

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



Г- 874

26/6-75
Р6 - 8651

1932/2-75

И.И.Громова, Н.Г.Зайцева, Х.М.Исламова,
Н.А.Лебедев

ФОРМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ
РАДИОАКТИВНЫХ АТОМОВ ЛАНТАНИДОВ
ВО ФТОРИРОВАННЫХ БЕТА-ДИКЕТОНАТАХ
ПРАЗЕОДИМА И НЕОДИМА

1975

P6 - 8651

И.И.Громова, Н.Г.Зайцева, Х.М.Исламова,
Н.А.Лебедев

ФОРМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ
РАДИОАКТИВНЫХ АТОМОВ ЛАНТАНИДОВ
ВО ФТОРИРОВАННЫХ БЕТА-ДИКЕТОНАТАХ
ПРАЗЕОДИМА И НЕОДИМА

*Направлено в Journal
of Inorg. Nucl. Chemistry*

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

S u m m a r y

An investigation has been carried out of the chemical behaviour of radioactive lanthanide atoms formed in Pr and Nd trifluoroacetylacetonates and Pr and Nd hexafluoroacetylacetonates irradiated with 660 MeV protons, and of those resulting from the implantation of the $\text{Ln}^{*(1+)}$ ions with an energy of 40 keV into crystalline $\text{Nd}(\text{HFA})_3$. The experimental conditions, namely the chemical composition of the medium and the state of the crystalline lattice, appear to be important factors affecting the chemical reactions of the Ln^* atoms and the forms of their stabilization. Some results characterizing the behaviour of the Ln^* atoms introduced into crystalline $\text{Nd}(\text{HFA})_3$ in different ways (by proton irradiation or ion implantation) indicate that the behaviour of radioactive Ln atoms is independent of energy.

Выполненные за последние годы многочисленные исследования по химии фторированных бета-дикетонатов редкоземельных элементов /РЗЭ/ показали перспективность использования их для различных аналитических целей /1/. При рассмотрении имеющихся данных перед нами возник вопрос: возможно ли использовать эти соединения как материал мишеней при разработке методов быстрого выделения и очистки лантанидов - продуктов ядерных реакций. С этой точки зрения мы исследовали прежде всего химические формы стабилизации радиоактивных атомов лантанидов (Ln^*), образующихся при облучении трифтор- и гексафторацетилацетонатов неодима и празеодима протонами высокой энергии.

Основными вопросами, требовавшими ответа, были радиационная устойчивость комплексов и ретенция /удержание/ Ln^* в форме исходных молекул. Ранее выполненные работы, в которых изучалось поведение радиоактивных атомов в облученных бета-дикетонатах /2-6/, указывали на зависимость относительных выходов форм стабилизации как от условий облучения, так и от выбранного метода анализа. Можно было ожидать, что для фторированных ацетилацетонатов РЗЭ интерпретация экспериментальных данных будет не менее сложной.

Для получения сведений, которые, в принципе, могли бы расширить наши представления о процессе стабилизации Ln^* , мы изучили также химические формы, образующиеся при имплантации ионов Ln^{1+} в кристаллы гексафторацетилацетонатов неодима. Процесс имплантации

позволял моделировать поведение "горячего" атома в чистом виде, свободном от эффектов радиолитических процессов, вызываемых протонным облучением.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Реагенты

Использовались комплексные соединения неодима и празеодима с НТФФАА и НГФФАА* типа $L_nL_3 \cdot nH_2O$, синтезированные по методике^{/7/}. Исходными реагентами служили соли $Nd(NO_3)_3$ /"чда"/, $PrCl_3$ /"ч"/ и бета-дикетоны НТФФАА и НГФФАА фирмы Koch-Light Lab. LTD, Colnbrook-Bucks, England. Полученные кристаллы хелатов неодима имели бледно-сиреневую окраску, хелатов празеодима - бледно-зеленую окраску и следующие температуры плавления: $Nd(ТФФАА)_3$ - (130-131 °С), $Nd(ГФФАА)_3$ - (149-151 °С), $Pr(ТФФАА)_3$ - (134-135 °С) и $Pr(ГФФАА)_3$ - (149-151 °С). Все эти значения хорошо согласуются с литературными данными^{/8,9/}, за исключением $Nd(ГФФАА)_3$, для которого приводится $t_{пл} = 141-142$ °С^{/8/}.

