

С413
И-125

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

6 - 4616

Е.Ианович

ХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ АТОМОВ
РАДИОАКТИВНОГО РЕНИЯ, ОБРАЗУЮЩЕГОСЯ
ПРИ ОБЛУЧЕНИИ НЕКОТОРЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ
СОЕДИНЕНИЙ РЕНИЯ И ИРИДИЯ ПРОТОНАМИ
С ЭНЕРГИЕЙ 660 МЭВ

Специальность 070 - неорганическая химия

Автореферат диссертации на соискание ученой
степени кандидата химических наук

Дубна 1969

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований.

Научный руководитель:

кандидат химических наук, старший научный сотрудник

Н.Г. Зайцева

Официальные оппоненты:

доктор химических наук, профессор

В.Д. Нефедов

доктор химических наук, профессор

А.Н. Несмеянов

Ведущее предприятие:

Ленинградский государственный университет им. А.А. Жданова, химический факультет.

Предприятие-рецензент:

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе АН СССР.

Автореферат диссертации разослан " " " " 1969г.

Защита диссертации состоится " " " " 1969г.

на заседании ученого Совета химического факультета Ленинградского государственного университета им. А.А. Жданова.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЛГУ.

Ученый секретарь Совета

Л.С. Рейшахрит

6 - 4616

Е.Ианович

ХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ АТОМОВ
РАДИОАКТИВНОГО РЕНИЯ, ОБРАЗУЮЩЕГОСЯ
ПРИ ОБЛУЧЕНИИ НЕКОТОРЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ
СОЕДИНЕНИЙ РЕНИЯ И ИРИДИЯ ПРОТОНАМИ
С ЭНЕРГИЕЙ 660 МЭВ

Специальность 070 - неорганическая химия

Автореферат диссертации на соискание ученой
степени кандидата химических наук

6544 89.

В в е д е н и е

Изучению химических последствий ядерных превращений с момента открытия эффекта Сцилларда-Чалмерса в 1934 году посвящено такое большое количество работ, что это привело к созданию самостоятельного раздела радиохимии — химия "горячих" атомов. Необходимость подобного рода исследований обоснована тем, что детальное изучение химического состояния радиоактивных атомов позволяет получать сведения в таких сравнительно мало изученных областях химии, как химия "горячих атомов", химия твердого состояния тела, радиационная химия. С практической же точки зрения эти исследования полезны для создания контролируемой химии горячих атомов с целью производства радиоактивных изотопов и синтеза меченых соединений.

Большая часть работ по изучению химических форм стабилизации радиоактивных атомов выполнена при облучении вещества мишени нейтральными частицами в реакциях типа (n, γ) , (n, p) , (γ, p) и т.д. Меньшая доля работ проведена при облучении заряженными частицами, служащими источниками для реакций типа (p, xn) , (α, xp) , (α, xp) и т.п.

Изучение химических эффектов ядерных превращений, протекающих под действием высокоэнергетических частиц, получило развитие лишь в последние десять лет в связи с развитием ускорительной техники.

Механизм ядерных реакций, протекающих под воздействием частиц высоких энергий (десятки и сотни Мэв), естественно, отличается от механизма ядерных реакций при низких энергиях.

Наиболее интересными являются исследования химических форм тех элементов, возникающих в ядерных процессах, которые обладают несколькими устойчивыми валентными состояниями.

Предметом настоящего исследования явилось изучение химического поведения атомов радиоактивного рения, образующегося в реакциях высокоэнергетических протонов с ядрами рения и иридия, входящих в состав различных неорганических соединений.

Как показали ранее проведенные исследования при облучении тепловыми нейтронами, рений является исключением из правила, которому следует поведение таких элементов как As, Se, Cl, Au, Mn и т.д. Во всех этих случаях, как показали экспериментальные результаты, конечная степень окисления, наблюдаемая после химического превращения, сопровождающего ядерный процесс, была ниже исходной. Поведение же рения отличалось, и в противоположность поведению его гомолога марганца, для которого наблюдался переход $Mn(VII) \rightarrow Mn(IV)$, для рения имели место реакции: $Re(VII) \rightarrow Re^*(VII)$ и $Re(IV) \rightarrow Re^*(VII)$. Очевидно, большую роль в этом играет различие в электрохимическом потенциале пары облучаемое вещество - продукт реакции. Исследование этого эффекта, таким образом, особенно интересно на различных соединениях рения, облученных высокоэнергичными протонами.

Кроме того интересно было сравнить химическое поведение радиоактивного рения в облученных соединениях рения и соединениях с неизотопной решеткой, в которых порядковый номер облучаемого элемента больше, чем у рения. Для этого сравнивались химические эффекты реакций $Re(p, p \times n)Re$ и $Ir(p, Zr \times n)Re$.

Информация о химическом поведении ядер отдачи рения, возникающих при облучении неорганических соединений рения

и иридия протонами с энергий 660 Мэв, в зависимости от химического состава облучаемых соединений, их агрегатного состояния, последующей термической обработки облученных кристаллов и ряда других факторов способствует объяснению механизма химического поведения атомов отдачи, получаемых в высокоэнергетичных ядерных реакциях.

Глава I

В первой главе диссертации, представляющей собой обзор литературного материала, дано описание современной теории химических эффектов, связанных с ядерными превращениями в твердых телах. Рассмотрены виды энергий, вызывающих разрыв химических связей. Источниками энергий, которые приводят к разрыву химической связи, считают энергию отдачи, ионизацию и электронное возбуждение атомов. Затем описывается механизм потери энергии атомов, образующихся в ядерных процессах. Атомы могут терять свою кинетическую энергию путем упругих и неупругих соударений с атомом или молекулами внешней среды или в процессе взаимодействия с электронами внешней среды.

В последнем разделе этой главы рассмотрено поведение ядер отдачи в облученных неорганических кристаллах.

Глава II

Вторая глава посвящена изучению химического поведения атомов радиоактивного рения, образующегося в ядерных реакциях типа ${}^{185,187}Re(p, p \times n){}^{184-180}Re$ под действием протонов с энергией 660 Мэв.

