

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

P6-85-778

Х.Эстевес, Х.Брухертзайфер*, Б.Айхлер,
Т.Круз, И.Звара

РАДИОХИМИЧЕСКОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ
И ИДЕНТИФИКАЦИЯ КОРОТКОЖИВУЩИХ
ИЗОТОПОВ ВОЛЬФРАМА,
ТАНТАЛА И ГАФНИЯ

Направлено в журнал "Радиохимия"

* ШВИРИ АН ГДР, Лейпциг

1985

ВВЕДЕНИЕ

Для изучения радиоактивности короткоживущих нуклидов, синтезируемых в ядерных реакциях с тяжелыми ионами, требуется быстрый транспорт радиоактивных атомов от мишени к измерительной аппаратуре. Для решения этой задачи был предложен¹ метод "гелиевой струи", при котором атомы отдачи - продукты ядерных реакций, вылетающие из "тонкой" мишени, термализуются в газе, откачиваемом через капилляр. Эффективность транспорта повышается при наличии в газе-носителе /He, N₂ или другие/ высокомолекулярных кластеров /частиц /^{1,2}/ органических или неорганических веществ. Наиболее широко используются аэрозоли, образованные галогенидами щелочных металлов³⁻¹⁰.

При облучении тяжелыми ионами происходит одновременный синтез многочисленных изотопов разных элементов. Для определения атомного номера Z нуклидов и принадлежности энергий γ -переходов часто нужно производить предварительное химическое разделение продуктов ядерных реакций. Химическая переработка бывает особенно необходима при малом выходе исследуемого нуклида.

Нами была ранее использована комбинация транспорта аэрозольной струей с непрерывным извлечением радиоэлементов в раствор и их химическим разделением с помощью ионного обмена и экстракции^{9,11-15}. Были впервые или независимо идентифицированы новые изотопы ^{182,183,184,185}Hf, ^{184,185}Ta и ^{188,189,170}W.

В настоящей работе подробно рассматривается методика транспорта с помощью аэрозольной струи и непрерывного радиохимического выделения короткоживущих изотопов вольфрама, тантала и гафния. Представлены также результаты идентификации новых нейтронно-дефицитных изотопов этих элементов.

Методика разделения вольфрама, тантала, гафния и лантанидов является одновременно моделью разделения их гомологов - элементов 106, Ns(105), Ku(104) и трансплутониевых элементов.

1. ПЕРЕНОС ПРОДУКТОВ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ ГАЗОВОЙ СТРУЕЙ И ПЕРЕВОД АЭРОЗОЛЕЙ В ВОДНЫЕ РАСТВОРЫ

На рис.1 показана схема аппаратуры, использованной для транспорта радионуклидов и их извлечения в раствор.

Опыты проводили на выведенном пучке циклотрона У-300 Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ. Пучок ионов ²⁰Ne или ²²Ne/интенсив-



Рис. 1. Блок-схема аппаратуры для изучения радиоактивных свойств короткоживущих изотопов, получаемых в ядерных реакциях.

ность до $2.5 \cdot 10^{12} \text{ с}^{-1}$ / падал на мишень - слой оксида соответствующего элемента толщиной $1,2 \text{ мг/см}^2$, нанесенный на подложку из алюминия /несколько мкм/. Энергию ионов изменяли с помощью "тормозных фольг" из алюминия, помещенных перед мишенью /по ходу пучка/.

Атомы отдачи термализовались в цилиндрической камере из никеля, объемом 3 см^3 . Схема подобной камеры для облучения описана в работе [16].

Транспорт

Транспорт атомов отдачи /продуктов ядерных реакций/ из мишенной камеры осуществляли потоком азота, содержащим аэрозоли KCl.

Генератор аэрозолей имеет цилиндрический кварцевый корпус с внутренним диаметром 2 см и длиной 30 см. В середине корпуса находится пористый стеклянный фильтр типа G2, под которым расположен слой порошкообразного KCl /высота - 40 мм, размер частиц 0,2-1 мкм/. Эта зона нагревается трубчатой печью. Температура внутри генератора задается терморегулятором /640°C/. Азот с расходом 1 л/мин подается снизу через штуцер, вместе с аэрозольными KCl выходит через верхний штуцер корпуса и попадает в буферный объем в виде длинного отрезка шланга / ϕ 10 мм/ объемом около 3 л. Здесь оседают как самые крупные, так и самые маленькие частички KCl. Затем струя подается в камеру облучения, где на аэрозолях сорбируются продукты ядерных реакций после их термализации в газе. В химическую лабораторию радионуклиды транспортируются по тефлоновому капилляру диаметром 1,8 мм.

