

Кинетика накопления дефектов в уране под облучением

ХИЖНЫЙ В. К., СКОРОВ Д. М., МАСКАЛЕЦ В. Н., ДАШКОВСКИЙ А. И., СКУРАТОВ Л. А.

УДК 621.039.531.546.791

Анализируются процессы генерации и отжига точечных дефектов, образующихся в уране при взаимодействии осколков деления с кристаллической решеткой. Уравнения накопления одиночных вакансий и межузельных атомов, потенциально способных принять участие в процессах формоизменения (рост, ползучесть), составлены и решены с учетом рекомбинации ближних пар; атермического образования зародышей вакансионных скоплений, аннигиляции межузельных атомов с вакансиями («радиационный отжиг»); теплового отжига вакансий на петлях дислокаций вакансионного типа.

Анализ проведен для температурной области, в которой подвижность используемых атомов весьма высока (время жизни межузельного атома значительно меньше промежутка времени между двумя последовательными прохождением «термического пика» через данный микрорегион).

Уравнение накопления рассеянных вакансий аналогично уравнению, полученному П. А. Платоновым [1], хотя при его составлении учтена специфика процессов, протекающих в делящемся уране. Рассеянные вакансии по предлагаемой модели играют роль регулятора интенсивности накопления межузельных атомов, являясь наиболее эффективными их поглотителями.

Полученные уравнения накопления межузельных атомов имеют вид:

$$\dot{n}_i = A^* + B^* \cdot \exp(-\alpha\tau), \quad (1)$$

$$n_i = A^*\tau + \frac{B^*}{\alpha} [1 - \exp(-\alpha\tau)], \quad (2)$$

где n_i и \dot{n}_i — число и скорость накопления межузельных атомов в 1 см^3 соответственно; τ — время; A^* , B^* и α — коэффициенты, аналитически выраженные через параметры вышеперечисленных микропроцессов.

Деформация и скорости деформации при радиационном росте (ϵ_g , $\dot{\epsilon}_g$) и радиационной ползучести (ϵ_c , $\dot{\epsilon}_c$) предлагается выразить в виде

$$\dot{\epsilon}_g = r(\xi, T, \lambda) \dot{n}_i m; \quad \epsilon_g = r(\xi, T, \lambda) n_i m, \quad (3)$$

$$\dot{\epsilon}_c = p(\sigma, T, \lambda) \dot{n}_i m; \quad \epsilon_c = p(\sigma, T, \lambda) n_i m, \quad (4)$$

где $r(\xi, T, \lambda)$ и $p(\sigma, T, \lambda)$ — сложные безразмерные функции, не зависящие от времени; ξ — параметр анизотропии; T — температура облучения; λ — плотность дефектов (дислокаций) в исходной структуре; m — вклад одного межузельного атома в деформацию.

При этом предполагается, что исходная плотность дефектов (дислокаций) достаточно высока и эффекты формоизменения определяются только накоплением межузельных атомов.

(766/7706. Поступила в Редакцию 24/I 1974 г. Полный текст 0,4 а.л., 1 рис., 12 библиографических ссылок.)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Платонов П. А. Явление радиационной релаксации упругих напряжений в металлах. Дисс. М., Изд-во ОНТИ ИАЭ им. И. В. Курчатова, 1963.

Радиоактивные выбросы реактора ВВР-М в атмосферу

БАДАНИНА Н. Г., КАМИНЕР Д. М., КОНОВАЛОВ Е. А., КОНОПЛЕВ К. А., ПИКУЛИК Р. Г., ПЛОЩАНСКИЙ Л. М., САЙКОВ Ю. П.

УДК 621.039.76

В реакторе ВВР-М активная зона погружена в бак на глубину 3,5 м, теплоносителем служит обычная вода, используются твэлы на основе уран-алюминиевого сплава. Выброс вентиляционного воздуха в атмосферу производится через трубу высотой 60 м.

Изотопный состав выброса радиоактивных продуктов реактора ВВР-М ЛИЯФ им. Б. П. Константинова АН СССР определяли на гамма-спектрометре с Ge(Li)-детектором.

Мощность выбросов изотопов радиоактивных газов, по данным систематических измерений за 1972—1973 гг., при $W = 16 \text{ Мвт}$ составляла, кюри/ч :

^{41}Ag	0,88±0,03
$^{85\text{m}}\text{Kr}$	(9,5±0,4)·10 ⁻³
^{87}Kr	(18,6±0,8)·10 ⁻³
^{88}Kr	(17,2±0,9)·10 ⁻³
^{133}Xe	(15±5)·10 ⁻³
^{135}Xe	(20,1±1,2)·10 ⁻³
^{138}Xe	(38,7±2,3)·10 ⁻³

Выброс ^{41}Ag при $W = 16 \text{ Мвт}$ может достигать 1,7 кюри/ч , но он был снижен до 0,9 кюри/ч частичной герметизацией полости тепловой колонны и вытеснением воздуха из объема четырех горизонтальных каналов. В основном ^{41}Ag поступал из полости тепловой колонны

(50%), горизонтальных каналов (40%) и теплоносителя (10%). Чувствительность методики регистрации $^{85}\text{Kг}$ ($2 \cdot 10^{-2}$ кюри/ч) недостаточна, чтобы обнаружить его в составе выброса. Скорость поступления $^{85}\text{Kг}$ в атмосферу за счет распада $^{85\text{m}}\text{Kг}$ составляет $1 \cdot 10^{-7}$ кюри/ч.