Непосредственно перед облучением синтезированные соединения еще раз перекристаллизовывались из горячего бензольного раствора и кристаллы высушивались в вакуум-эксикаторе над $Mg(ClO_4)_2$.

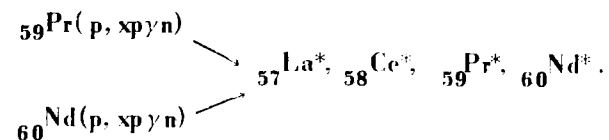
Облучение бета-дикетонатов Nd и Pr протонами с $E_p = 660$ МэВ

Для облучения высокоэнергетическими протонами в качестве мишеней служили кристаллы хелатов и их растворы. Кристаллы, предварительно вакуумированные, и растворы хелатов в 0,1М ТБФ/ C_6H_6 /5 мг/мл/ облучались в запаянных стеклянных ампулах. Как правило,

*НТФФАА - трифторацетилацетон, НГФФАА - гексафторацетилацетон (НЛ).

условия облучения были следующими: интенсивность выведенного протонного пучка $\sim 10^{11}$ p/cm².c, время облучения - около 6 час; доза, полученная образцами за это время, составляла ≈ 20 Mrad /10/.

Радиоактивные атомы лантана, церия, празеодима и неодима получались с относительно большими выходами в реакциях типа:



Имплантация радиоактивных атомов L_n^* в кристаллы $Nd/ГФФАА/3$

Имплантация ионов $L_n^*(1+)$ проводилась на сепараторе изотопов ОЯС и РХ^{/11/}. Метод получения L_n^* с большой удельной активностью и подготовка их к разделению по изотопам подробно описаны в работе^{/12/}. Кристаллические мишени для имплантации толщиной 90-110 мг/см² готовились высушиванием раствора $Nd/ГФФАА/3$ в ацетоне на стеклянных пластинках размером 25 x 4 мм, которые хранились затем в вакуум-эксикаторе в темноте. Непосредственно перед имплантацией подготовленные кристаллические образцы нагревались при 50 °С в течение 40 мин для снятия возможных дефектов. Для имплантации каждого изотопа $Ce/A=132, 134, 135, 137/$, ${}^{137}\text{Pr}$, $Nd/A=138$ и 139/ и $Tb/A=148-151, 154-156/$ служила отдельная мишень $Nd/ГФФАА/3$. Имплантация проводилась при комнатной температуре и давлении 10^{-6} мм рт.ст в течение 15 мин, энергия ионов была 40 кэВ.

На примере поведения имплантированных ионов тербия изучались также эффекты отжига кристаллов $Nd/ГФФАА/3$ до и после имплантации; влияние примесей стабильного лантана в виде ионов ${}^{139}\text{LaO}^+$; вероятность внедрения ускоренных ионов L_n^{1+} в матрицу, в которой центральный атом металла имел другую химическую при-

роду, в частности, в кристаллы $Zr / \text{ГФАА} / 4$. Эти последние мишени /толщиной $13 \div 16 \text{ мг/см}^2$ / готовились из свежесинтезированного и перекристаллизованного соединения.

Анализ химических форм

Химические формы стабилизации радиоактивных атомов лантанидов анализировались двумя методами: распределительной хроматографией на заполненной кизельгуром стеклянной колонке / $l = 100 \text{ мм}$ и $d = 2 \text{ мм}$ / и вакуумной сублимацией^{3/}.

В первом случае облученные кристаллы $L_n L_3 \cdot n H_2 O$ растворялись в 0,1 М растворе ТБФ в $C_6 H_6$, и определенный объем вводился в колонку; облученные растворы сразу вводились в колонку. При фильтрации растворов через колонку с кизельгуром лиганд-насыщенные соединения типа $L_n L_3$ не задерживались сорбентом и отмывались раствором 0,1 М ТБФ в $C_6 H_6$; затем этанолом вымывались лиганд-дефицитные формы / $L_n L_{n-m} /^{m+} / m = 1; 2/$ и 6М HCl - ионы L_n^{3+} .

