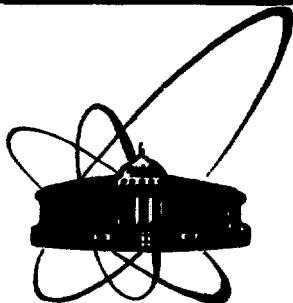


548607382



ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

P6-85-211

Х.Брухертзайфер,\* Б.Айхлер, Х.Эстевес, Т.Круз,  
Э.Вилл, В.Б.Злоказов, Р.дель Портильо,  
Ю.Рюдигер

ВЫДЕЛЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ  
КОРОТКОЖИВУЩИХ ИЗОТОПОВ ВОЛЬФРАМА  
ИЗ ПРОДУКТОВ РЕАКЦИЙ  $^{154}\text{Gd} + ^{20}\text{Ne}$

Направлено в журнал "Радиохимия"

\* ЦИРИ АН ГДР, Лейпциг

1985

Для получения сильно нейтронодефицитных нуклидов очень эффективными оказываются ядерные реакции с тяжелыми ионами.

При бомбардировке гадолиниевых мишеней ускоренными ионами неона с энергией до 10 МэВ/нуклон должно образоваться несколько изотопов вольфрама, включая пока неизвестные, заведомо короткоживущие нуклиды  $^{169}\text{W}$ ,  $^{168}\text{W}$  и  $^{167}\text{W}$ . Чтобы обеспечить возможность исследования радиоактивных свойств этих ядер, необходимо быстро химически отделить фракцию вольфрама от Ta, Hf и лантанидов, являющихся продуктами распада изотопов вольфрама и продуктами реакций передачи на ядра мишени. W, Ta, Hf и лантаниды - предполагаемые аналоги соответственно 106-го элемента, нильсбория, курчатовия и актинидов, поэтому такая химическая очистка короткоживущих изотопов вольфрама представляется одновременно модельным опытом по выделению 106-го элемента.

В настоящей работе описаны опыты по радиохимическому изучению продуктов реакций  $^{154}\text{Gd}(^{20}\text{Ne}, \text{xn})^{174-\text{x}}\text{W}$  и исследованию их радиоактивных свойств.

Предварительные результаты приведены в '1'.

## ПОСТАНОВКА ОПЫТОВ

Опыты проводили на выведенном пучке циклотрона У-300 Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ. Пучок ионов  $^{20}\text{Ne}$   $\leq 2,3 \cdot 10^{12} \text{ с}^{-1}$  падал на мишень из  $^{154}\text{Gd}$  /57,5% обогащения, 1,2 мг/см<sup>2</sup>/, нанесенного в виде  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  на подложку из алюминия /7,4 мкм/. Энергию ионов изменяли с помощью тормозных фольг из Al. Транспорт атомов отдачи/продуктов ядерных реакций/ из мишенной камеры осуществляли при помощи газовой струи /азот, расход: 1 л/мин/, содержащей аэрозоли KCl <sup>2,3</sup>. Частицы KCl непрерывно растворяли в концентрированном аммиаке и раствор пропускали /со скоростью 1 мл/мин/ через катионообменную колонку со смолой "Вофатит КПС" /8% ДВБ, 40-80 мкм/. При этом вольфрам проходил через колонку, а Ta, Hf и лантаниды поглощались смолой. Спектр  $\gamma$ -излучения, испускаемого раствором, измеряли на выходе из колонки непрерывно /он-лайн/ или периодически /оф-лайн/, отбирая определенные объемы раствора. Использовали  $\gamma$ -спектрометр на основе детектора из чистого Ge объемом 2,1 см<sup>3</sup>, сопряженный со стандартным спектрометрическим анализатором на линии с ЭВМ типа СМ-3 /СД-300/. Энергетическое разрешение аппаратуры составляло 0,7-0,8 кэВ при 77,1 кэВ ( $K_{\alpha}$  В1). С целью получения данных по распаду изотопов вольфрама и накоплению и распаду дочерних нуклидов проводили