В качестве мишеней использовались перренаты калия, натрия, аммония, и гексахлороренат калия, которые облучаются при комнатной температуре выведенным пучком протонов на синхротроне ЛЯП ОИЯИ.

Радиохимическим методом изучалось распределение радиоактивного рения между двумя стабильными валентными состояниями: Re(IV) и Re(VII) в зависимости от условия облучения, химического состава мишени и обработки облученных мишеней.

а) Результаты, полученные при облучении щелочных перренатов (натрия и калия), перрената аммония и гексахлорорената калия в кристаллической форме и в растворе 4 МНСI представлены в таблице 1. Для каждого облученного соединения было определено удержание радиорения в форме облученного соединения.

Таблица 1

Удержание радиорения (R_0 %) в неорганических соединениях рения $\phi = 2.10^8$ p/cm²сек (для NaReO₄, KReO₄, K₂ReCl₆ и $\phi = 1,6 \cdot 10^9$ p/cm²сек (для NH₄ReO₄)

Облучаемое соединение	Кристаллы	Раствор
		(5мл. / 4МНСI)
NaReO ₄	96,4	97,3
KReO ₄	98,1	-
NH ₄ ReO ₄	66,4	2,7
K ₂ ReCl ₆	68,7	-

Приведенные значения R_0 в этой и последующих таблицах представляют собой среднее арифметическое трех параллельных определений, ошибки не превышают $\pm 1,0\%$. Представленные результаты показывают, что:

при облучении кристаллов перренатов калия и натрия практически весь радиоактивный рений стабилизируется в форме Re(VII), при облучении же кристаллов NH₄ReO₄ около одной трети рения стабилизируется в четырехвалентной форме, что говорит о восстанавливающем эффекте ионов аммония;

при облучении K₂ReCl₆ большая часть радиоактивного рения (65-80%) стабилизируется в форме материнской молекулы.

Облучение растворов солей рения приводит к стабилизации практически всего радиорения в высшей окисленной форме, независимо от валентной формы рения в облучаемом соединении.

б) Влияние интенсивности бомбардирующих частиц на величину удержания радиоактивного рения было исследовано для соединений NaReO₄, NH₄ReO₄ и K₂ReCl₆. Полученные результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Удержание радиоактивного рения в кристаллах NaReO₄, NH₄ReO₄ и K₂ReCl₆, облученных при различных интенсивностях потока протонов

№№ ПП	NaReO ₄		NH ₄ ReO ₄		K ₂ ReCl ₆	
	ϕ , p/cm ² сек	R	ϕ p/cm ² сек	R	ϕ , p/cm ² сек	R
1.	0,7.10 ⁸	97,0	1,6.10 ⁹	66,4	1,5.10 ⁸	68,1
2.	2,2.10 ⁸	96,4	7,9.10 ⁹	89,2	2,6.10 ⁸	67,8
3.	1,5.10 ⁹	96,5	1,4.10 ¹⁰	76,4	1,7.10 ⁹	66,87
4.	5,7.10 ⁹	97,3	3,7.10 ¹⁰	74,6	2,7.10 ⁹	65,2
5.	7,0.10 ⁹	99,8	4,1.10 ¹⁰	78,3	5,4.10 ⁹	71,0
6.	2,9.10 ¹⁰	99,8	5,0.10 ¹⁰	83,7	7,0.10 ⁹	75,6
7.	3,8.10 ¹⁰	97,6	-	-	3,2.10 ¹⁰	77,0
8.	5,0.10 ¹⁰	96,0	-	-	5,3.10 ¹⁰	83,5

Из таблицы видно, что удержание радиорения в кристаллах NaReO₄ остается практически постоянным в интервале 10⁸-10¹⁰ p/cm²сек. В случае NH₄ReO₄ заметна несколько нерегулярная зависимость, в то время как для K₂ReCl₆ удержание постепенно возрастает с ростом интенсивности протонного потока. Из таблицы также видно, что удержание для

K_2ReCl_6 остается практически постоянным (65-68%) в интервале $10^8-5 \cdot 10^9$ р/см²сек, а затем возрастает, доходя до 80% при потоке $\phi = 5 \cdot 10^{10}$ р/см²сек.

в) Химическое поведение радиоактивных атомов рения в процессе изотермического отжига было исследовано для соединений $NaReO_4$, NH_4ReO_4 и K_2ReCl_6 .

Полученные результаты показали, что соотношение форм Re(IV) и Re(VII) зависит от типа облучаемого соединения: в кристаллах $NaReO_4$ и NH_4ReO_4 (рис. 1 и 2) протекают конкурирующие реакции восстановления-окисления, в кристаллах K_2ReCl_6 (рис. 3) протекают процессы восстановления рения, соответствующие классическому ходу кривых изотермического отжига (быстрая начальная и последующая более медленная стадия с псевдоплато), что позволило в этом случае провести кинетический анализ и определить скорость восстановления радиорения, энергию активации и порядок реакции (таблицы 3 и 4).

г) На основе полученных результатов обсуждается механизм поведения радиоактивных атомов рения с точки зрения взаимодействия атомов отдачи с дефектами решетки облучаемых кристаллов и с продуктами радиолитического разложения.

Таблица 3

Величины, характеризующие кинетику процесса восстановления радиоактивного рения при термическом отжиге кристаллов K_2ReCl_6 , облученных протонами с энергией 660 Мэв

$t, ^\circ C$	$R_0, \%$	$R_\infty, \%$	$\Delta R = R_\infty - R_0$	$t_{1/2}, \text{сек}$	$K \cdot 10^3, \text{сек}^{-1}$
100	71,0	80,5	9,5	480	1,44
150	71,0	86,0	15,0	330	2,10
200	71,0	90,5	19,5	300	2,31
305	71,0	97,0	26,0	270	2,56

