучами.

2. Для 6 образцов стекла, содержащих свинец (из 42 изучаемых), найденные треки осколков деления не могут быть объяснены упомянутыми выше причинами. Этот результат можно рассматривать, как подтвержде-

ние гипотезы о существовании в природе спонтанно делящихся элементов, сопровождающих свинцовые породы.

В заключение я хочу выразить благодарность академику Г.Н.Флерову за постановку задачи, В.П.Перелыгину за помощь в проведении эксперимента и группе лаборантов-микроскопистов Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ, обеспечившим просмотр большого числа образцов.

Выражаю глубокую признательность Н.А.Ошариной и Т.А.Лобаневой из Государственного Исторического музея, А.К.Яркинду и В.Н.Полухину из Государственного Оптического института, Б.И.Александрову из Москвы, М.Н. Лазаревой из Ленинграда и И.И.Небренскому из Градец-Кралове (ЧССР) за любезное предоставление образцов старинных стекол и зеркал.

Л и т е р а т у р а

1. С.П.Пауэлл. Вестник АН СССР, 9, 5/31 (1965).
2. G.N.Flerov. "Prospects in the Synthesis of New Isotopes and Elements" in "Future of Nuclear Structure Studies", p.11-24, IAEA, Vienna, 1969.
3. P.H.Fowler et al. XI International Conference on Cosmic Rays, Budapest, 25 August-4 September 1969.
4. V.M.Strutinsky. Nucl.Phys., A95, 420 (1967).
5. S.G.Nilsson. Nuclear Structure, Fission and Superheavy Elements, UCRL Report 18355; S.G.Nilsson et al. Nucl.Phys., A131, 1 (1969).
6. Yu.A.Muzychka, V.V.Pashkevitch, V.M.Strutinski. Preprint E7-3733, Dubna, 1968.
7. Yu.A.Muzychka. Preprint E7-4133, E7-4435, Dubna, 1969.
8. Yu.A.Muzychka. Phys. Lett., 28B, 537 (1969).
9. S.G.Thompson. The Search for Element 114 (talk given at the APS meeting in Miami.Nov. 25-27, 1968).
10. S.G.Nilsson et al. Nucl.Phys., A115, 545 (1968).
11. И.Звара и др. АЭ, 21, 83 (1966).
12. G.T.Seaborg. Elements beyond 100, present status and future prospects. Ann. Rev.Nucl.Sci., 18, 53-152 (1968).

13. Г.Н.Флеров, В.П.Перелыгин. Препринт ОИЯИ, Р7-4205, Дубна, 1968; АЭ, 26, 521-7 (1969).
14. S.G.Nilsson, S.G.Thompson, G.F.Tsang. Phys.Lett., 28B, 458 (1969).
15. J.J.Wesolowski, W.J.P.Jewell, F.Guy. Phys.Lett., 28B, 544 (1969).
16. Г.Н.Флеров, Н.К.Скобелев, Г.М.Тер-Акопян, В.Г.Субботин, Б.А.Гвоздев, М.П.Иванов. Препринт ОИЯИ, Д6-4554, Дубна, 1969.
17. А.В.Подгурская, В.И.Калашникова, С.А.Столяров, Е.Д.Воробьев, Г.Н.Флеров. ЖЭТФ, 28, 503 (1955); Г.Н.Флеров и др. ДАН СССР, 118, 69-71 (1958).
18. А.Капусцик, В.П.Перелыгин, С.П.Третьякова, В.И.Свидерский. ПТЭ, №1, 42-44, (1960).
19. R.L.Fleischer, P.B.Price, R.M.Walker. Phys.Rev., 143, 1266 (1966).

Рукопись поступила в издательский отдел
9 октября 1969 года.