Метод вакуумной сублимации использовался только для анализа облученных кристаллов гексафторацетил-ацетонатов Nd и Pt ; трифторацетил-ацетонаты - мало летучие хелаты, и для них этот метод непригоден. Возгонка проводилась при $140^\circ C$, давлении $10^{-3} \text{ мм рт.ст.}$ в течение 1,5 час. После окончания возгонки определялось относительное содержание отдельных радиоактивных изотопов в сублиматах и остатках, а также определялись изменение веса взятого для анализа хелата и содержание соответствующего лантанида / Pt или Nd / в остатке и в сублимате.

Радиометрический анализ полученных образцов проводился с помощью $Ge(Li)$ - гамма-спектрометра и амплитудного многоканального анализатора "Тензор-4096" /13/ по следующим наиболее интенсивным гамма-линиям:

^{132}La / $T_{1/2} = 4,8 \text{ час}$, $E_\gamma = 464 \text{ кэВ}$;
^{132}Ce / $T_{1/2} = 4,5 \text{ час}$, $E_\gamma = 182 \text{ кэВ}$ и ^{135}Ce / $T_{1/2} = 17,2 \text{ час}$, $E_\gamma = 265$ и 300 кэВ ;
^{138}Pt / $T_{1/2} = 2,2 \text{ час}$, $E_\gamma = 783 \text{ кэВ}$;
^{139}Nd / $T_{1/2} = 5,5 \text{ час}$, $E_\gamma = 114 \text{ кэВ}$.

Измерение активности образцов с имплантированными изотопами проводилось на приборе $VA-M-141 / "Vakütronik"$, ГДР/.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Формы стабилизации L_n^* после облучения хелатов протонами с $E_p = 660 \text{ МэВ}$

Относительные количества атомов L_n^* , стабилизированных в той или иной форме в зависимости от агрегатного состояния мишени /кристаллы или раствор/, определенные методом распределительной хроматографии, приведены в табл. 1. Представленные величины - средне-арифметические значения нескольких определений / $n > 3$ / со среднеквадратичной ошибкой.

Из данных табл. 1 следует, что лиганд-насыщенные соединения - основная форма стабилизации L_n^* при растворении облученных кристаллов в бензоле с добавкой ТБФ и в облученных растворах. Если использовать колонку с кизельгуром для анализа химических форм в чистых бензольных /без ТБФ/ растворах фторированных бета-дикетонатов лантанидов, то получают результаты, которые не соответствуют истинной картине вследствие необратимого гидролитического разрушения комплексов на поверхности кизельгура, сопровождающегося вымыванием свободного лиганда бензолом и поглощением сорбентом образующихся при этом лиганд-дефицитных форм^{14,15/}: $L_n^* L_3 \cdot n H_2 O \rightarrow L_n^* L_2 OH + (n-1) H_2 O + H^+$. Гидролизированные хелаты затем легко вымываются из колонки этиловым спиртом.

Таким образом, замещение воды в координационной сфере хелатного комплекса на ТБФ с образованием комплексов типа $L_n L_3 \cdot 2 \text{ ТБФ}$ /16,17/ позволяет подавить процесс гидролиза и исключить его мешающее влияние на стабилизацию L_n^* в лиганд-насыщенной форме.

Как показал комплексометрический анализ, относительная ретенция L_n^* совпадает по величине с относительным количеством элемента мишени / Pt или Nd / в форме исходного соединения, сохранившегося

Таблица I

Хроматографическое распределение L_n^* по химическим формам (%) для бета-дикетонатов празеодима и неодима, облученных протонами с $E_p = 660$ МэВ

Химическая форма	L_n^*	Кристаллы			Раствор				
		$Pr(TFAA)_3$	$Nd(TFAA)_3$	$Pr(TFAA)_3 / Nd(TFAA)_3$	$Pr(TFAA)_3$	$Nd(TFAA)_3$	$Pr(TFAA)_3 / Nd(TFAA)_3$		
$L_n L_3$	^{132}La	53±8	79±4	65±3	50±9	75±4	81±0	62±1	73±10
	$^{132,135}Ce$	59±8	70±4	68±3	59±3	70±3	71±5	64±5	67±7
	^{138}Pr	61±4	69	75±2	75±2	71±4	-	-	-
	^{139}Nd	-	71	77±3	59±14	-	-	89±2	66±6
$(LnL_{3-m})^{m+}$ ($m=1;2$)	^{132}La	5±2	3±1	4±0	15±5	4±1	5±1	0	8±3
	$^{132,135}Ce$	5±1	7±4	6±1	10±2	6±2	9±3	2±1	8±2
	^{138}Pr	7±7	12	0	0	0	-	-	-
	^{139}Nd	-	0	2±1	16±11	-	-	0	11±1
L_n^{3+}	^{132}La	42±6	18±3	31±2	35±4	21±3	14±1	38±1	19±7
	$^{132,135}Ce$	36±7	23±5	26±3	31±2	24±4	20±5	34±4	25±5
	^{138}Pr	32±3	19	25±2	25±2	29±4	-	-	-
	^{139}Nd	-	29	21±2	25±11	-	-	11±2	23±6