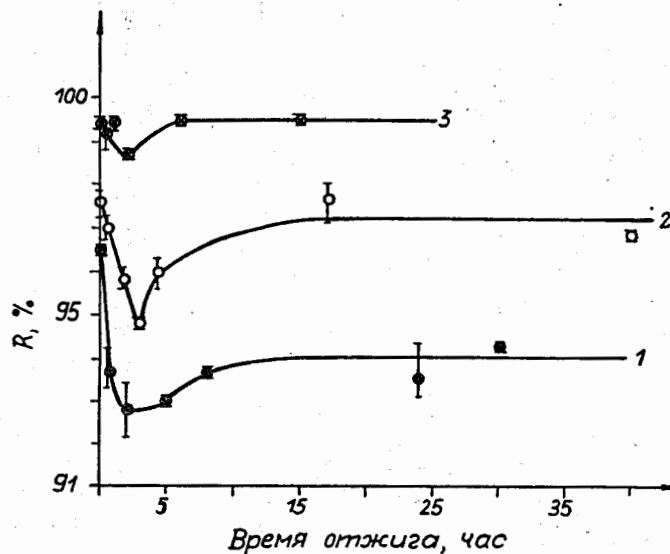


Рис.1. Термический отжиг кристаллов $NaReO_4$, облученных протонами с $E_p = 660$ мэв при различных температурах:
1 - $100^\circ C$, $\phi = 2,9 \cdot 10^9$ р/см².сек; 2 - $200^\circ C$, $\phi = 0,8 \cdot 10^9$ р/см².сек.
3 - $300^\circ C$, $\phi = 4,2 \cdot 10^{10}$ р/см².сек.

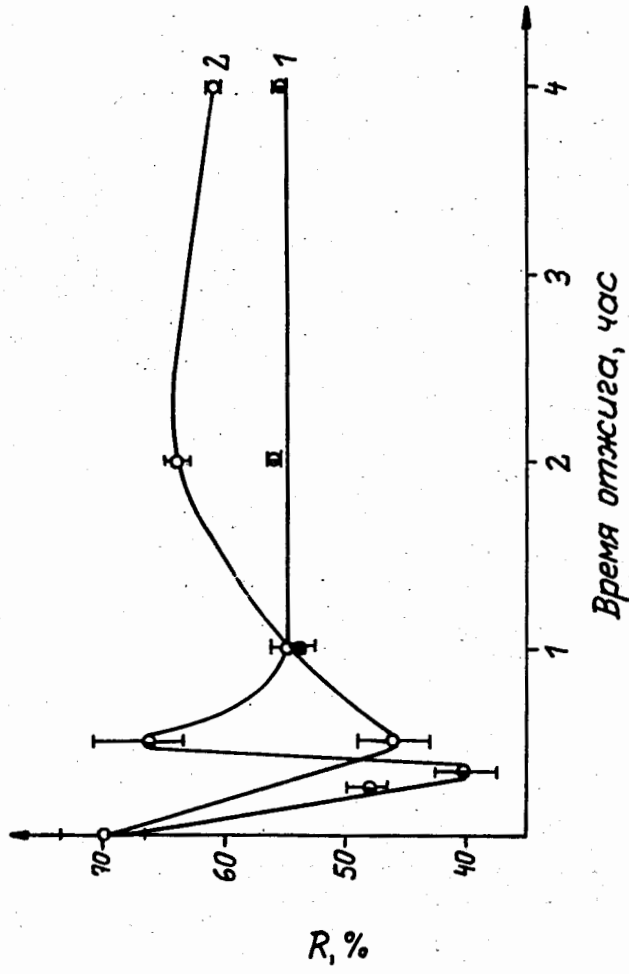


рис.2. Термический отжиг облученных кристаллов NH_4ReO_4
 ($\phi = 2,4 \cdot 10^{10}$ p/cm².сек): 1 - 200°C; 2 - 100°C.

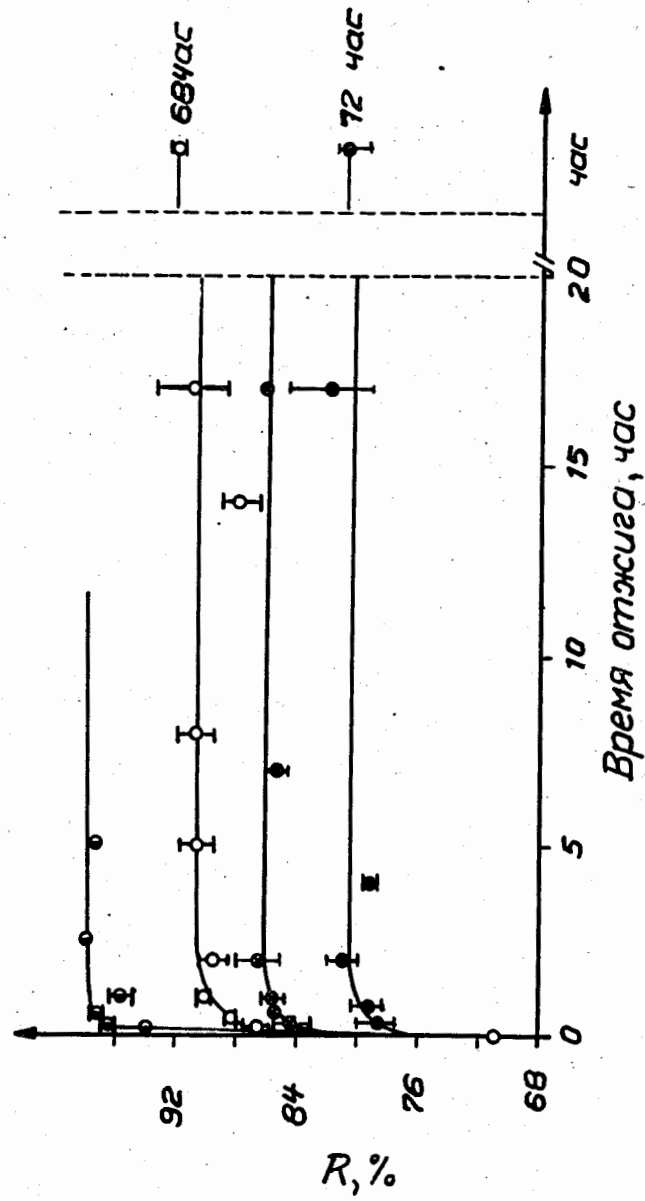


Рис.3. Термический отжиг облученных кристаллов K_2ReCl_6
 ($\phi = 1,8 \cdot 10^{10}$ p/cm².сек): ● - 100°C; ○ - 150°C; □ - 200°C; ● - 305°C.