Изучение эффективности переноса /потерь при транспорте/ в зависимости от длины капилляра, осуществляли с помощью генератора радиоизотопов на основе ^{228}Th . Около 10% расхода газа пропускали через ^{228}Th в обход генератора аэрозолей, и потоки смешивали в буферном объеме. В результате последовательных распадов из ^{228}Th постоянно образуется ^{220}Rn , поступающий в рабочий газ. В буферном объеме 55,6-секундный ^{220}Rn большей частью распадается с образованием нелетучих продуктов, которые адсорбируются

Таблица 1
Эффективность переноса нуклидов, сорбированных на аэрозолях через тефлоновый капилляр / $\phi=1,8 \text{ мм}$ / в зависимости от его длины

Длина /м/	Эффективность /%/
30	80
40	74
50	68
160	23

на поверхности аэрозолей. Эффективность переноса через капилляр измеряли по относительно долгоживущему γ -излучателю ^{212}Pb . Как видно из табл. 1, эффективность транспорта закономерно уменьшается с ростом длины капилляра. Отметим, что в наших опытах на ускорителе расстояние между камерой облучения и химической лабораторией составляет 40 м, эффективность переноса - соответственно - 74%.

Время транспорта от циклотрона до лаборатории проверяли по падению активности короткоживущих нуклидов ^{164}Ta , ^{165}Ta и ^{42}mSc на разных расстояниях /с учетом потерь при переносе/ и по изменению отношения активностей $^{165}\text{Ta}/^{165}\text{Hf}$ и $^{164}\text{Ta}/^{164}\text{Hf}$. Для капилляра длиной 40 м время транспорта /с учетом времени пребывания аэрозолей в объеме камеры/ составило 8 ± 2 с; расчетное время транспортировки - 6,3 с.

Растворение

Аэрозоли поглощались непосредственно в растворе, который в дальнейшем служил для разделения элементов методами ионного обмена или экстракции. Растворение осуществлялось, как правило, непрерывно за счет интенсивного контактирования аэрозолей с водным раствором при их совместном прохождении через пористый стеклянный фильтр типа G3⁰, или с помощью ядерных фильтров [14, 15]. При простом барботировании аэрозольной струи через раствор, например, в раствор HF 0,5 моль/л + HCl 1,0 моль/л переходило не более 5% активности, а при использовании стеклянного фильтра - около 60%. С помощью ядерного фильтра можно достичь количественного растворения /см. ниже/.

При улавливании аэрозолей в аммиачном растворе уже на стеклянном фильтре происходит частичное отделение элементов, которые образуют труднорастворимые соединения - Ta, Hf и редкоземельные элементы /РЗЗ/; радионуклиды же вольфрама остаются в растворе. Для определения фактора предварительного разделения компоненты аэрозольной струи переводили в раствор без помощи фильтра и срав-



Рис. 2. Установка для измерения прохождения аэрозолей через фильтр. 1 - аэрозольная струя с продуктами ядерных реакций, 2 - держатель ядерного фильтра / $\Phi = 2$ см/, 3 - отвод газа, 4 - пластмассовая трубка / $V = 180$ мл/, 5 - - Ge - детектор.