после протонной бомбардировки. Такое совпадение указывает на возможный быстрый обмен L_n^* и L_n^{3+} в растворах C_6H_6 - ТБФ между первоначальными формами стабилизации L_n^* и продуктами радиолитического разрушения после облучения соединений.

Можно было ожидать, что обменные реакции будут менее вероятны в твердой фазе при сублимации хелатных форм L_n^* из облученных кристаллов. Результаты такого анализа для гексафторацетилацетонатов представлены в табл. 2. Видно, что в случае хелата празеодима в сублимат переходят сравнительно близкие по величине относительные количества радиоактивных изотопов и макроколичеств празеодима, и общая картина распределения L_n^* подобна полученной методом распределительной хроматографии.

Но при сублимации L_n^* из $Nd / GFAA / 3$ были получены существенно отличающиеся результаты. В сублимат переходило лишь 20-30% радиоактивных изотопов лантанидов, в том числе и ^{139}Nd , тогда как стабильного неодима сублимировалось около 80%. Это различие в результатах можно объяснить тем, что возможная обменная реакция между "горячим" радиоактивным атомом и стабильным атомом в кристаллах гексафторацетилацетонатов $L_n^* + LnL_3 \rightarrow Ln + Ln^*L_3$ зависит от прочности хелатов. В группе лантанидов устойчивость комплексных соединений нарастает от лантана к лютецию, поэтому стабилизация L_n^* в форме лиганд-насыщенных соединений, в принципе, более вероятна для соединений празеодима, чем для неодима. Возможно, что сублимационный анализ не вносит существенных изменений в первоначальную величину ретенции продуктов ядерных реакций расщепления в кристаллах гексафторацетилацетонатов неодима и празеодима.

Комплексы $Pr / GFAA / 3 \cdot nH_2O$ и $Nd / GFAA / 3 \cdot nH_2O$ обладают практически одинаковой радиолитической устойчивостью по отношению к протонам высокой энергии. Из данных табл. 2 следует, что они претерпевают разрушение со скоростью около 1% на 1 Мрад.

Таблица 2

Распределение L_n^* между сублиматом и остатком (%) при вакуумной сублимации облученных гексафторацетатов празеодима и неодима

Бета-дикетонат	Фракция	Изотопы				Макроколичества хелата, переданного в сублимат (%)		По изменению веса метр. определ.	По изменению веса Титриметр. определ.
		^{132}La	$^{132,135}\text{Ce}$	^{138}Pr	^{139}Nd	Облученный хелат	Необлученный хелат		
$\text{Pr}(\text{ГФАА})_3$	Сублимат	51 ± 4	68 ± 6	65 ± 3	-	90 ± 4	88 ± 5	93 ± 2	93 ± 0
	Остаток	49 ± 4	32 ± 6	35 ± 3	-	10 ± 4	12 ± 5	7 ± 2	7 ± 0
$\text{Nd}(\text{ГФАА})_3$	Сублимат	20 ± 3	34 ± 1	27 ± 6	27 ± 1	80 ± 3	80 ± 6	92 ± 0	91 ± 0
	Остаток	80 ± 3	66 ± 2	73 ± 6	73 ± 1	20 ± 3	20 ± 6	8 ± 0	9 ± 0

Формы стабилизации радиоактивных атомов L_n^* , имплантированных в кристаллы гексафторацетатов Nd и Zr