Таблица 4

Энергия активации процесса термического отжига атомов радиорения в кристаллах K_2ReCl_6 .

Использованный метод	Аррениус	Ванд-Примак	Флетчер-Браун	
Энергия активации (эВ)	0,20	0,42	0,33	

д) Сравнение химических эффектов, сопровождающих различные ядерные превращения, происходящие в одних и тех же системах, представляет определенный интерес.

Сравнение результатов было сделано для перренатов натрия и калия и более полное — для кристаллов K_2ReCl_6 , облученных протонами с энергией 660 Мэв и тепловыми нейтронами.

Таблица 5

Удержание радиоактивного рения (R_0 %) при облучении соединений рения различными частицами

Облучаемое соединение	$(p, p \times n)$		(n, γ)	
	Кристаллы	Раствор	Кристаллы	Раствор
Na_2ReO_4	98	97	100	100
$KReO_4$	98	-	100	-
K_2ReCl_6	65	3	60-70	0

Ядра отдачи рения, полученные в реакциях $(p, p \times n)$, обладают высокими энергиями отдачи (десятки Мэв) в сравнении с теми, которые можно получить путем нейтронного захвата, и в этом случае атом отдачи будет сильно отделен от

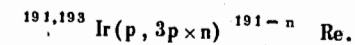
остальных партнеров первоначальной молекулы. Радиорений в этом случае будет взаимодействовать с теми компонентами, которые находятся в конце его траектории. Так, например, в случае K_2ReCl_6 можно предполагать, что часть радиорения сможет восстановить свои связи в кристаллической решетке или может подвергаться изменениям путем столкновения и последовательной замены с неактивным атомом рения из иона $ReCl_6^{2-}$. Другая часть может взаимодействовать с дефектами в кристаллической решетке.

Подобие приведенных результатов подтверждает тот факт, что в реакциях, вызванных тепловыми нейтронами и высокоэнергичными протонами и протекающих без изменения атомного номера, энергия отдачи не оказывает существенного влияния на конечный выход валентных состояний ядер отдачи.

В работе сравниваются также результаты термического отжига кристаллов K_2ReCl_6 , облученных протонами с энергией 660 Мэв и тепловыми нейтронами (рис. 4). Видно, что в обоих случаях отжиг облученных кристаллов приводит к одинаковым результатам, совпадающим не только по характеру, но и по величине. Естественно, эти процессы отжига характеризуются одной и той же кинетикой. В обоих случаях метастабильные фрагменты отдачи в процессе отжига вступают в реакцию со своими партнерами, которые в K_2ReCl_6 не могут быть слишком различными в реакциях (n, γ) и $(p, p \times n)$.

Глава III

Третья глава посвящена изучению поведения атомов радиоактивного рения, образующегося при облучении высокоэнергичными протонами соединений элемента с Z , на единицу больше чем Z рения, в реакции типа:



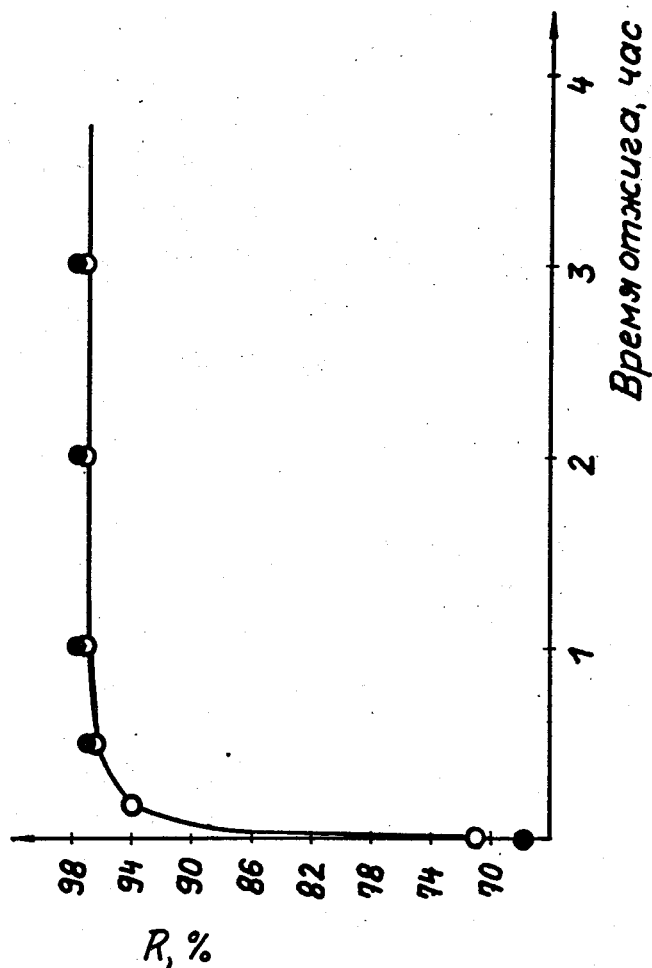


рис. 4. Изотермический отжиг кристаллов K_2ReCl_6 , облученных различными частицами:
 ○ Re(p, pxn) Re* ; t = 305°C;
 ● Re(n, γ) Re* ; t = 300°C.

В качестве мишени использовались соединения четырехвалентного иридия: Na_2IrCl_6 , $Na_2IrCl_6 \cdot 6H_2O$, $(NH_4)_2IrCl_6$ и соединения трехвалентного иридия: Na_3IrCl_6 , $Na_3IrCl_6 \cdot 12H_2O$, $(NH_4)_3IrCl_6 \cdot H_2O$ и $IrCl_3$.

Радиохимическим методом изучался выход радиоактивного рения в форме Re(VII) в зависимости от химического состава мишени, интенсивности потока протонов, разных обработок мишеней. В таблице 6 представлены полученные результаты.