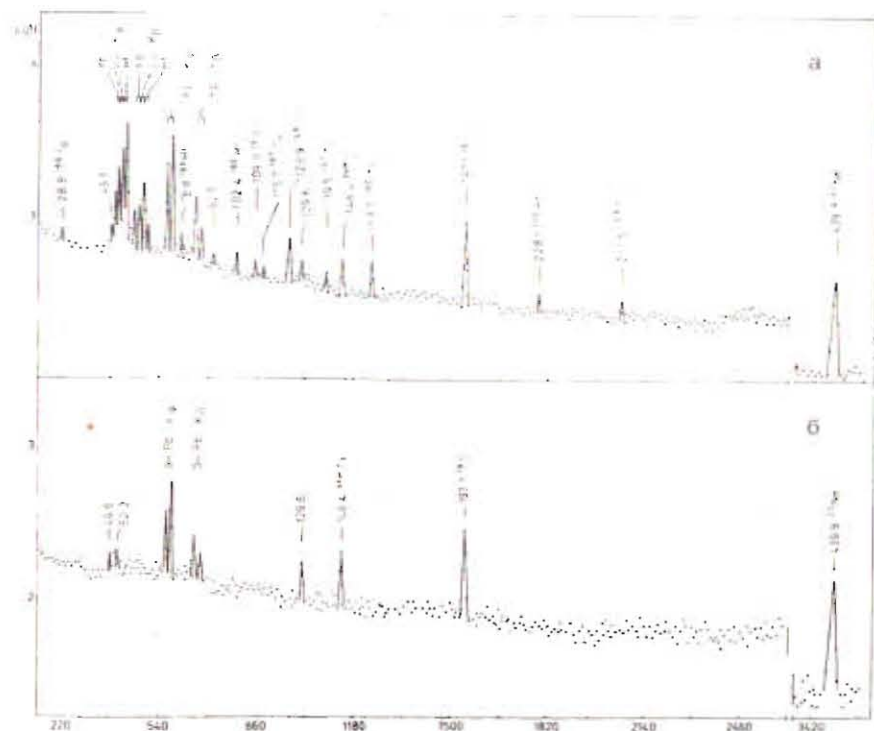


Рис. 3. γ -спектры продуктов реакций $^{151,153}\text{Eu} (^{20}\text{Ne}, \alpha)$: $E_{\text{Ne}} = 133$ МэВ, измеренные в постановке опыта, показанного на рис. 2. а/ в отсутствие ядерного фильтра, б/ с использованием ядерного фильтра / $\Phi_{\text{пор}} = 0,26$ мкм/.

нивали отношение активностей элементов в этом /исходном/ растворе с отношением активностей в растворе на выходе из стеклянного фильтра. Величина фактора очистки вольфрама составила $> 10^2$.

При помощи пористых стеклянных или ядерных фильтров аэрозоли КС1 также выделяли из потока газа-носителя в "сухом" виде. От-

деленные частицы затем уже растворяли в водном растворе определенного реактива. Для нахождения оптимальных условий извлечения короткоживущих нуклидов проводили опыты с ядерными фильтрами разных диаметров пор - от 0,26 до 4 мкм /толщина фильтра - 10 мкм, а плотность пор $10^8 \div 10^6$ см $^{-2}$ /. Схема использованной установки представлена на рис. 2. На рис. 3 показаны "непрерывные" γ -спектры, полученные без ядерного фильтра /рис. 3а/ и с использованием фильтра с диаметром пор 0,26 мкм /рис. 3б/.

Из результатов таких опытов следует, что ядерный фильтр с размерами пор $\leq 0,6$ мкм количественно / $> 95\%$ / извлекает аэрозоли /с продуктами ядерных реакций/ из потока газа-носителя. Сопротивление газового тракта при этом изменяется незначительно. В спектре на рис. 3б видны только γ -переходы изотопов элементов, находящихся в основном в газообразном состоянии (^{23}Ne , ^{19}O , ^{34}mCl).

Через фильтры с диаметром пор 2,5 и 4 мкм исследуемые нелетучие продукты проходят на 39 ± 12 и $85 \pm 15\%$ соответственно.

Аэрозоли, уловленные на ядерном фильтре, можно количественно растворять, и полученный раствор без потерь пропускать через этот фильтр. Продукты реакций $^{151,153}\text{Eu} + ^{22}\text{Ne}$ растворяются в соляной кислоте / ≥ 1 моль/л/ на $\geq 95\%$ /по активности/.

Отделение газа и растворение аэрозолей можно, как показали опыты по выделению вольфрама 157 , проводить или непрерывно с использованием стеклянного фильтра, или же в дискретном режиме /"квази он лайн"/, когда используют две параллельные фильтрующие камеры с ядерными фильтрами. В одной камере аэрозоли выделяют из потока газа-носителя, в другой в это же время растворяют уловленные частицы в соответствующем реактиве. Интервалы между циклами выбирают в зависимости от периодов полураспада изучаемых радионуклидов.

2. ВЫДЕЛЕНИЕ ГАФНИЯ И ВОЛЬФРАМА ПУТЕМ ИОННОГО ОБМЕНА

Поскольку гафний образует в водных фторидных растворах отрицательно заряженные комплексы $^{17-19}$, а лантаниды - положительные 19 , разделение этих элементов можно осуществить в растворе HF 0,5 моль/л на сильнокислотном катионите. Фактор распределения Hf меньше 1^{19} , а у лантанидов $> 10^3$ $^{19-21}$.

При использовании щелочных растворов на катионите, кроме R39 остаются также гафний и тантал, а вольфрам, находясь в виде отрицательно заряженных комплексов 22 , на колонке не сорбируется. В предварительных опытах мы установили, что долгоживущие метки ^{177}Ta , ^{175}Hf и ^{175}Yb в аммиачном растворе на $> 95\%$ удерживаются на колонке со смолой Вофатит КПС /8% ДВБ, 40-80 мкм, высота = 5 см, $\Phi = 3$ мм, скорость раствора = 0,5 мл/мин/. При этих условиях вольфрам проходит на $97 \pm 6\%$.