Экспериментальные результаты хроматографического и сублимационного анализов химических форм L_n^* , имплантированных в кристаллы $\text{Nd}/\text{ГФАА}/_3$ и $\text{Zr}/\text{ГФАА}/_4$, представлены в табл.3. Как видно из полученных результатов, для всех имплантированных атомов L_n^* , ускоренных в виде ионов $L_n^{*(1+)}$, относительный выход лиганд-насыщенных молекул, определенный хроматографическим методом, был практически одинаковым /около 70%/. При внедрении же ионов L_n^{*0+} эта величина возрастала до 80%. Вероятно, это можно объяснить тем, что при растворении кристаллов $\text{Nd}/\text{ГФАА}/_3$ в органическом растворителе рекомбинация хелатных молекул для ионов Nd^{*0+} и Pr^{*0+} протекает в большей степени благодаря присутствию атома кислорода во внедряемом ионе.

Из результатов табл. 3 на примере поведения $\text{Tb}^{*(+)}$ видно, что отжиг кристаллов не влияет, в пределах ошибок опыта, на образование $\text{Tb}^*/\text{ГФАА}/_3$ /сублимационный анализ/. Стабилизация Tb^* в лиганд-насыщенной форме была почти в 2 раза меньше при имплантации в кристаллы $\text{Nd}/\text{ГФАА}/_3$ ионов Tb^{1+} , в пучке которых была неконтролируемая примесь стабильного лантана $^{139}\text{La}^{0+}$. Можно предположить, что в этом случае в кристаллах возникает значительно большее количество дефектов, мешающее, в определенной степени, образованию хелатных молекул $\text{Tb}^*/\text{ГФАА}/_3$, поскольку число атомов, попадающих на мишень, возросло по сравнению с имплантацией ультрамикрочастиц $\approx 10^{13}$ атомов/см².

Состояние кристаллической решетки $\text{Nd}/\text{ГФАА}/_3$ с точки зрения образования в ней дефектов, вероятно, будет зависеть также от размеров внедряемого в нее иона. Рис. 1 подтверждает это предположение, показывая уменьшение стабилизации L_n^* в лиганд-насыщенной форме с увеличением радиуса имплантируемого иона $L_n^{*(+)}$.

формы стабилизации L_n^* (%) после имплантации их в кристаллы гексафторацетилацетонатов неодима и циркония

Бета-дигеконат	Внедренный ион	Хромоэпография		Сублимация		Примечание
		$L_n L_3$	$(L_n L_3 - m)^{m+}$	L_n^{3+}	Переход в сублимат	
		L_n	L_n	L_n	L_n	
Nd(ГФАА) ₃	I ₃₂ , I ₃₄ , I ₃₅ , I ₃₇ Ce ⁺	72±8	1±0	27±8	27±10	62±2
	I ₃₇ Pr ⁺	71	0	29	30	70
	I ₃₇ Pr ⁰⁺	81±3	1±0	18±2	не опред.	
	I ₃₈ , I ₃₉ Nd ⁺	63±10	1±0	36±10	43±3	63±4
	I ₃₈ , I ₃₉ Nd ⁰⁺	87±3	0	13±3	86±4	88±3
	I ₅₁ , I ₅₄ , I ₅₆ Tb ⁺	65±8	1±0	34±8	93±4	78±8
	I ₄₉ , I ₅₀ , I ₅₆ Tb ⁺	Не определялись		84±4		72±5
	I ₅₀ Tb ⁺	"		76		68
	I ₅₅ Tb ⁺	"		48±1		75±0
Zr(ГФАА) ₄	I ₄	I	85	Не определялись		
	I ₅₄ Tb ⁺	Не определялись		4±2		94±1

1578

Рис. 1. Образование меченых хелатных молекул при имплантации в кристаллы Nd /ГФАА/₃ радиоактивных атомов L_n^* / $E_{L_n^+} = 40$ кэВ / в зависимости от радиуса внедряемого иона.