ли 3 серии измерений каждого отобранного объема раствора. Каждая серия состояла из 4 измерений, при этом спектрометрическая информация по отдельному измерению записывалась в 1024 каналах. Первые 4 измерения проводили по 20 с, последующие две серии - по 60 с или 120 с, интервал между сериями равнялся 30 или 35 с, а между каждым измерением не превышал 1 мс. Накопление спектрометрической информации осуществляли по программе RAPID 4, которая является вариантом программы RAPID <sup>4/</sup>, при этом  $\gamma$ -спектры, полученные при измерении каждой фракции раствора, суммировали с целью получения статистически достоверных данных. Обработку  $\gamma$ -спектров проводили с помощью программы ACTIV <sup>5/</sup>. Математический анализ данных по накоплению и распаду дочерних продуктов распада изотопов вольфрама /оф-лайн/ проводили при помощи программы DECAN.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рис.1 показаны  $\gamma$ -спектры нуклидов, полученных при облучении мишени из <sup>154</sup>Cd ионами <sup>20</sup>Ne с энергиями 149 и 160 МэВ

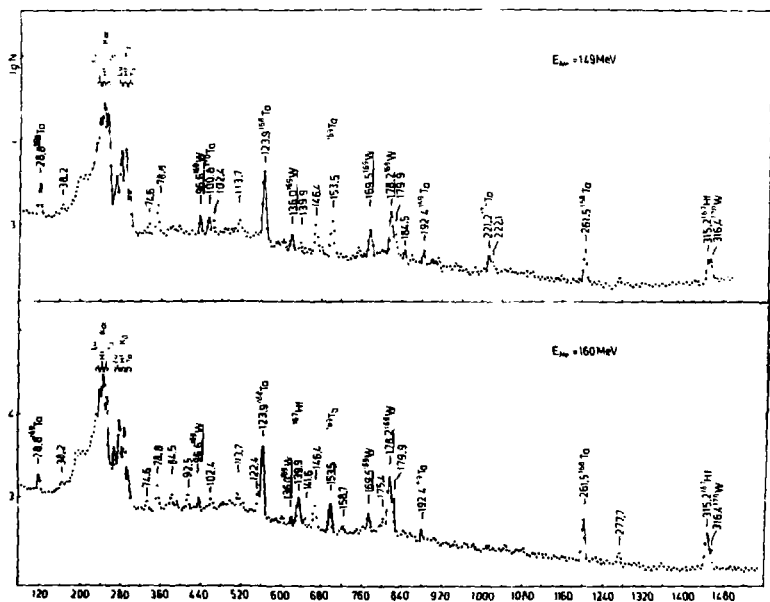


Рис.1. Спектры продуктов реакций <sup>154</sup>Cd(<sup>20</sup>Ne, xn)<sup>174-xn</sup>W при двух значениях энергии <sup>20</sup>Ne /непрерывное выделение вольфрама/.

после непрерывного химического выделения дочерних продуктов вольфрама. Обнаружение  $^{168}\text{Ta}$ ,  $^{168}\text{W}$  и  $^{167}\text{W}$  /продукт распада  $^{167}\text{Ta}$  / доказывает присутствие во фракции вольфрама изотопов  $^{169}\text{W}$ ,  $^{168}\text{W}$ ,  $^{167}\text{W}$ .

При энергии  $^{20}\text{Ne}$  160 МэВ выход более легких изотопов вольфрама должен быть большим, чем при энергии 149 МэВ. В таблице даны отношения площадей (N) пиков в спектрах продуктов ядерных реакций при двух значениях энергии  $^{20}\text{Ne}$ . Поскольку далее значение этого отношения должно быть одинаковым для всех пиков данного

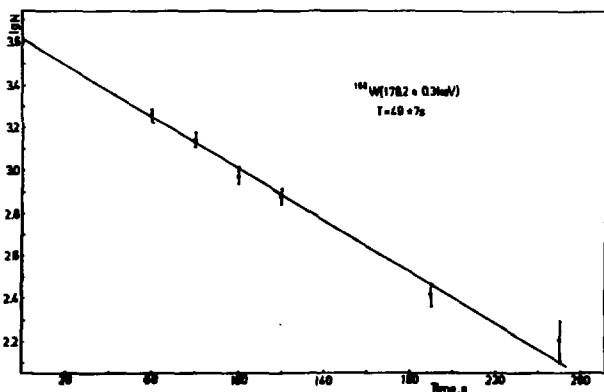


Рис. 2. Кривая распада  $^{168}\text{W} / E_{\gamma} = 178,2 \text{ кэВ/}$ .