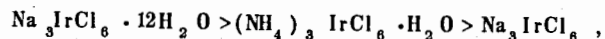
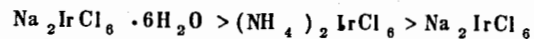
Таблица 6
 Выход Re(VII) (%) в неорганических соединениях иридия, облученных протонами с энергией 660 Мэв

Соединение	Кристаллы	Раствор			Интенсивность пучка протонов р/см ² ·сек	Время облучения час
		4MНСI	спирт	диоксан		
Na_2IrCl_6	45,9	99,9	-	-	$2,2 \cdot 10^{10}$	8-10
$Na_2IrCl_6 \cdot 6H_2O$	97,9	-	-	-	"	"
$(NH_4)_2IrCl_6$	60,2	87,0	-	-	"	"
Na_3IrCl_6	39,8	-	-	-	$1,4 \cdot 10^{11}$	0,5
$Na_3IrCl_6 \cdot 12H_2O$	93,2	-	-	-	"	"
$(NH_4)_3IrCl_6 \cdot H_2O$	77,8	-	-	-	-	-
$IrCl_3$ (суспензия)	-	90,2	69,3	68,4	$1,0 \cdot 10^{11}$	~ 0,1

Как показывают результаты, химический состав облучаемого соединения и его агрегатное состояние влияют на выход Re(VII).

а) Видно, что при облучении натриевых и аммониевых солей гексахлорокомплексов иридия, содержащих и не содержа-

ших кристаллизационную воду, выход Re(VII) увеличивается в таком порядке:



что говорит о влиянии кристаллизационной воды и иона аммония.

Результаты опытов по облучению суспензии IrCl_3 в различных средах показывают, что стабилизация радиорения в форме Re(VII) зависит от состава окружающей среды, т.е. от реакции с продуктами радиолиза: более интенсивно протекает реакция окисления продуктов в водном растворе 4M HCl , чем в органических растворителях (диоксан и спирт).

б) Показано, что термический отжиг облученной безводной соли Na_2IrCl_6 вызывает окисление радиоактивного рения (рис. 5). Кривые термического отжига имеют классический характер, что позволило провести кинетический анализ и определить скорость реакции окисления, энергию активации процесса и порядок реакции.

В гидратированной соли практически весь радиоактивный рений найден в форме Re(VII) и эта величина не изменяется с изменением дозы облучения и условиями термического отжига (рис. 6).

На рис. 7 представлены результаты, полученные при изучении радиационного отжига. Результаты показывают, что для Na_2IrCl_6 (кривая 1) и $(\text{NH}_4)_2\text{IrCl}_6$ (кривая 2) выход Re(VII) увеличивается с увеличением интегрального потока протонов в изученном диапазоне, начиная с $\phi = 5 \cdot 10^{13}$ р/см². Как видно, в этих солях протекают процессы, приводящие в итоге к окислению ядер отдачи рения.

В гидратированном $\text{Na}_2\text{IrCl}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (кривая 3) почти весь радиорений стабилизируется в 7-валентной форме для все-

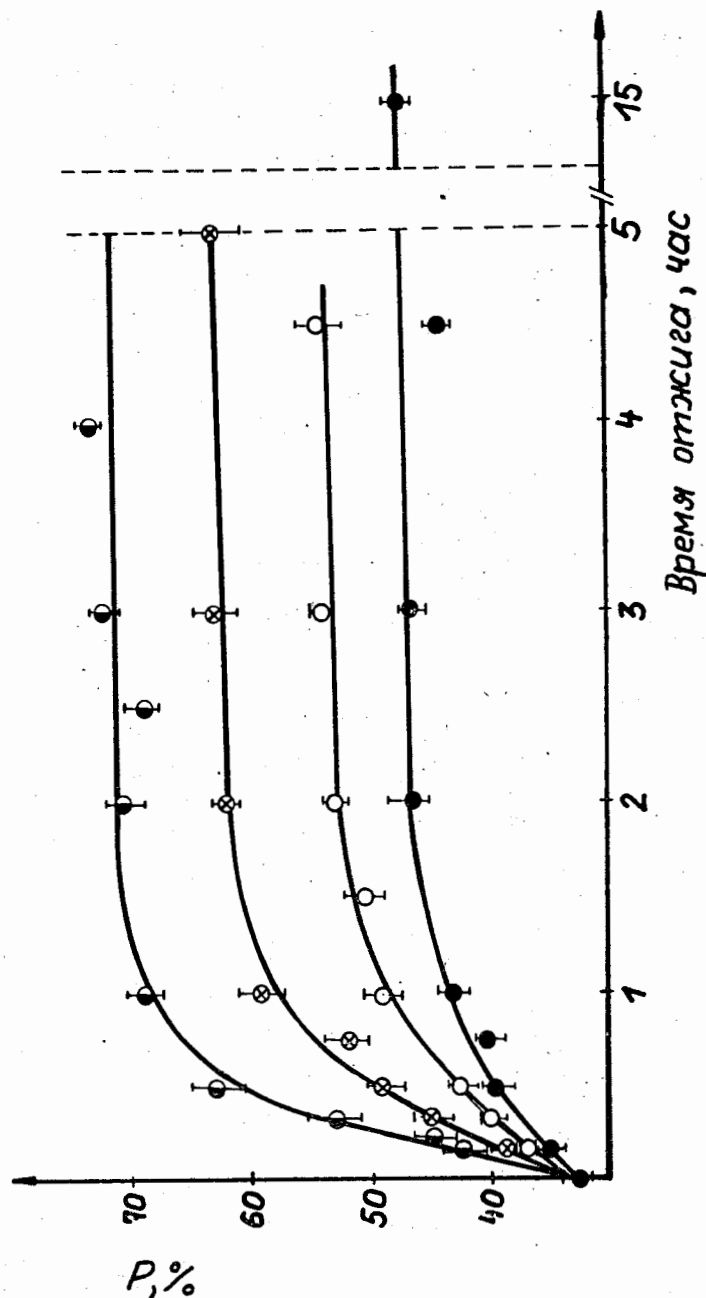


рис. 5. Выход Re(VII) в зависимости от времени термического отжига облученных кристаллов Na_2IrCl_6 ($\phi = 8, 9, 10$ р/см².сек)
 ● - 200°C; ○ - 250°C; ⊗ - 320°C; ● - 350°C.