В опытах по выделению короткоживущих нуклидов, полученных в ядерных реакциях, применяли ту же смолу /высота столба = 1-2 см,

$\Phi=5$ мм/. Скорость подачи раствора выбирали от 0,3 до 1,7 мл/мин исходя из периода полураспада изучаемых нуклидов. После выхода из колонки раствор пропускали через тefлоновый шланг диаметром 0,8 мм, намотанный в виде плоской спирали, помещенной на кожу Ge /объемом 2,1 см³/ или Ge/Li /объемом 35 см³/ детектора. Объем раствора в "поле зрения" детектора равнялся 0,54 мл для Ge и 1,5 мл для Ge/Li.

Электронная аппаратура, сопряженная с детекторами, а также программы для измерений и обработки γ -спектров описаны в работах [15,23].

Измерения проводили в двух режимах. В режиме непрерывного выделения и измерения можно найти γ -переходы образующихся продуктов ядерных реакций. Массовое число цепочки распада /или же число нейтронов x , испаряющихся из составного ядра/ определяли по изменению интенсивности пиков γ -квантов известных дочерних /или материнских/ продуктов с изменением энергии ускоренных ионов. На рис.4 показаны спектры, полученные в реакции $^{147}\text{Sm} + ^{20}\text{Ne}$. Видно, что при энергии ионов ^{20}Ne в 110 МэВ образуется с большим выходом ^{163}Hf , при энергии 139 МэВ главным образом образуется ^{162}Hf , а при энергии 163 МэВ, кроме ^{162}Hf , видны также γ -переходы ^{161}Hf . При большей скорости подачи раствора в реакции $^{144}\text{Sm} + ^{22}\text{Ne}$ /106 МэВ/ γ -переходы очень короткоживущего изотопа ^{161}Hf и его дочернего нуклида видны еще лучше, в то время как γ -переходы ^{160}Lu еще не регистрируются /см.рис.5/. Период полураспада ^{161}Hf равняется 20 ± 3 с. Его определили в дискретном режиме путем периодического сбора и измерения определенных объемов элемента. Каждую фракцию измеряли 4 раза по 10 с. Было суммировано до 30 спектров.

На рис.6 показан он-лайн-спектр из реакции $^{154}\text{Gd} + ^{20}\text{Ne}$ /170 МэВ/, полученный при непрерывном разделении на колонке с катионитом из водного раствора аммиака.

В оф-лайн-режиме и в условиях непрерывного разделения, которые описаны выше, была получена кривая распада ^{167}W /см.рис.7а - энергия γ -перехода равна 141,6 кэВ/. На рис. 7в и 7с показаны накопление и распад ^{167}Ta и ^{167}Hf соответственно. Таким образом, в оф-лайн-режиме можно показать генетическую связь между разными γ -переходами. Для этого выбирали отдельные наиболее интенсивные пики. Например, в случае ^{167}Ta брали γ -линию с энергией 139,5 кэВ /см. рис.3а и б/. Более слабые γ -линии можно приписать определенному изотопу на основании отношений площадей пиков в γ -спектрах при разных энергиях ионов Ne. В табл.2 указаны эти отношения для реакции $^{154}\text{Gd} + ^{20}\text{Ne}$ ($E_{\text{Ne}} = 170$ и 160 МэВ соответственно).

3. ВЫДЕЛЕНИЕ Ta ПУТЕМ ЭКСТРАКЦИИ

Комбинация аэрозольного транспорта с последующим экстракционным разделением продуктов ядерных реакций осуществлена ранее в [11].