Рассматривая имплантацию ионов $Tb^{*(+)}$ в кристаллы Zr /ГФАА/₄, можно видеть /табл. 3/, что образование $Tb^*/ГФАА/₃ происходило в незначительной степени, вероятно, из-за высокой устойчивости Zr /ГФАА/₄, вследствие чего большие по размеру ионы тербия / $r = 0,93 \text{ \AA}$ / не могут вытеснить из решетки Zr /ГФАА/₄ ионы циркония / $r = 0,79 \text{ \AA}$ / и обменяться с ними. Кроме того, можно предположить, что возникающие при имплантации$

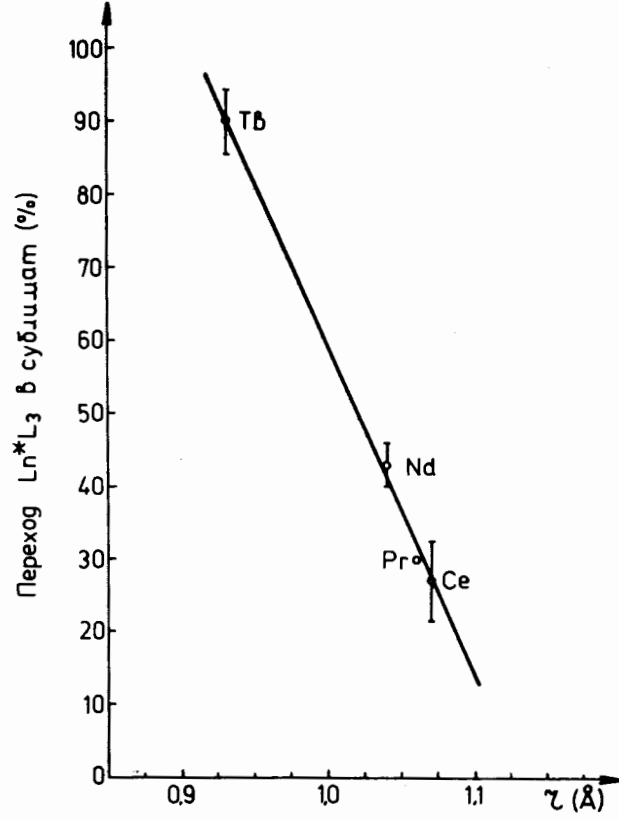


Таблица 4

Стабилизация L_n^* в лиганд-насыщенной форме (%), после облучения кристаллов $Nd(\Gamma\Phi AA)_3 \cdot nH_2O$ протонами с $E_p = 660$ МэВ и имплантации ионов $L_n^{*(+)} C$ $E_{L_n^+} = 40$ кэВ

L_n^*	Хроматографический анализ		Сублимационный анализ	
	660 МэВ p	40 кэВ $L_n^{*(+)}$	660 МэВ p	40 кэВ $L_n^{*(+)}$
Ce	59±3	72±8	54±1	27±10
Pr	75±2	71	27±6	30
Nd	59±14	63±10	27±1	43±3

дефекты кристаллической решетки $\Gamma/\Gamma\Phi AA/4$, образуя разупорядоченные зоны, препятствуют реакциям $Tb^{*(1+)} C$ фрагментами молекул и, тем самым, образованию лиганд-насыщенных форм Tb^* . Как показывают результаты, $\Gamma/\Gamma\Phi AA/4$ после имплантации в его кристаллы ионов $Tb^{*(1+)}$ сублимируется почти полностью /94%/ , что говорит о его незначительном разрушении. Это понятно, потому что деструкция малого слоя вещества, вызываемая имплантацией ионов, существенно не влияет на поведение его основной массы при сублимации. Поведение же имплантированных ионов, их реакции будут определяться состоянием именно этого поверхностного слоя.

Анализируя и сравнивая результаты, характеризующие химическое поведение одних и тех же атомов L_n^* , введенных в кристаллы $Nd/\Gamma\Phi AA/3$ разными способами /облучением протонами с $E_p = 660$ МэВ или имплантацией ионов, табл. 4/, можно сказать, что они показывают энергетическую независимость поведения радиоактивных атомов L_n . Существенными факторами, влияющими на химические реакции и формы стабилизации L_n^* , являются условия эксперимента /химический состав среды, состояние кристаллической решетки/.

Что касается практического использования исследованных бета-дикетонатов празеодима и неодима, то

можно сказать, что из-за высокой степени ретенции радиоактивных атомов лантанидов и, следовательно, довольно низкой степени обогащения при исследованных условиях они мало подходят для использования в качестве материала мишени. Однако эксперименты по имплантации $L_n^{*(1+)}$ показывают, что этот метод может служить для оценки устойчивости подобных органометаллических комплексов.

