

СЗ41.2Г

М-316

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



172/2-75

20/1-75

P6 - 8266

О.Д.Маслов, А.Г.Попеко, Н.К.Скобелев,
Г.М.Тер-Акопьян

К ВОПРОСУ О СУЩЕСТВОВАНИИ В ПРИРОДЕ
СВЕРХТЯЖЕЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ,
СОПУТСТВУЮЩИХ ГАФНИЮ

1974

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

Р6 - 8266

О.Д.Маслов, А.Г.Попеко, Н.К.Скобелев,
Г.М.Тер-Акопян

К ВОПРОСУ О СУЩЕСТВОВАНИИ В ПРИРОДЕ
СВЕРХТЯЖЕЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ,
СОПУТСТВУЮЩИХ ГАФНИЮ

В работе Малы и др.^{/1/} сообщается об обнаружении трех необычных природных спонтанно делящихся излучателей, выделенных из технической окиси гафния термохроматографическим методом. Авторы исключают возможность попадания калифорния в образец в процессе химической переработки. Примеси урана в продуктах переработки также не могут объяснить наблюдаемый в них эффект спонтанного деления. Химическое поведение атомов, ответственных за спонтанное деление, привело авторов к выводу о принадлежности этих излучателей к радиоактивному семейству трансактинидных элементов с химическими свойствами, подобными свойствам элементов с валентностью 1,3 и 4. Измерения выделенных фракций длились ~ 1000 дней, период полураспада одного из излучателей ~ 300 дней.

Для объяснения относительно коротких времен жизни авторы выдвигают гипотезу о том, что в окиси гафния присутствуют сверхтяжелые трансактинидные элементы, испытывающие последовательный α -распад, причем спонтанное деление является конкурирующим или основным процессом для некоторых изотопов в этой цепочке.

На основании данных, приведенных в работе ^{1/}, можно заключить, что содержание сверхтяжелых элементов в окиси гафния будет соответствовать $T/C \sim 9 \cdot 10^{19} \text{ лем} / \text{где } T - \text{ период полураспада гипотетического сверхтяжелого элемента, } C - \text{ его концентрация в образце} /$.

Разработанные в нашей лаборатории методики регистрации актов спонтанного деления ^{2/} имеют высокую чувствительность, позволяющую получить более надежную информацию. Мы пытались воспроизвести результаты работы ^{1/} и провели опыты с рядом химических соединений гафния.

С помощью больших пропорциональных счетчиков была проанализирована химически чистая двуокись гафния, полученная прокаливанием азотнокислого гафнила. На катод счетчика было нанесено 50 г HfO_2 /концентрация урана в образце $5 \cdot 10^{-7}$ г/г/. Эффект от спонтанного деления в образце был мал: за 72 дня измерений было зарегистрировано одно событие. С учетом эффективности регистрации это соответствует граничному значению содержания гипотетического элемента с $T/C \geq 4 \cdot 10^{21}$ лет.

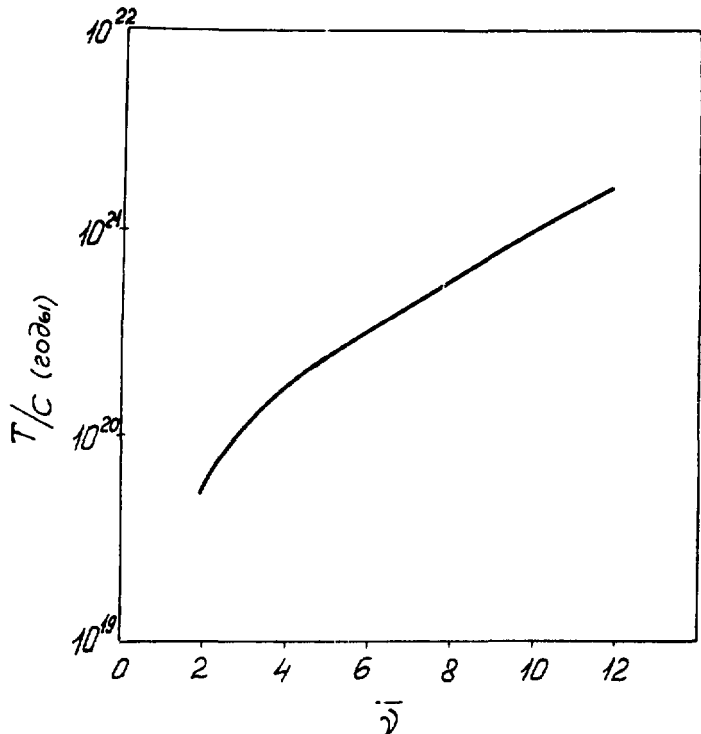
Более детально был исследован технический концентрат гафния, основу которого составлял цирконий. Этот концентрат, по-видимому, был близок по составу к изученному в /1/.