Мощность выброса радиоактивных аэрозолей, рассчитанная по измерениям их концентраций в системах вентиляции, составляла, кюри/ч:

^{24}Na	$(2,2 \pm 0,2) \cdot 10^{-6}$
^{51}Cr	$(1,9 \pm 0,1) \cdot 10^{-8}$
^{56}Mn	$(1,0 \pm 0,3) \cdot 10^{-6}$
^{60}Co	$(9,4 \pm 0,5) \cdot 10^{-9}$
^{65}Zn	$(1,8 \pm 0,5) \cdot 10^{-8}$
^{89}Rb	$(2,4 \pm 1,3) \cdot 10^{-3}$
^{89}Sr	$(1,4 \pm 0,1) \cdot 10^{-6}$
^{90}Sr	$(1,3 \pm 0,9) \cdot 10^{-8}$
^{91}Sr	$(1,9 \pm 0,2) \cdot 10^{-6}$
^{92}Sr	$(1,2 \pm 0,2) \cdot 10^{-6}$
^{99}Mo	$(1,5 \pm 0,2) \cdot 10^{-8}$
^{131}I	$(7,9 \pm 1,3) \cdot 10^{-8}$
^{132}I	$(4,6 \pm 1,6) \cdot 10^{-8}$
^{133}I	$(2,2 \pm 0,8) \cdot 10^{-7}$
^{137}Cs	$(4,0 \pm 0,4) \cdot 10^{-9}$

^{138}Cs	$(2,9 \pm 1,6) \cdot 10^{-3}$
^{139}Ba	$(1,9 \pm 0,1) \cdot 10^{-5}$
^{140}Ba	$(1,0 \pm 0,2) \cdot 10^{-7}$
^{140}La	$(6,7 \pm 0,8) \cdot 10^{-8}$

Сравнительно большой выброс ^{89}Rb и ^{138}Cs объясняется их образованием в газовой фазе при распаде вышедших из теплоносителя газовых предшественников. Капельный унос теплоносителя воздушным потоком вентиляции, рассчитанный по выходу ^{99}Mo , составил $3 \cdot 10^{-2}$ л/ч с площади поверхности теплоносителя $4,2 \text{ м}^2$. Изотопы, образующиеся активацией, поступают в систему вентиляции из обдуваемых воздухом конструктивных материалов, находящихся в высоком нейтронном потоке, из теплоносителя и иногда из горячих камер. Приземные концентрации и γ -поле, обусловленное выбросом в атмосферу, при рабочей мощности реактора 16 Мвт значительно ниже предельно допустимых значений, определяемых НРБ-69. Даже верхняя расчетная оценка годовой дозы не превышает 0,04 предельно допустимой.

(№ 767/7804. Поступила в Редакцию 3/IV 1974 г., в окончательной редакции 1/VII 1974 г. Полный текст 0,4 а. л., 2 рис., 2 табл., 3 библиографические ссылки.)

Определение коэффициента диффузии нейтронов в небольших количествах вещества с помощью импульсного нейтронного источника

ЮРОВА Л. Н., ПАНКРАТЕНКО Д. А.

УДК 539.125.5.172:621.039.512.4

Необходимость измерения коэффициента диффузии тепловых нейтронов на небольших образцах часто возникает в практической работе. Однако существующие стационарные и нестационарные методы требуют больших объемов исследуемого вещества. Поэтому пред-

ставляет интерес экспериментальное исследование возможностей уменьшения размеров образцов при использовании двухзонных систем в методе импульсного источника нейтронов [1]. В статье приведены экспериментальные результаты по измерению декрементов затуха-

Результаты измерений с двухзонной системой

Вещество	γ , г/см ³	λ_{tr2} , см	a'_2 , см	T, °К	$\overline{D_2 v}^{-\text{эксп}}$, см ² ·сек ⁻¹	$\overline{D_2 v}^{-\text{расч}}$, см ² ·сек ⁻¹
ZrH _{1,91}	3,5	0,62	0,39—0,99	293	50 400 ± 1 200	52 000 ± 1 200
ZrH _{1,91}	5,02	0,45	1,5—6,0	293	36 800 ± 1 000	36 300 ± 800
C	1,72	2,41	1,0—15	289	204 000 ± 4 000	199 000 ± 1 000
Порошок плексигласа	0,4	1,26	0,39—8,0	293	104 000 ± 2 300	105 000 ± 1 000
TiH _{1,77}	1,37	0,91	0,4—8,0	293	72 600 ± 2 900	74 400 ± 2 600
Ni (99,99%)	8,45	0,52	0,244—2,55	298	40 600 ± 2 200	45 400 ± 2 000
Pb + 3,4% Sb	11,0	2,45	0,504—9,54	298	256 000 ± 12 000	234 000 ± 22 000