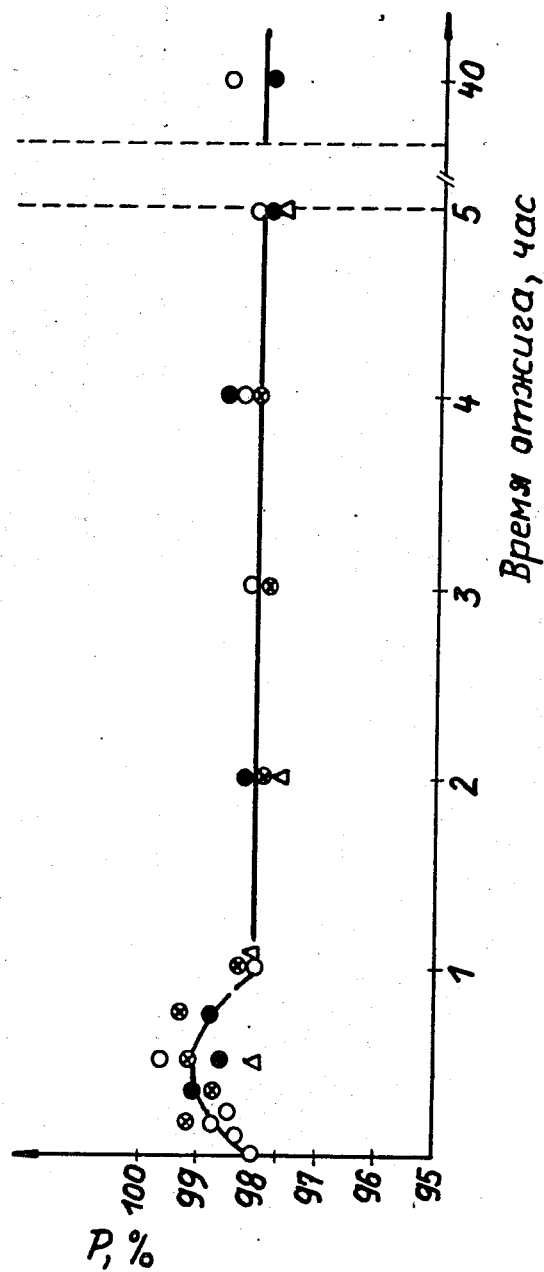


Рис. 6. Выход $Re(VII)$ в зависимости от времени изотермического отжига облученных кристаллов $Na_2IrCl_6 \cdot 6H_2O$ ($\phi = 1,4 \cdot 10^9$ p/cm²·сек) Δ - 80°C; \bullet - 120°C; \circ - 150°C; \ominus - 200°C.

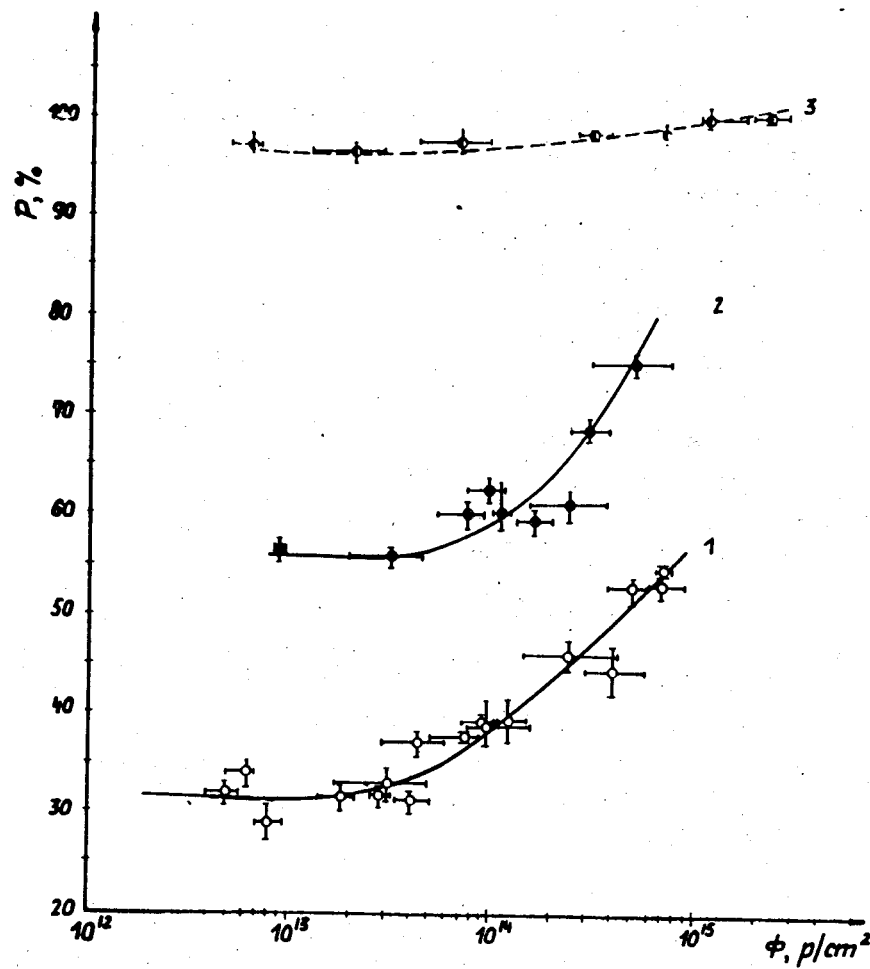


Рис. 7. Выход $Re(VII)$ в зависимости от интегрального потока протонов:
 1- Na_2IrCl_6 ; 2- $(NH_4)_2IrCl_6$
 3- $Na_2IrCl_6 \cdot 6H_2O$

го изученного интервала интенсивности потока протонов, поэтому на кривой практически наблюдается плато.

в) Полученные результаты обсуждаются на основе механизма взаимодействия ядер отдачи рения с дефектами кристаллической решетки и продуктами радиолиза солей, возникающих под действием высокоэнергичных протонов.