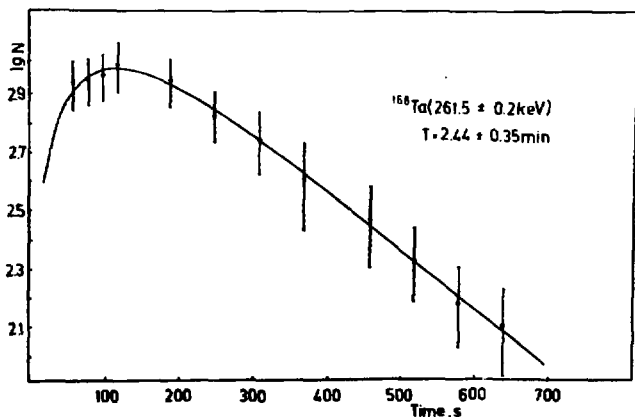


Рис. 3. Изменение активности  $^{168}\text{Ta}$  во времени  $/ E_{\gamma} = 261,5 \text{ кэВ/}$ . Сплошная кривая - расчет ( $T_{1/2}(^{168}\text{W}) = 49 \text{ с}$ ).

излучателя, оно может служить основанием для отнесения отдельных  $\gamma$ -линий к определенным нуклидам. В таблицу включены значения этих отношений для неизвестных до сих пор  $\gamma$ -пиков в спектрах фракции вольфрама /непрерывное выделение/, а также для нескольких, пока неидентифицированных линий.

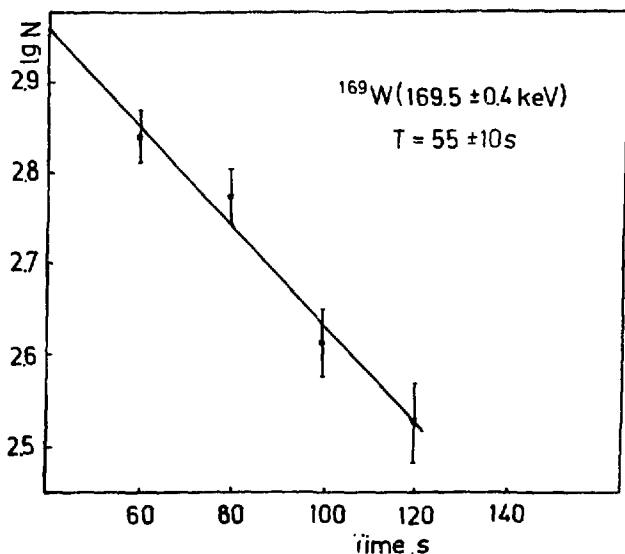


Рис.4. Кривая распада  $^{169}\text{W} / E_{\gamma} = 169,5 \text{ кэВ}/$ .

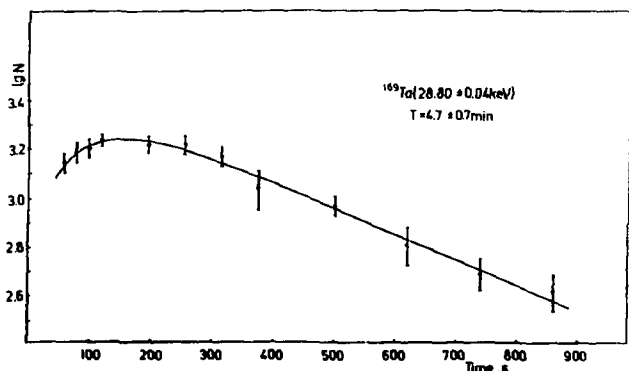


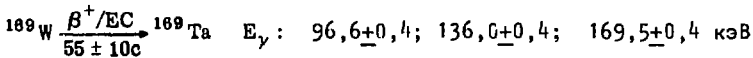
Рис.5. Изменение активности  $^{169}\text{Ta}$  во времени / $E_{\gamma} = 28,8 \text{ кэВ}/$ . Сплошная кривая - расчет ( $T_{1/2}(^{169}\text{W}) = 55 \text{ с}$ ).

