

УДК 548.4

О распределении движущихся пор в материале с источниками атомов газа

СЛЕЗОВ В. В., РЯБУХИН В. И.

В настоящей работе получена замкнутая система уравнений, описывающая диффузионные процессы в материале, подвергнутом облучению. Она состоит из трех уравнений непрерывности в пространстве размеров с источниками для функций распределения призматических межузельных, вакансионных петель, движущихся газонаполненных пор и трех уравнений баланса для точечных дефектов (вакансий, межузлий и атомов газа). Определены входящие в эту систему выражения для скорости роста макродефектов. Показано, что для достаточно больших образцов газ выносятся из них в два этапа: сначала он стекает в пору, а затем выносятся вместе с ней на поверхность. Рассмотрены предельные случаи «малых» и «больших» пор, размеры которых удовлетворяют соотношениям

$$R \gg R^*, R \ll R^*, R^* = \frac{D^* \gamma a^3}{k T D^{\Gamma} \delta},$$

где D^* — коэффициент самодиффузии межузельных атомов; D^{Γ} — коэффициент диффузии атомов газа; kT — температура; a — постоянная решетки; δ — растворимость газа; γ — поверхностная энергия. Получены выражения для скорости роста макродефектов.

В явном виде получено стационарное решение системы уравнений для материала в форме плоскопараллельной пластины, в которой поддерживается малый градиент температуры вдоль оси x . Распределение дислокационных петель по размерам однородно вплоть до максимального радиуса, который они могут принимать в данном кристалле. Этот радиус определяется размерами кристалла, если упругим взаимодействием между

дислокациями можно пренебречь, или пересыщенностью точечных дефектов и упругими характеристиками кристалла, если взаимодействие между дислокациями существенно. График распределения дислокационных петель по размерам имеет вид ступеньки, не зависящей от точки, где наблюдаются петли, в то время как скорость рождения и роста петель — функция координат, так как определяется эффективной пересыщенностью в данной точке.

Распределение движущихся пор из-за наличия градиента температуры прямо пропорционально их радиусу, но размер пор в данной точке ограничен сверху. Максимальный радиус зависит от x и определяется размером пор, родившихся около границы образца и прошедших в данную точку.

Были найдены эффективная пересыщенность точечных дефектов и плотность атомов газа в кристалле с учетом упругого взаимодействия дислокационных петель и без него. Эти величины определяются характеристиками кристалла и облучения. Зависимость их от x имеет вид $(1 - \frac{x}{d})^N$, где d — толщина пластины в направлении x ; N определяется взаимодействием петель и механизмом движения пор под воздействием градиента температуры. Для плотности газа показатель степени положительный, а для пересыщенности — отрицательный.

(№ 853/8347. Статья поступила в Редакцию 27/V 1975 г., аннотация — 12/I 1976 г. Полный текст 0,5 а. л., 8 библиогр. ссылок.)

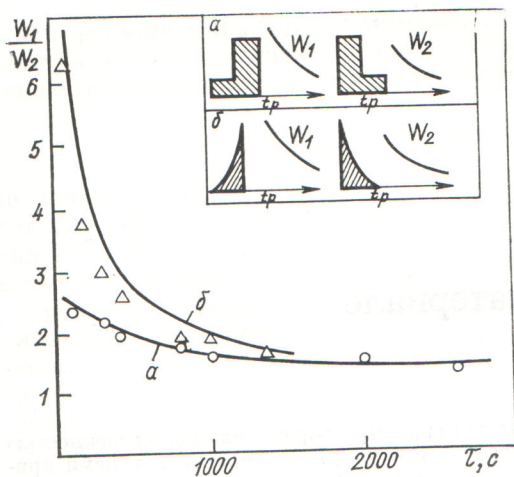
УДК 621.039.551

Влияние распределения потока нейтронов в активной зоне на мощность гамма-излучения уранового радиационного контура

ПУТИЛОВ А. В., МАРКИНА М. А., РОБАКИДЗЕ Н. А., РУДОЙ В. А., СТАРИЗНЫЙ Е. С., СЫРКУС Н. П.

Метод расчета γ -мощности облучателя уранового радиационного контура (УРК) по среднему потоку нейтронов в активной зоне (АЗ) ядерного реактора (ЯР) опубликован в работе Брегера А. Х., Старизного Е. С. (Докл. АН СССР, 1970, т. 195, № 6, с. 1385). Так как распределение плотности нейтронного потока (R) в АЗ неравномерное, возникла необходимость изучения влия-

ния этого распределения на выходные характеристики УРК. Для определения влияния R на γ -мощность облучателя разработана математическая модель УРК, положенная в основу программ Цикл-1 и Квант. С использованием этих программ проведены расчеты радиационных характеристик облучателя для двух типов режимов циркуляции: при «прямом» режиме R уве-



Зависимость отношения общей γ -мощности для «прямого» и «обратного» режимов от времени пребывания топлива вне активной зоны при ступенчатом (а) и экспоненциальном (б) изменяющемся потоке нейтронов в активной зоне

личивается во время пребывания горючего в АЗ, при «обратном» уменьшается по одинаковому закону.

