

значении  $\nu$  независимо получить общее решение соответствующей конечной системы дифференциальных уравнений, удовлетворяющее условиям в полюсе и на границах кольцевых зон. Такое общее решение может быть найдено численно и содержит при  $\nu \neq 0$  ( $\nu = 0$ ) четыре (три) произвольные постоянные.

Заключительный этап метода — определение всех произвольных постоянных на основе вполне определенных условий шивки вдоль сети  $L$ .

## Метод экономической оценки производства химических продуктов с применением ядерных реакторов

Е. А. БОРИСОВ, В. Д. ТИМОФЕЕВ

УДК 621.039.5

В недалеком будущем принципиально возможно осуществление химических процессов с использованием излучения ядерного горючего. Это излучение является дешевым видом энергии. Если стоимость энергии изотопных источников излучения достигает 1 долл./квт·ч, то применение смешанного излучения ядерного реактора может привести к снижению этой величины до 0,1 долл./квт·ч, а с использованием осколков деления ядерного горючего — к уменьшению ее до 0,001 долл./квт·ч.\* С этой точки зрения реализация процессов с использованием ядерных реакторов весьма перспективна.

Однако экономические оценки себестоимости осуществления таких реакций, как синтез оксидов азота, окиси углерода и т. д., привели к выводу, что эти процессы еще экономически неконкурентоспособны со способами обычной химической технологии. Отсюда вытекают необходимость расширения поисков новых реакций и возможность оценки перспективы тех или иных процессов на достаточно ранней стадии исследования.

Разработана методика экономической оценки перспективности изучаемых радиационнохимических процессов синтеза с применением в качестве источника излучения ядерного реактора на основе предварительных лабораторных данных. Принята следующая структура расходов, определяющих себестоимость

Созданная в ВЦ СО АН СССР достаточно универсальная рабочая программа на АЛГОЛе продемонстрировала высокую эффективность метода: полный расчет сложной решетки, отвечающий  $P_3$ -приближению, протекает за 5—7 сек на ЭВМ БЭСМ-6.

(№ 620/6626. Поступила в Редакцию 20/X 1971 г. В окончательной редакции 17/IV 1972 г. Полный текст 1,4 а. л., 8 рис., 8 библиографических ссылок.)

производства с применением ядерного реактора: сырье и материалы (включая вспомогательные), расходы на ядерное горючее (топливная составляющая), энергетические расходы, амортизационные отчисления, цеховые расходы (включая затраты на ремонт зданий, сооружений и оборудования, на содержание персонала и др.), общезаводские расходы, доходы от побочных продуктов (включая энергию, полученную за счет ядерного реактора).

Рассмотрены возможности расчета каждой из указанных статей расходов. Разработанная методика позволяет проводить оценку себестоимости химической продукции с применением в качестве источника излучения ядерного реактора на основе ограниченной информации о протекающем процессе. Для расчета необходимо знать радиационнохимический выход продукта при данном весовом содержании его в смеси в условиях, которые могут быть реализованы в данном реакторе, а также расход сырья и выход побочных продуктов.

Не меньшее значение может иметь обратный способ расчета, когда определяются производительности, которых необходимо достичь, чтобы себестоимость производства данного продукта удовлетворяла практическим потребностям. Эта методика, таким образом, может быть применена для выбора направлений исследования и постановки задачи перед исследователями.

(№ 621/6692. Поступила в Редакцию 7/XII 1971 г. В окончательной редакции 22/V 1972 г. Полный текст 0,55 а. л., 2 табл., 6 библиографических ссылок.)

\* M. Steinberg. Chem. Engng Progr., 62, No. 9, 105 (1963).

## Взаимодействие монокарбида урана с азотом

А. Р. БЕКЕТОВ, В. Г. ВЛАСОВ, В. А. БЕЗДЕНЕЖНЫХ, В. А. ТАЛИНИН

УДК 541:661.879.1

Рассматриваются кинетика и механизм азотирования монокарбида урана в интервале температур 923—1223° К при давлении газа  $6,67 \cdot 10^{-3}$ — $80,0 \cdot 10^4$  н/м<sup>2</sup>. В качестве исходных материалов использовались: а) порошкообразный карбид урана ( $UC_{0,99}$ ), содержащий 95,25% урана и 4,75% углерода; б) газообразный азот, имеющий не более  $10^{-3}$  об. % примесей. Контроль за ходом процесса осуществлялся непрерывным измерением веса навески при постоянной циркуляции газа-реагента. Продукты реакции анализировались на содержание свободного и связанного углерода, азота,

урана, кроме того, определялся их фазовый состав рентгенографическим методом.

На начальном этапе процесс описывается кинетическим уравнением

$$g^2 = k_1 \tau, \quad (1)$$

справедливым для превращения до 13% при 923 и 1023° К и до 20% — при температурах 1123—1223° К (за 100% превращения принят полный переход монокарбида урана в полуторный нитрид). На второй стадии увеличение веса навески происходит в соответствии

с уравнением

$$(g - g_0) = k_2 (\tau - \tau_0). \quad (2)$$

Характер последующих стадий азотирования зависит от температуры опыта. Значения постоянных в уравнении (1), (2) приведены в таблице.