Таблица

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

$E_{\gamma}$ , кэВ	Отношение площадей		$T_{1/2}$ , с	Нуклид
	$\frac{N_{E_{\gamma}=160 \text{ МэВ}}}{N_{E_{\gamma}=149 \text{ МэВ}}}$			
74,6	$0,64 \pm 0,11$		$55 \pm 10$	$^{169}\text{W}$
92,5	$3,4 \pm 0,7$			
96,6	$0,44 \pm 0,04$			
113,7	$1,16 \pm 0,19$			
115,1	$0,82 \pm 0,21$			
117,3	$0,9 \pm 0,5$		$55 \pm 10$	$^{169}\text{W}$
136,0	$0,42 \pm 0,12$			
141,6	$\geq 2,0$		$55 \pm 10$	$^{169}\text{W}$
169,5	$0,46 \pm 0,02$			
178,2	$1,47 \pm 0,05$		$49 \pm 7$	$^{168}\text{W}$
277,7	$1,6 \pm 0,6$		$\approx 138$	$(^{170}\text{W})$
316,4	$0,34 \pm 0,10$			

На рис.2-5 представлены кривые распада для  $\gamma$ -линий, которые нами приписаны нуклидам  $^{169}\text{W}$  и  $^{168}\text{W}$  /см.таблицу/, и кривые накопления и распада соответствующих дочерних нуклидов  $^{169}\text{Ta}$  и  $^{168}\text{Ta}$  /энергии  $\gamma$ -лучей и периоды полураспада  $^{169}\text{Ta}$  и  $^{168}\text{Ta}$  были взяты из работ /6,7/ /. Эти результаты показывают их генетическую связь. Подобные зависимости были получены и для  $\gamma$ -переходов 96,6 и 136,0 кэВ ( $^{169}\text{W}$ ). Таким образом, можно описать эти распады как



Наблюдался пик с  $E_{\gamma} = 316,4$  кэВ / $T_{1/2} = 2,3$  мин./, который может быть приписан  $^{170}\text{W}$ . /В /8/ был найден для  $^{170}\text{W}$  период полу-

распада  $T_{1/2} = 4 \pm 1$  мин/. Данные, полученные нами при облучении мишени из  $^{154}\text{Cd}$  или  $^{155}\text{Cd}$  ионами  $^{22}\text{Ne}$  не подтверждают наше значение  $T_{1/2}$ .

В заключение авторы благодарят члена-корреспондента Чехословацкой Академии наук И.Звару за ценные советы и замечания, В.И.Вакатова за помощь при проведении экспериментов, а также коллектив эксплуатации циклотрона У-300, руководимый Н.В.Прониным, за обеспечение эффективной работы ускорителя,

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Эстевес Х. и др. Сборник аннотаций докладов, Совещание по экспериментам на пучках тяжелых ионов. ОИЯИ, Д7-84-736, Дубна, 1984.
2. Zvara I. et al. JINR, 12-80-48, Dubna, 1980.
3. Bruchertseifer H., Eichler B. Radiochim. Radioanal. Letters, 1981, 48(6), p.391.
4. Портиё Р., Челноков Л.П., Орлова О.А. ОИЯИ, 10-83-17, Дубна, 1983.
5. Злоказов В.Б. ОИЯИ, P10-82-105, Дубна, 1982.
6. Rezanka I. et al. Phys.Rev., 1975, C11(5), p.1767.
7. Leber R.E., Hausteин P.E., Ladenbauer-Bellis I.M. J.Inorg. Nucl.Chem., 1976, 38, p.1591.
8. Наджаков Е. и др. Изв.АН СССР, сер.физ., 1971. 35/11/, с.2207.

Рукопись поступила в издательский отдел  
26 марта 1985 года.

СООБЩЕНИЯ, КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ, ПРЕПРИНТЫ И СБОРНИКИ ТРУДОВ КОНФЕРЕНЦИЙ, ИЗДАВАЕМЫЕ ОБЪЕДИНЕННЫМ ИНСТИТУТОМ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ЯВЛЯЮТСЯ ОФИЦИАЛЬНЫМИ ПУБЛИКАЦИЯМИ.

Ссылки на СООБЩЕНИЯ и ПРЕПРИНТЫ ОИЯИ должны содержать следующие элементы:

- фамилии и инициалы авторов,
- сокращенное название Института /ОИЯИ/ и индекс публикации,
- место издания /Дубна/,
- год издания,
- номер страницы /при необходимости/.