В заключение авторы выражают благодарность Нгуен Гуинь Май и М.Адилбиш за помощь при выполнении отдельных этапов работы.

Литература

1. Р. Мошьер, Р. Сиверс. Гзовая хроматография хелатов металлов, "Мир", М., 1967.
2. T. Tominaga, T. Sakai, K. Fujiwara. *Bull. Chem. Soc. Jap.*, 44, 3036 /1971/.
3. Н.Г. Зайцева, Х.М. Исламова, Нгуен Гуинь Май, К. Ронно. Препринт ОИЯИ, Р6-7203, Дубна, 1973;
4. N.G. Zaitseva, Kh.M. Islamova, Nguyen Huynh Mai. *Radiochem. Radioanal. Letters*, 16, 155 /1974/.
5. H. Kawazu, M. Sakanoue. *Radiocem. Radioanal. Lett.*, 16, 373 /1974/.
6. H. Meinhold, P. Reichold. *Radiochim. Acta*, 11, 175 /1969/.
7. J.G. Stites, C.N. McCarty, L.L. Quill. *J. Amer. Chem. Soc.*, 70, 3142 /1948/.
8. E.W. Berg, J.J. Chiang Acosta. *Anal. Chim. Acta*, 40, 101 /1968/.
9. J. Marsh. *J. Chem. Soc.*, part 2, 1084 /1947/.
10. W. Stolz, K. Prokert. *Kernenergie*, 8, 425 /1965/.
11. В.П. Афанасьев, А.Т. Василенко, И.И. Громова, Ж.Т. Желев, В.В. Кузнецов, М.Я. Кузнецова, Д. Мончка, Ю. Поморски, В.И. Райко, А.В. Ревенко, В.М. Сороко, В.А. Уткин. Препринт ОИЯИ, 13-4763, Дубна, 1969.
12. Ф. Молнар, В.А. Халкин, Э. Херрманн. *Физика элементарных частиц и атомного ядра*, 4, 1077 /1973/.
13. В.С. Александров, Ф. Дуда, О.И. Елизаров, Г.П. Жуков, Г.И. Забиякин, З. Зайдлер, И. Звольски, Е.Т. Кондрат, З.В. Лысенко, В.И. Приходько, В.Г. Тишин, В.И. Фоминых, М.И. Фоминых, В.М. Цупко-Ситников. *Изв. АН СССР, сер. физ.*, 34, 69 /1970/.

14. K.Saitoh, N.Suzuki. *J.Chromat.*, 92, 371 /1974/.
 15. K.Utsunomija, T.Shigematsu. *Anal. Chim. Acta*, 58, 411 /1972/.
 16. J.W.Mitchell, Ch.V.Banks. *Anal. Chim. Acta*, 57, 415 /1971/.
 17. J.W.Mitchell, Ch.V.Banks, *Talanta*, 19, 1157 /1972/.

Рукопись поступила в издательский отдел
 3 марта 1975 года.

Громова И.И., Зайцева Н.Г., Исламова Х.М.,
 Лебедев Н.А.

P6 - 8651

Формы стабилизации радиоактивных атомов лантанидов
 во фторированных бета-дикетонатах празеодима и неодима

Изучено химическое поведение радиоактивных атомов лантанидов, образующихся при облучении трифтор- и гексафторацетилацетонатов празеодима и неодима протонами с $E_p = 860$ МэВ и при имплантации ионов Ln^{+1} ($E_{Ln^{+1}} = 40$ кэВ) в кристаллы гексафторацетилацетоната неодима. Существенными факторами, влияющими на химические реакции и формы стабилизации Ln^{+1} , являются условия эксперимента (химический состав среды, состояние кристаллической решетки). Результаты, характеризующие поведение одних и тех же атомов Ln^{+1} , введенных в кристаллы Nd(ГФАА), разными способами (облучением протонами или имплантацией ионов), показывают энергетическую независимость поведения радиоактивных атомов Ln.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований
 Дубна 1975

Gromova I.I., Islamova Kh.M., Lebedev N.A., P6 - 8651
 Zaitseva N.G.

Chemical States of Radioactive Lanthanide Atoms
 in Pr and Nd Fluorinated Beta-Diketonates

See the Summary on the reverse side of the title-page.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research
 Dubna 1975