В таблице приведено содержание некоторых элементов в концентрате:

Элемент	Содержание /%/
Zr	42
Hf	7
K	26
Ti	0,3
Al	0,1
Na	1,0
U	$1,5 \cdot 10^{-2}$

Эксперименты велись одновременно на больших пропорциональных счетчиках и детекторе множественного испускания нейтронов /2/.

В пропорциональный счетчик было помещено 50 г вещества. За 26 суток измерений было зарегистрировано 20 импульсов от осколков деления. Это соответствует величине $T/C \approx 6 \cdot 10^{19}$ лет, что и следовало ожидать, исходя из данных по содержанию урана в концентрате гафния. Для гипотетического сверхтяжелого элемента может быть указан предел $T/C \geq 2 \cdot 10^{20}$ лет.



Зависимость T/C от среднего числа мгновенных нейтронов на акт деления.

В опытах на нейтронном детекторе с пробой весом 10 кг за 490 часов было наблюдеено 320 событий с множественностью, равной двум, и 18 событий с множественностью три. На основании этих данных можно рассчитать величину T/C в зависимости от предполагаемой величины $\bar{\nu} / \bar{\nu}$ - среднее число нейтронов, испускаемых на один акт деления/. Из рисунка видно, что величина T/C для $\bar{\nu} = 2$ находится в хорошем согласии с данными, полученными с помощью пропорциональных счетчиков, и может быть полностью объяснена примесью

урана в образце. Для гипотетического сверхтяжелого элемента с $\bar{\nu} \geq 5^{7/3.4}$ может быть указан предел $T/C \geq 10^{22}$ лет.

Для дальнейшего повышения чувствительности метода концентрат гафния подвергали очистке от урана. Концентрат был растворен в азотной кислоте. Из азотно-кислого раствора уран экстрагировался 0,1 М раствором тривалентного фосфиноксида в четыреххлористом углероде^{5/}. Условия экстракции подбирались так, чтобы коэффициент распределения для урана был максимальным, а для элементов 1,3 и 4 групп периодической таблицы Д.И. Менделеева - минимальным. В результате были получены коэффициенты распределения для урана - $2 \cdot 10^3$, для циркония, гафния, элементов первой группы, лантаноидов, актиноидов - 10^{-2} и меньше. Коэффициенты распределения гипотетических спонтанно делящихся излучателей и их групповых аналогов, по-видимому, будут близки. Содержание урана в образце после экстракции составляло величину $2 \cdot 10^{-6}$ г/г.

Измерения на пропорциональном счетчике показали, что в образце весом 30 г после очистки от урана наблюдается не больше одного события спонтанного деления в месяц, что соответствует величине $T/C \geq 1,7 \cdot 10^{21}$ лет. Эта величина может быть объяснена примесью урана в образце.

Таким образом, можно заключить, что если сверхтяжелые элементы присутствуют в наших образцах, то их концентрация по крайней мере в сотни раз ниже, чем было указано в работе Малы^{1/}.

Авторы благодарны академику Г.Н.Флерову за руководство работой и постоянный интерес к ней, И.Зваре - за ценные советы и обсуждение результатов, М.Р.Шалаевскому за помощь в анализе концентрата гафния на содержание урана, И.Л.Арефьеву и Б.В.Щитову - за помощь при проведении экспериментов.

Литература

1. J.Maly, J.Merinis, Y.Legoux, G.Boussieres .Report Institut de Physique Nucleaire. Orsay, IPNO-RC-74-02 (1974).
2. Г.Н.Флеров, Г.М.Тер-Акопьян, Н.К.Скобелев, А.Г.Полеко, М.П.Иванов. Препринт ОИЯИ, Р6-7588, Дубна, 1973.
3. J.R.Nix. Phys.Lett., 30B ,1 (1969).
4. H.W.Schmitt and U.Mosel. Nucl.Phys., A186, 1 (1972).
5. Б.Н.Ласкорин, Д.И.Скороваров, Л.А.Федорова, В.В.Шамалов. АЭ, 28, 383 /1970/.

*Рукопись поступила в издательский отдел
10 сентября 1974 года.*