Глава IV

Сравнение поведения ядер отдачи рения, образующихся в реакциях $\text{Re}(p, p \times n) \text{Re}$ и $\text{Ir}(p, 3p \times n) \text{Re}$, представлено в четвертой главе.

Химическое подобие гексахлорокомплексов рения (IV) и иридия (IV) дает возможность сравнивать поведение атомов радиорения, образующегося при облучении кристаллических солей с изотопной и неизотопной решетками $\text{K}_2 \text{ReCl}_6$ и $\text{Na}_2 \text{IrCl}_6$, соответственно.

Результаты показали, что:

а) при относительно низком интегральном потоке ($4 \cdot 10^{12}$ - $5 \cdot 10^{13}$ p/cm^2) выход Re(VII) практически одинаков в обеих солях. Дальнейшее увеличение дозы приводит к различному поведению радиорения: в $\text{K}_2 \text{ReCl}_6$ выход Re(VII) уменьшается, а в $\text{Na}_2 \text{IrCl}_6$ выход Re(VII) увеличивается (рис. 8);

б) при процессе отжига происходит уменьшение выхода Re(VII) для $\text{K}_2 \text{ReCl}_6$ и увеличение для $\text{Na}_2 \text{IrCl}_6$, т.е. протекают различные процессы, приводящие к восстановлению радиорения в кристаллах $\text{K}_2 \text{ReCl}_6$ и к окислению на кристаллах $\text{Na}_2 \text{IrCl}_6$ (рис. 9).

Такое большое различие объясняется разным характером реакций, протекающих в изотопной и неизотопной решетках облучаемых соединений.

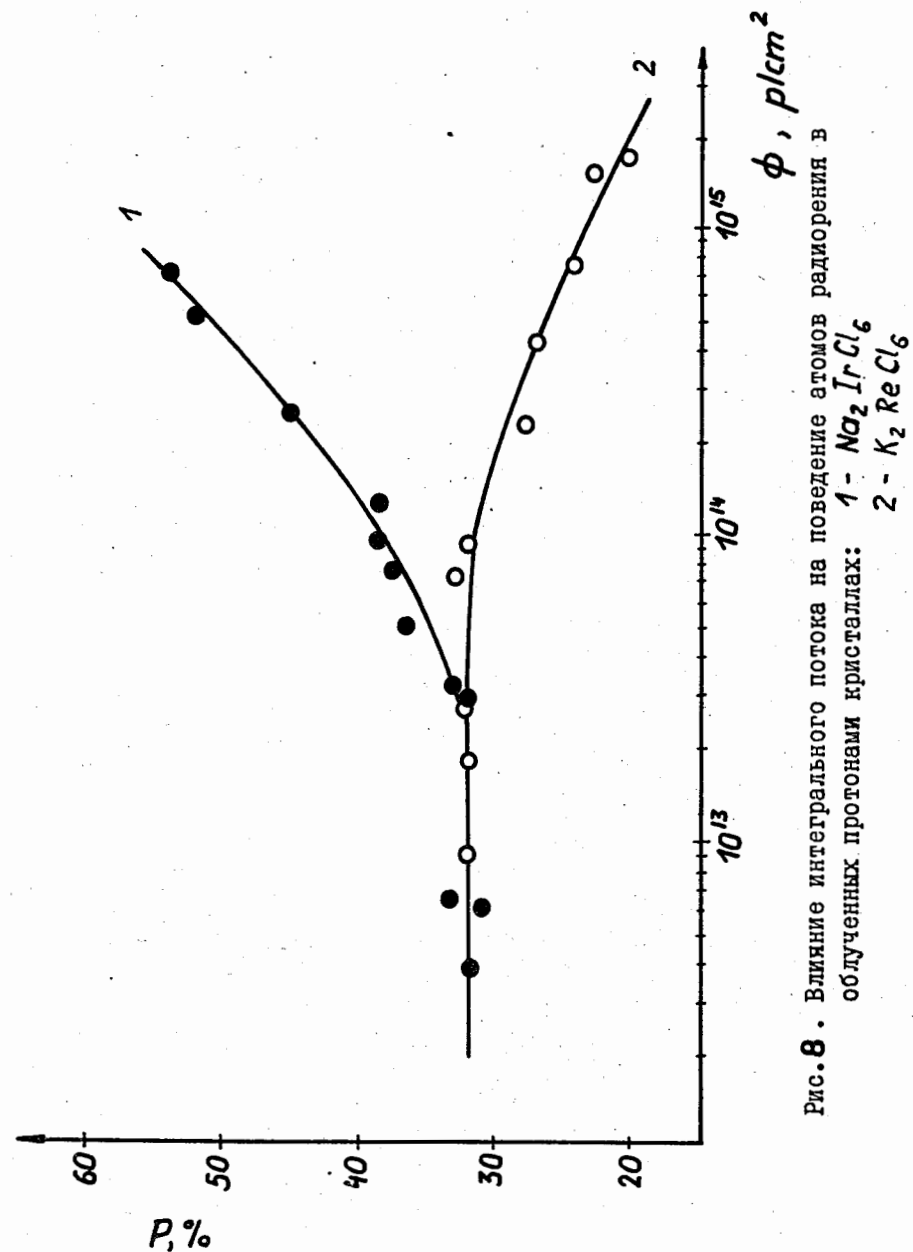


Рис. 8. Влияние интегрального потока на поведение атомов радиорения в облученных протонами кристаллах: 1 - $\text{Na}_2 \text{IrCl}_6$ 2 - $\text{K}_2 \text{ReCl}_6$