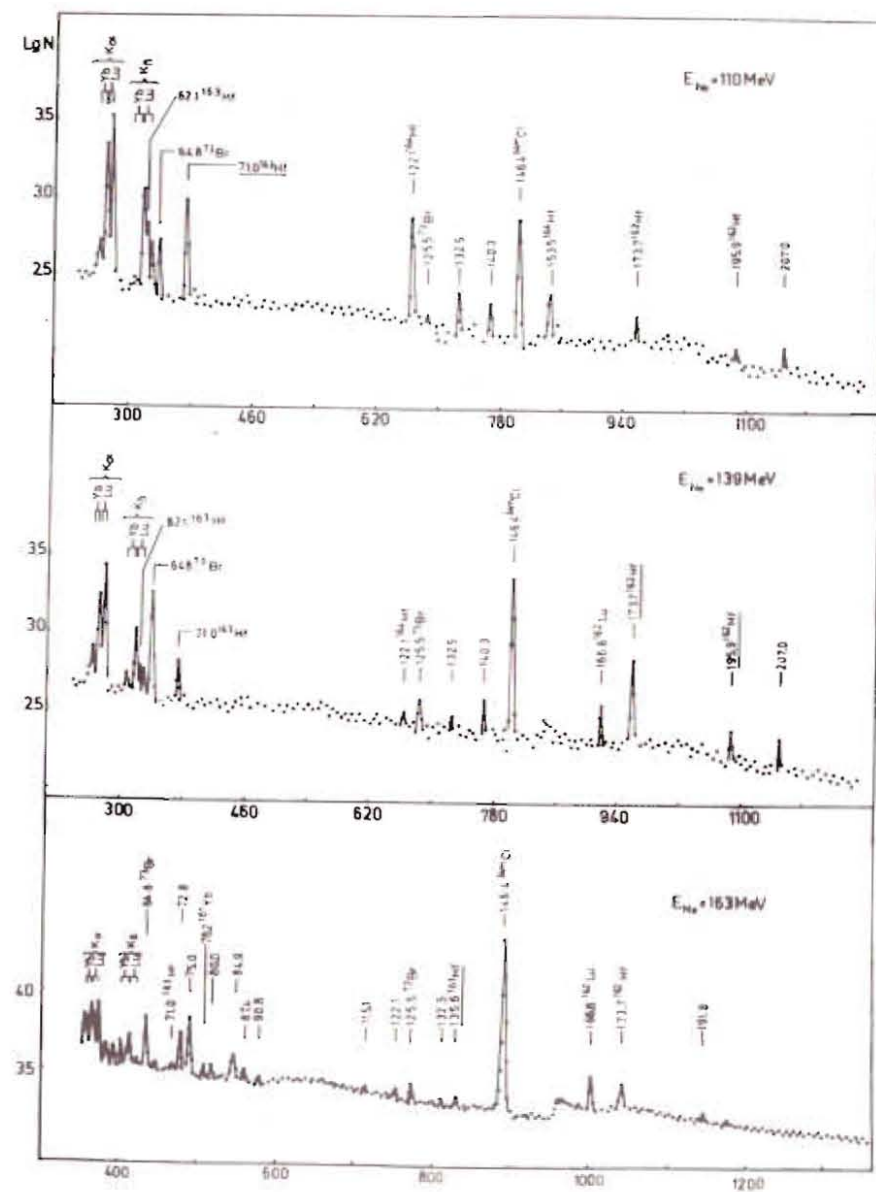


Рис.4. Спектры продуктов реакций $^{147}\text{Sm}(^{20}\text{Ne}, xn)^{167-x}\text{Hf}$ при трех значениях энергии ^{20}Ne /непрерывное выделение гафния/.

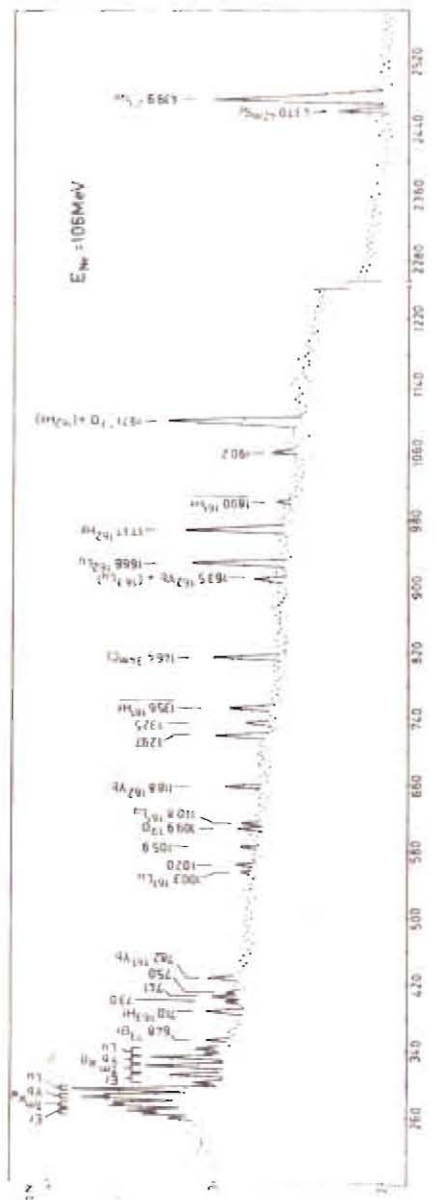


Рис. 5. Спектр продуктов реакции $^{144}\text{Sm} (^{22}\text{Ne}, xn)^{166-x}\text{Hf}$.