В настоящей работе рассмотрено влияние ступенчатой, экспоненциальной и косинусоидальной функций распределения плотности нейтронов на выносимую из АЗ γ -мощность, так как встречающиеся на практике распределения можно представить суперпозицией уже рассмотренных функций. Общее число делений в обоих типах режимов оставалось постоянным, а отношение W_1/W_2 суммарной интенсивности излучения (по всем 12 энергетическим группам γ -квантов) для «прямого» (W_1) и «обратного» (W_2) режимов служило показателем

влияния функции R . Результаты расчетов подтверждены экспериментально на реакторе ВВР-Ц. Герметически упакованный (во избежание утечки газообразных продуктов деления) урановый образец облучался в АЗ потоком тепловых нейтронов при заданном R в течение времени t_p . Абсолютное значение потока тепловых нейтронов в точке облучения уранового образца измерялось методом активации золотых фольг в кадмиевом чехле и без него. После облучения на специальной установке измерялась интенсивность γ -излучения продуктов деления ядерного горючего в зависимости от времени выдержки. Сравнение расчетных и экспериментальных результатов (рисунок) показало хорошее их совпадение.

Установлено, что влияние функции R на γ -мощность облучателя может быть существенным: например, для экспоненциального распределения $R = \exp(\pm \lambda t)$ ($\lambda = 0,245 \text{ мин}^{-1}$) отношение γ -мощности облучателя, стационарно работающего УРК в «прямом» и «обратном» режимах, составляет 1,5 при времени цикла $\sim 1 \text{ ч}$.

Показано, что при косинусоидальном распределении плотности нейтронного потока, характерной для реальных ЯР, выносимая в облучатель γ -мощность продуктов деления практически совпадает с γ -мощностью при равномерном распределении ($R = \text{const}$), а оценки характеристик УРК [1] не изменяются.

Неравномерность потока нейтронов, характерная для высокотемпературных ядерных реакторов с шаровыми твэлами, может увеличивать выносимую γ -мощность (по сравнению с $R = \text{const}$) на несколько процентов.

Сделан вывод о том, что при конструировании ЯР с УРК необходимо стремиться к смещению максимума плотности потока нейтронов к месту выхода ядерного горючего из АЗ, что увеличивает γ -мощность облучателя.

(№ 854/8361. Статья поступила в Редакцию 4/VI 1975 г. Полный текст 0,35 а. л., 3 рис., 4 библиогр. ссылки.)

УДК 621.039.714.066

Деактивация малоактивных сбросных вод ВОЛОКНИСТЫМИ ИОНИТАМИ

ПОПОВА Г. Л., РАДИОН Р. И., СУЛТАНОВ А. С., ГЕЛЛЕР Б. Э.

В настоящей работе изучена возможность применения волокнистого ионита для извлечения генетически опасных изотопов ^{60}Co и ^{134}Cs из растворов. Исследование сорбции этих изотопов проводилось в статических и динамических условиях. Волокнистый ионит имеет обменную емкость по натрию $2,3 \pm 0,2 \text{ мг} \cdot \text{экв.}/\text{г}$.

Сорбция кобальта и цезия зависит от pH раствора. Максимальная сорбция кобальта (98%) наблюдается при $\text{pH} = 4,3$. При $\text{pH} > 7,0$ сорбция кобальта резко снижается, что, по-видимому, связано с образованием его гидродиссоцированных форм, имеющих худшее сродство к иониту. Сорбция цезия максимальна (86%) в интервале pH от 3 до 10. При концентрации ^{60}Co и ^{134}Cs

$1 \cdot 10^{-5} \text{ г} \cdot \text{экв.}/\text{л}$ максимальная сорбция достигается при использовании 2 г ионита на литр раствора. Увеличение концентрации радиоактивных кобальта и цезия на два порядка не снижает сорбцию этих элементов при одной и той же навеске. Степень очистки реальных сточных вод достигает 82%.

Результаты показывают возможность применения ионообменного волокна для извлечения исследуемых изотопов из малоактивных сбросных вод методом фильтрации.

(№ 855/8437. Поступила в Редакцию 22/VII 1975 г. Полный текст 0,2 а. л., 1 рис., 1 табл., 7 библиогр. ссылок.)