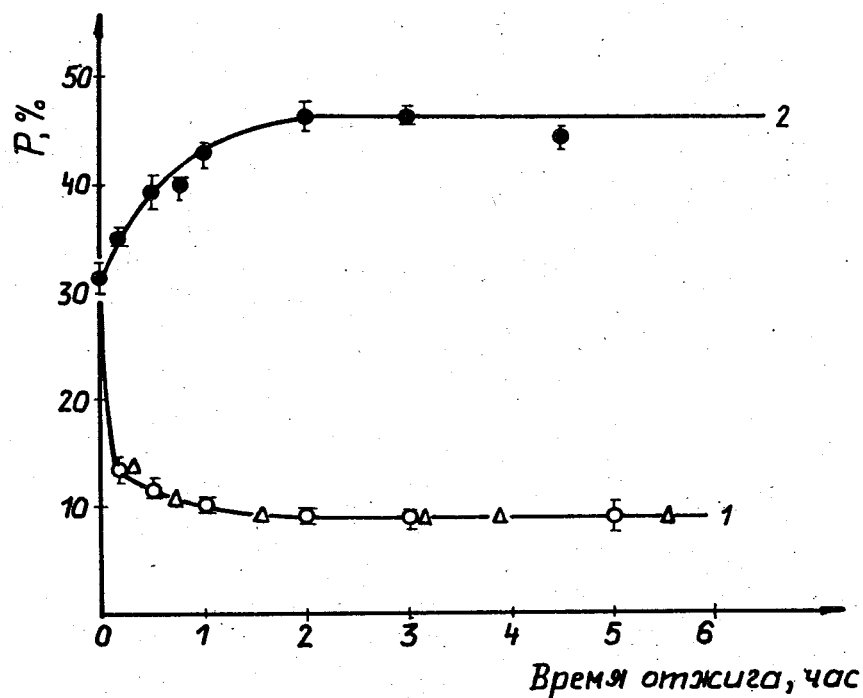


Рис. 9. Выход $Re(VII)$ при изотермическом отжиге ($t = 200^{\circ}C$) кристаллов K_2ReCl_6 (1) и Na_2IrCl_6 (2)
 $\circ - Re(p, p\alpha n) Re^*$ $\bullet - Ir(p, 3p\alpha n) Re^*$
 $\Delta - Re(n, \gamma) Re^*$

1. Полученные результаты показали, что выход радиоактивного рения в 7-валентной форме зависит от химического состава облучаемого соединения.

2. При изучении поведения ядер отдачи рения, возникающих в реакциях типа $Re(p, p\alpha n) Re^*$, было найдено, что:

а) При облучении кристаллов перренатов калия и натрия практически весь радиоактивный рений стабилизируется в форме $Re(VII)$, при облучении же кристаллов NH_4ReO_4 около одной трети рения стабилизируется в четырехвалентной форме, что говорит о восстанавливающем эффекте ионов аммония.

При облучении K_2ReCl_6 большая часть радиоактивного рения (65–80%) стабилизируется в форме материнской молекулы.

Облучение растворов солей рения приводит к стабилизации практически всего радиорения в высшей окисленной форме, $Re(VII)$, независимо от валентной формы рения в облучаемом соединении.

б) Отмечено влияние интенсивности потока протонов на поведение радиорения. В отличие от кристаллов $NaReO_4$ соединения NH_4ReO_4 и K_2ReCl_6 оказались более чувствительными к излучению, т.к. удержание (R_0) растет с увеличением интенсивности потока.

в) Изучение поведения радиоактивного рения при термическом отжиге кристаллов показало, что соотношение форм:

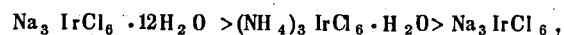
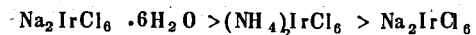
$Re(IV)$ и $Re(VII)$ зависит от типа облучаемого соединения: в кристаллах $NaReO_4$ и $(NH_4)ReO_4$ протекают конкурирующие реакции восстановления-окисления, в кристаллах K_2ReCl_6 — процессы восстановления рения, соответствующие классическому ходу кривых изотермического отжига.

г) Сравнение поведения радиорения в кристаллах K_2ReCl_6 , облученных протонами с энергией 660 Мэв и тепловыми нейтронами, показало, что оно не зависит от энергии отдачи, получае-

мой радиоактивными атомами в процессе ядерного превращения.

3. При изучении химического поведения радиоактивного рения, образующегося в реакциях типа $\text{Ir}(p, 3p \times n) \text{Re}$, было показано, что:

а) При облучении натриевых и аммониевых солей гексахлорокомплексов иридия, содержащих и не содержащих кристаллизационную воду, было найдено, что выход Re(VII) увеличивается в таком порядке:



что говорит о влиянии кристаллизационной воды и иона аммония.

Результаты опытов по облучению суспензии IrCl_3 в различных средах показывают, что стабилизация радиорения в форме Re(VII) зависит от состава окружающей среды, т.е. от реакций Re^* с продуктами радиолиза.

б) Радиационный и термический отжиг облученной безводной соли $\text{Na}_2 \text{IrCl}_6$ вызывает окисление радиоактивного рения. Кривые термического отжига соответствуют классическому характеру, что позволило провести кинетический анализ.

В гидратированной соли практически весь радиоактивный рений найден в форме Re(VII) , и эта величина не изменяется с изменением дозы облучения и условиями термического отжига.

в) При сравнении поведения ядер отдачи рения, образующихся в реакциях $\text{Re}(p, p \times n) \text{Re}$ и $\text{Ir}(p, 3p \times n) \text{Re}$, обнаружено большое различие, которое можно объяснить разным характером реакций, протекающих в изотопной и неизотопной решетке облучаемых соединений.

4. Полученные результаты обсуждаются на основе механизма взаимодействия ядер отдачи рения с дефектами кристаллической решетки и продуктами радиолиза солей, возникающих под действием высокоэнергичных протонов.

По теме диссертации автором опубликованы следующие работы:

1. E.Ianovici, V.Raitcheva and N.G.Zaitseva. Preprint JINR E6-4100, Dubna 1968.
2. E.Ianovici and N.G.Zaitseva. J. Inorg. Nucl. Chem., 1969.
3. E.Ianovici and N.G.Zaitseva. J. Inorg. Nucl. Chem. 1969.
4. Н.Г. Зайцева, Е. Ианович. Радиохимия, 11, 3, 1969.

По теме диссертации сделан доклад:

E.Ianovici, N.G.Zaitseva.

"Chemical state of radiorhenium formed in some inorganic iridium compounds irradiated with 660 MeV protons".
на V -ом Международном симпозиуме по химическим эффектам, 1-3 июля 1969 года, Кембридж, Англия.

Рукопись поступила в издательский отдел

23 июля 1969 года.