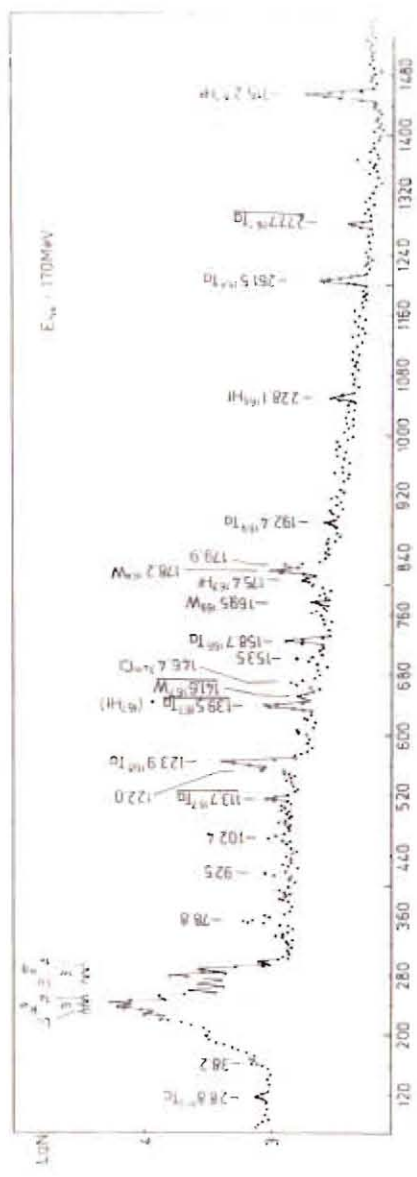


Рис. 6. Спектр продуктов реакции $^{154}\text{Cd} + ^{20}\text{Ne}$ / непрерывное выделение вольфрама/.

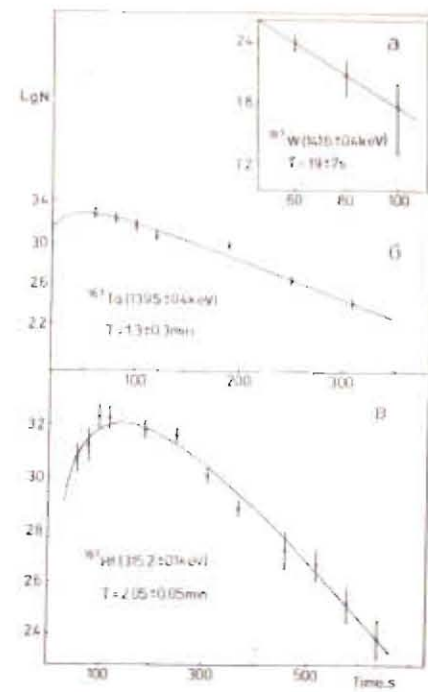
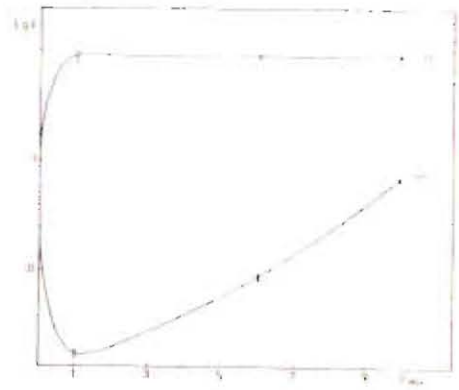


Рис. 7. Изменение активности ^{167}W , ^{167}Ta и ^{167}Hf во времени. а - кривая распада ^{167}W ; б - накопление и распад ^{167}Ta ; сплошная кривая - расчет при $T_{1/2} (^{167}\text{W}) = 19 \text{ с.}$; в - накопление и распад ^{167}Hf ; сплошная кривая - расчет при $T_{1/2} (^{167}\text{Ta}) = 1,3 \text{ мин.}$

Рис. 8. Степень экстракции E / % / тл-таля и гафния метилизобутил-кетонном в зависимости от концентрации соляной кислоты / моль/л/. $C_{\text{HF}} = 0,5 \text{ моль/л.}$



Тантал хорошо экстрагируется из водных растворов HF+HCl метилизобутилкетонном /МИБК/ [24]. Мы установили, что Ta можно отделить от Hf, а также от РЗЭ. Оптимальный состав водного раствора находили в опытах с отметчиками ^{177}Ta , ^{175}Hf и ^{175}Yb . Результаты, представленные на рис. 8, показывают, что при концентрации HF = 0,5 моль/л и HCl = 1,0 моль/л достигается разделение тантала и гафния с фактором = 10^3 . В тех же условиях фактор разделения тантала и иттербия составляет примерно 10^5 .

Такое же поведение этих элементов мы наблюдали и после растворения короткоживущих изотопов, транспортирующихся с помощью аэрозольной струи.

В он-лайн-опыте [11] водная и органическая фаза поступали из фильтра в воронку для разделения фаз. Водную фазу сбрасывали, а органическую непрерывно откачивали /с помощью насоса/ и пропускали через спираль из тефлонового шланга, установленную на детекторе /см. выше/.

Таблица 2.

Энергия γ -излучения и период полураспада разных нуклидов фракции вольфрама. Отношение площадей (N) пиков при двух значениях энергии ^{20}Ne .