Зависимость константы  $k_1$  от температуры имеет вид

$$k_1 = 10^{6,2} \exp\left(-\frac{12900}{T}\right),$$

а от давления газа:

$$k_1 = 1,48 \cdot 10^{-4} (P)^{1,15},$$

где  $P$  выражено в  $\text{н/м}^2$ . Состав продуктов реакции  $\text{UC}_{2-x}\text{N}_x$  и  $\text{U}_2\text{N}_{3+x}$ , как и соотношение фаз, зависит от температуры, давления азота и времени проведения опыта. Азотирование оксикарбида урана осуществляется с большими скоростями, чем карбида урана.

## Распределение концентрации заряженных и нейтральных частиц в квазистационарной высокотемпературной турбулентной плазме конечного объема

А. Г. КИТАЙНЕР, Г. В. ШОЛИН

УДК 533.9.17

В последние годы появились экспериментальные данные, указывающие на решающую роль процессов диффузии в определении степени ионизации лабораторной плазмы [1], причем степень ионизации определяется не объемным балансом процессов ионизации и рекомбинации, а ионизацией в объеме и диффузией плазмы на стенку.

В настоящей работе такая задача решена для случая высокотемпературной турбулентной ограниченной плазмы. Рассмотрен квазистационарный режим, в котором длина свободного пробега атомов по отношению к ионизации, перезарядке и упругому рассеянию  $l_0$  превышает размер системы. Коэффициент диффузии  $D$  и скоростной коэффициент ионизации атомов электронным ударом  $S$  приняты постоянными. При этих предположениях средняя по сечению плотность нейтральных атомов  $N_0$  зависит от коэффициента поперечной диффузии плазмы  $D$  и коэффициента ионизации  $S$ . Для цилиндрической геометрии это соотношение имеет вид

$$N_0 = \frac{\beta_1^2 D}{R_0^2 S}, \quad (1)$$

где  $\beta_1$  — первый корень функции Бесселя  $I_0(x)$ ;  $R_0$  — радиус системы.

Найдем распределение по радиусу электронов:

$$N_e(r) = N_e(0) I_0\left(r \sqrt{\frac{N_0 S}{D}}\right) \quad (2)$$

и нейтральных атомов:

$$N_0(r) = \frac{4I}{u} \left\{ 1 - \frac{2}{3} N_e(0) \frac{R_0}{u} \left[ S + \langle \sigma v \rangle_{\text{медл}} \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \left( 1 - \frac{u}{u_i} \right) \right] \left[ \frac{2}{3} \left( 2 - \frac{r^2}{R_0^2} \right) E\left(\frac{r}{R_0}\right) - \right. \right.$$

### Значения постоянных в уравнениях (1), (2)

T, °K	Уравнение (1)	Уравнение (2)		
	$k_1$	$\tau_0$ , мин	$g_0$ , %	$k_2$
923	3,2	50	20	0,12
1023	6,2	30	20	0,14
1123	13,3	30	30	0,36
1223	20,1	20	30	0,67

Предполагается, что процесс определяется доставкой азота в зону реакции через покровный слой нитридов урана.

(№ 622/6686. Поступила в Редакцию 3/XII 1971 г. Полный текст 0,35 а. л., 4 рис., 7 библиографических ссылок.)

$$-\frac{1}{3} \left( 1 - \frac{r^2}{R_0^2} \right) K\left(\frac{r}{R_0}\right) \Bigg\}. \quad (3)$$

Здесь  $K(x)$  и  $E(x)$  — полные эллиптические интегралы первого и второго рода;  $\langle \sigma v \rangle_{\text{медл}}$  — коэффициент перезарядки;  $u$  и  $u_i$  — скорость нейтральных атомов и ионов соответственно.

Результаты проведенного рассмотрения могут быть применены и для случая, когда в системе существуют две группы нейтральных атомов: 1) медленные, поступающие со стенки и имеющие длину свободного пробега до перезарядки и ионизации  $l_{\text{медл}} \ll R_0$ ; 2) быстрые, образующиеся в результате перезарядки горячих ионов и имеющие  $l_{\text{быстр}} > R_0$ . При этом плотность быстрых атомов практически постоянна по сечению и подчиняется соотношению (1), а плотность медленных атомов исчезающе мала в центре камеры и экспоненциально увеличивается в пограничной области, достигая величины

$$N_{\text{медл}} = N_{\text{быстр}} \frac{u_i}{u} \cdot \frac{\langle \sigma v \rangle_{\text{медл}} + S}{\langle \sigma v \rangle_{\text{медл}}}.$$

Полученные результаты необходимы для корректного анализа спектроскопических измерений, в частности для определения энергетического времени удержания частиц в замкнутых системах по абсолютным интенсивностям спектральных линий [2].

(№ 623/6684. Поступила в Редакцию 3/XII 1971 г. Полный текст 1 а. л., 6 рис., 10 библиографических ссылок.)

### ЛИТЕРАТУРА

1. К. Bergstedt. Z. Naturforsch., 24a, 299 (1969).
2. Г. А. Бобровский и др. «Письма в ЖЭТФ», 9, 269 (1969).