Пример:

*1. Первушкин В.Н. и др. ОИЯИ, Р2-84-649,  
Дубна, 1984.*

Ссылки на конкретную СТАТЬЮ, помещенную в сборнике, должны содержать:

- фамилии и инициалы авторов,
- заглавие сборника, перед которым приводятся сокращенные слова: "В кн."
- сокращенное название Института /ОИЯИ/ и индекс издания,
- место издания /Дубна/,
- год издания,
- номер страницы.

Пример:

*Колпаков И.Ф. В кн. XI Международный симпозиум по ядерной электронике, ОИЯИ, Д13-84-53, Дубна, 1984, с.26.*

*Савин И.А., Смирнов Г.И. В сб. "Краткие сообщения ОИЯИ", № 2-84, Дубна, 1984, с.3.*



**Внимание организаций и лиц, заинтересованных в получении публикаций Объединенного института ядерных исследований**

Принимается подписка на препринты и сообщения Объединенного института ядерных исследований.

Установлена следующая стоимость подписки на 12 месяцев на издания ОИЯИ включая пересылку, по отдельным тематическим категориям:

ИНДЕКС	ТЕМАТИКА	Цена подписки на год
1.	Экспериментальная физика высоких энергий	10 р. 80 коп.
2.	Теоретическая физика высоких энергий	17 р. 80 коп.
3.	Экспериментальная нейтронная физика	4 р. 80 коп.
4.	Теоретическая физика низких энергий	8 р. 80 коп.
5.	Математика	4 р. 80 коп.
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия	4 р. 80 коп.
7.	Физика тяжелых ионов	2 р. 85 коп.
8.	Криогеника	2 р. 85 коп.
9.	Ускорители	7 р. 80 коп.
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных	7 р. 80 коп.
11.	Вычислительная математика и техника	6 р. 80 коп.
12.	Химия	1 р. 70 коп.
13.	Техника физического эксперимента	8 р. 80 коп.
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами	1 р. 70 коп.
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях	1 р. 50 коп.
16.	Дозиметрия и физика защиты	1 р. 90 коп.
17.	Теория конденсированного состояния	6 р. 80 коп.
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники	2 р. 35 коп.
19.	Биофизика	1 р. 20 коп.

Подписка может быть оформлена с любого месяца текущего года.

По всем вопросам оформления подписки следует обращаться в издательский отдел ОИЯИ по адресу: 101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79.

Брухертсайфер Х. и др.

P6-85-211

Выделение и идентификация короткоживущих  
изотопов вольфрама из продуктов реакций  $^{154}\text{Gd} + ^{20}\text{Ne}$

Исследованы продукты ядерных реакций, образующиеся при облучении  $^{154}\text{Gd}$  ускоренными ионами  $^{20}\text{Ne}$  с энергиями 149 и 160 МэВ. Разделенные на катионообменной колонке компоненты анализировались с помощью  $\gamma$ -спектрометрии. Во фракции вольфрама идентифицированы два новых изотопа  $^{168}\text{W}$  и  $^{169}\text{W}$  с периодами полураспада  $/49\pm 7/$  и  $/55\pm 10/$  с соответственно. Определены наиболее интенсивные  $\gamma$ -линии этих изотопов.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1985

Перевод Л.В.Пашкевич

Bruchertseifer H. et al.

P6-85-211

Separation and Identification of the Short-Lived  
Isotopes of Tungsten from Products of the  
Reaction  $^{154}\text{Gd} + ^{20}\text{Ne}$

The products of the heavy ion reactions induced by bombarding  $^{154}\text{Gd}$  with 149 MeV and 160 MeV  $^{20}\text{Ne}$  ions were chemically separated by cation exchange and investigated by  $\gamma$ -spectrometry. In the W-fraction the new isotopes  $^{168}\text{W}$  and  $^{169}\text{W}$  were identified. Their half-lives have been found to be  $49\pm 7$  s and  $55\pm 10$  s, respectively. The most intensive  $\gamma$ -lines have been assigned to these isotopes.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1985

10 коп.

Редактор Е.К.Аксенова. Макет Н.А.Киселевой.  
Набор В.С.Румянцевой, Н.И.Коротковой.

Подписано в печать 23.04.85.  
Формат 60x90/16. Офсетная печать. Уч.-изд.листов 0,65.  
Тираж 370. Заказ 36138.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.  
Дубна Московской области.