E_γ , кэВ	$N/170 \text{ МэВ/}$	$T_{1/2}$	Нуклид
	$N/160 \text{ МэВ/}$		
113,7	$1,07 \pm 0,14$	$1,3 \pm 0,3$ мин	^{167}Ta
139,5	$1,24 \pm 0,11$	$1,3 \pm 0,3$ мин	^{167}Ta
141,6	$1,32 \pm 0,43$	19 ± 7 с	^{167}W
277,7	$1,03 \pm 0,11$	$1,3 \pm 0,3$ мин	^{167}Ta

В оф-лайн-режиме периодически в течение ~ 60 с собирали отдельные фракции, а после разделения фаз органическую фазу измеряли на детекторе γ - или χ -лучей. В продуктах реакции $^{151}\text{Eu} + ^{20}\text{Ne}/179 \text{ МэВ/}$ во фракции тантала нами был обнаружен ^{163}Hf . Он был идентифицирован по линии 71,0 кэВ. Его период полураспада совпал с найденным нами ранее значением 13 . В то же время в танталовой фракции пик с энергией 55,8 кэВ, что соответствует $K\alpha_1$ -лучам Hf, распадался с $T = 8 \pm 4$ с. При указанной энергии ^{20}Ne наибольший выход должна иметь реакция $^{20}\text{Ne}, 8n$. Поэтому можно предположить, что именно ^{163}Ta распадается с $T = 8$ с.

В результате облучения мишеней из самария, европия и гадолиния ионами неона и при помощи описанных выше методик в настоящей работе и в предыдущих $^{9,11-15}$ были получены данные о γ -переходах и распадах ряда новых изотопов гафния, тантала и вольфрама. Они сведены в табл.3.

В заключение авторы благодарят проф.Ю.Ц.Оганесяна за поддержку данной работы, В.П.Доманова и Л.Каштуру - за помощь в техническом обеспечении и проведении экспериментов, Ю.В.Хольнова - за полезное обсуждение результатов, а также коллектив эксплуатации циклотрона У-300, руководимый Н.В.Прониним, за обеспечение эффективной работы ускорителя.

Таблица 3

Некоторые радиоактивные свойства новых короткоживущих изотопов Hf, Ta и W.

Ядерная реакция	Нуклид	Энергия γ -переходов /кэВ/	$T_{1/2}$	Ссылка
$^{144}\text{Sm} (^{22}\text{Ne}, 5n)$	^{161}Hf	135,6	20 ± 3 с	Н.р.
$^{147}\text{Sm} (^{20}\text{Ne}, 6n)$		180,0		
$^{147}\text{Sm} (^{20}\text{Ne}, 5n)$	^{162}Hf	173,7	41 ± 6 с	13
$^{144}\text{Sm} (^{22}\text{Ne}, 4n)$		195,9		
$^{147}\text{Sm} (^{20}\text{Ne}, 4n)$	^{163}Hf	71,0	44 ± 6 с	13
$^{147}\text{Sm} (^{22}\text{Ne}, 6n)$		62,1		9
$^{144}\text{Sm} (^{22}\text{Ne}, 3n)$				Н.р.
$^{147}\text{Sm} (^{22}\text{Ne}, 5n)$	^{164}Hf	122,1	$2,8 \pm 0,2$ мин	9
$^{147}\text{Sm} (^{20}\text{Ne}, 3n)$		153,5		13
$^{147}\text{Sm} (^{22}\text{Ne}, 4n)$	^{165}Hf	179,9	$1,7 \pm 0,1$ мин	9
$^{151}\text{Eu} (^{20}\text{Ne}, 8n)$		(^{163}Ta)	$K\alpha_1 \text{ Hf}$	~ 8 с
$^{151}\text{Eu} (^{20}\text{Ne}, 7n)$	^{164}Ta	210,6	20 ± 7 с	11
				12
$^{151}\text{Eu} (^{20}\text{Ne}, 6n)$	^{165}Ta	94,1	35 ± 10 с	11
		162,8		
$^{151}\text{Eu} (^{22}\text{Ne}, 6n)$	^{167}Ta	113,7		
		139,5	$1,3 \pm 0,3$ мин	Н.р.
		277,7		
$^{154}\text{Gd} (^{20}\text{Ne}, 7n)$	^{167}W	141,6	19 ± 7 с	Н.р.
$^{154}\text{Gd} (^{20}\text{Ne}, 6n)$		^{168}W	178,2	49 ± 7 с
$^{155}\text{Gd} (^{20}\text{Ne}, 7n)$				
$^{154}\text{Gd} (^{20}\text{Ne}, 5n)$		96,6		
$^{154}\text{Gd} (^{22}\text{Ne}, 7n)$	^{169}W	136,0	55 ± 10 с	14, 15
$^{155}\text{Gd} (^{20}\text{Ne}, 6n)$		169,5		
$^{154}\text{Gd} (^{20}\text{Ne}, 4n)$				
$^{154}\text{Gd} (^{22}\text{Ne}, 6n)$	^{170}W	316,4	$2,4 \pm 0,1$ мин	15
$^{155}\text{Gd} (^{20}\text{Ne}, 5n)$				