Таблица I
Образцы со свинцом

№ пп	Образец	Возраст (лет)	Число треков	Объем (см ³)	T (лет)	Число треков от урана
I	2	3	4	5	6	7
1	БФ26	12	1	0,20	$> 6 \cdot 10^{21}$	-
2	LF 3-60151	23	5	0,44	$7 \cdot 10^{20}$	-
3	LF 7-55576	23	0	0,22	$> 3 \cdot 10^{21}$	-
4	LF 7	23	0	0,22	$> 2 \cdot 10^{21}$	-
5	Часть древней посуды	180	10	0,05	$4 \cdot 10^{20}$	0,5
6	Φ	180	1	0,8	$> 6 \cdot 10^{22}$	-
7	LF 3	23	II	0,44	$7 \cdot 10^{20}$	-
8	Линза № 5	30	10	0,15	$4 \cdot 10^{20}$	-
9	ТФ1	5	0	0,05	$> 4 \cdot 10^{20}$	-
10	ТФ1	5	0	0,11	$> 4 \cdot 10^{20}$	-
11	ТФ2	10	2	0,16	$9 \cdot 10^{20}$	-
12	ТФ2	10	14	0,8	$6 \cdot 10^{20}$	-
13	ТФ2	10	1	0,08	$> 9 \cdot 10^{20}$	-
14	P1	33	2	0,2	$7 \cdot 10^{21}$	-
15	P2	33	4	0,4	$7 \cdot 10^{21}$	-
16	P3	35	1	0,05	$> 3 \cdot 10^{21}$	-
17	P4	22	3	0,08	$1 \cdot 10^{21}$	-
18	P5	29	1	0,06	$> 3 \cdot 10^{21}$	-
19	P6	29	0	0,1	$> 4 \cdot 10^{21}$	-
20	P7	15	0	0,03	$> 7 \cdot 10^{20}$	-
21	P8	20	0	0,04	$> 2 \cdot 10^{21}$	-
22	P9	14	0	0,05	$> 1 \cdot 10^{21}$	-
23	PI0	14	12	0,61	$2 \cdot 10^{21}$	3
24	PII	30	100	0,62	$2,7 \cdot 10^{20}$	2

1	2	3	4	5	6	7
25	ТФ3	10	2	0,12	$2 \cdot 10^{21}$	-
26	Ф2	20	2	0,07	$1 \cdot 10^{21}$	-
27	Ф1	20	3	0,09	$8 \cdot 10^{20}$	-
28	ТФ1	20	1	0,03	$> 1 \cdot 10^{21}$	-
29	ТФ1	20	2	0,06	$1 \cdot 10^{21}$	-
30	ТФ1	20	4	0,08	$7 \cdot 10^{20}$	-
31	ТФ1	15	0	0,23	$> 3 \cdot 10^{21}$	-
32	Ф13	15	0	0,28	$> 4 \cdot 10^{21}$	-
33	Витраж	~ 350	0	~ 0,01	$\approx 1,3 \cdot 10^{22}$	-
34	F 5	17	0	0,06	$> 1 \cdot 10^{21}$	-
35	F 16	17	0	0,03	$> 2 \cdot 10^{20}$	-
36	F 9	11	0	0,03	$> 4 \cdot 10^{20}$	-
37	SF 18	14	0	0,03	$> 9 \cdot 10^{20}$	-
38	Стекло из зеркала	~ 100	4	0,66	$\sim 4 \cdot 10^{21}$	2,4
39	Большой обломок	200	20	0,13	$\sim 1 \cdot 10^{20}$	3
40	Округлый фрагмент	~ 200	18	0,10	$\sim 1,3 \cdot 10^{20}$	4
41	Фрагмент базы	~ 200	37	0,15	$\sim 1 \cdot 10^{20}$	3
42	РП	40	14	0,38	$1,4 \cdot 10^{21}$	-

Таблица 2

Образцы, содержащие ртуть (зеркала)

Образец	Возраст (лет)	Поверхность просмотра (см ²)	Число треков с металлом	Число треков с металлом	T (лет)	Число треков от урана
1	800	125	9	2	$2 \cdot 10^{21}$	0,5
2	200	228	5	2	$5 \cdot 10^{21}$	0,9
8	200	350	8	0	$\geq 7 \cdot 10^{21}$	-
4	100	104	4	1	$6 \cdot 10^{21}$	8

Таблица 8

Образцы с вольфрамом

Образец	Возраст (лет)	Число треков	Объем (см ³)	T (лет)	Число треков от урана
XI6I	9	0	0,01	$\geq 10^{20}$	$> 0,2$
X6I5	12	0	0,09	$\geq 6 \cdot 10^{20}$	> 1
XI6II	9	1	0,02	$5 \cdot 10^{20}$	$> 0,7$
XI7I2	9	0	0,09	$\geq 2 \cdot 10^{20}$	$> 0,5$
IX62	9	2	0,14	$7 \cdot 10^{20}$	8
№ 28	6	4	0,04	$4 \cdot 10^{20}$	8

Таблица 4
Образцы с висмутом

Образец	Возраст (лет)	Число треков	Объем (см ³)	T (лет)	Число треков от урана
№ 13	II	0	0,15	$\geq 8 \cdot 10^{20}$	-
№ 33	IO	0	0,18	$\geq 4 \cdot 10^{20}$	-
№ 59	IO	0	0,04	$\geq 4 \cdot 10^{20}$	-