ЛИТЕРАТУРА

1. Macfarlane R.D., Griffioen R.D. Nucl. Instr. and Meth., 1963, 24, p.461.
2. Macfarlane R.D., McHarris W.C. Nuclear Spectroscopy and Reactions, (J.Cenry, ed.) vol.A, Academic Press, New York, 1974, p.243.
3. Äystö J., Paumalainen P., Valli K. Nucl. Instr. Meth., 1974, 115, p.65.
4. Äystö J. et al. Nucl. Instr. and Meth., 1976, 139, p.325.
5. Trautmann N. et al. Inorg. Nucl. Chem. Lett., 1975, 11, p.729.
6. Ghiorso A. et al. Phys. Rev. Lett., 1974, 33, p.1490.
7. Steuder E., Trautmann N., Herrmann G., Radiochem. Radioanal. Letters, 1980, 42, p.291.
8. Звара И. и др. ОИЯИ, 12-80-48, Дубна, 1980.
9. Bruchertseifer H., Eichler B., Radiochem. Radioanal. Letters, 1981, 48, p.391.
10. Trautmann N. et al. Proc. 4th Int. Conf. on Nuclei far From Stability, Helsingor, Denmark, 7-13 June 1981, CERN report 81-09, p.727.
11. Bruchertseifer H. et al. Radiochem. Radioanal. Letters, 1982, 51, p.319.
12. Eichler B. et al. Radiochem. Radioanal. Letters, 1982, 53, p.161.
13. Bruchertseifer H. et al. Radiochem. Radioanal. Letters, 1982, 54, p.1.
14. Эстеверес Х. и др. В сб. аннотаций докладов, представленных на совещание по экспериментам на пучках тяжелых ионов. Варна, НРБ, 13-19 сентября 1984 г. ОИЯИ, Д7-84-736, Дубна, 1984.
15. Брухертсайфер Х. и др. ОИЯИ, Р6-85-211, Дубна, 1985.
16. Звара И. и др. Радиохимия, 1972, 14, с.119.
17. Парпиев Н.А. и др. Химия и химическая технология редких и цветных металлов. Изд. ФАН, Ташкент, 1974, с.39.
18. Пахолков В.С., Ганиев В.П. Известия вузов, 1974, 5, с.78.
19. Bruchertseifer H. ZfI - Mitteilungen, 1984, Nr.84, s.61.
20. Никитин М.К. ДАН СССР, 148, 1963, с.595.
21. Saletka R., Krivan V. Talanta, 1983, 30, p.543.
22. Бусев А.И. и др. В кн.: Аналитическая химия вольфрама, "Наука", М., 1976.
23. Брухертсайфер Х., Злоказов В.Б. ОИЯИ, Р10-85-333, Дубна, 1985.
24. Fritz J.S., Dahmer L.H. Anal Chem., 1968, 40, p.20.

Рукопись поступила в издательский отдел
30 октября 1985 года.

Эстеверес Х. и др.

Р6-85-778

Радиохимическое выделение и идентификация короткоживущих изотопов вольфрама, тантала и гафния

Рассмотрены методики непрерывного радиохимического выделения короткоживущих изотопов W, Ta и Hf, получаемых в ядерных реакциях с тяжелыми ионами. Изучены эффективность переноса радиоактивных нуклидов от мишени на пучке циклотрона в химическую лабораторию с помощью аэрозольной струи ($N_2 + KCl$), их извлечение фильтрами и растворение частиц. Обсуждается выбор условий последующего химического разделения соседних элементов. С использованием разработанных методик, быстрдействие которых достигает 10-20 с, были идентифицированы новые короткоживущие изотопы W, Ta и Hf.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1985

Перевод О.С.Виноградовой.

Estevez J. et al.

Р6-85-778

Radiochemical Separation and Identification of Short-Lived Isotopes Tungsten, Tantalum and Hafnium

Techniques of continuous radiochemical separation of W, Ta and Hf short-lived isotopes produced by nuclear reactions with heavy ions are discussed.

The efficiency of transportation of the radioactive nuclides from the cyclotron target to the laboratory with gas jet ($N_2 + KCl$), the separation of aerosol particles with filters and their dissolution were studied.

Conditions for subsequent chemical separation of the neighbouring elements are considered.

With the use of the developed methods, which are characterized by the obtainable inherent processing time down to 10-20 s, some new short-lived isotopes of W, Ta, and Hf were identified.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1985