

квадрата смещения атомов. Усреднение проведено по 30 вычислительным экспериментам, в ходе которых отслеживалась миграция атомов ксенона от центра «капли» до выхода из расплава.

Показано, что результаты расчетов и усреднения в существенной мере определяются размерами модельной «капли» и поведением ксенона в приповерхностном слое. Предложена методика получения коэффициента диффузии ксенона с учетом размера «капли». В частности, проведен анализ зависимости среднего квадрата смещения атома от времени  $\langle \Delta r^2(t) \rangle$ , уже при небольших временах моделирования отличавшейся от справедливого для бесконечных систем соотношения Эйнштейна  $\langle \Delta r^2(t) \rangle = \text{const} + 6 \cdot D \cdot t$  (где  $D$  – коэффициент диффузии). Использовались решения уравнения диффузии ксенона в сферической «капле». Например, при нулевых граничных условиях

$$\frac{\langle \Delta r_{Xe}^2(t) \rangle}{R^2} = \frac{2 \cdot \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^{k-1} (1 - 6 / \mu_k^2) \cdot \exp(-\mu_k^2 \cdot Dt / R^2)}{2 \cdot \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^{k-1} \exp(-\mu_k^2 \cdot Dt / R^2)} \quad (1)$$

где  $R$  – эффективный радиус расплавленной «капли», определяемый толщиной приграничного слоя, в котором атом ксенона выталкивается из расплава «механически».

Согласно результатам работы, миграция ксенона в объеме расплавленной «капли» может быть описана решением уравнением диффузии с количественной точностью, то есть действительно имеет диффузионный характер. Для коэффициента диффузии при  $T = 4000$  К получено значение  $D_{Xe} = (6 \pm 1) \cdot 10^{-5}$  см<sup>2</sup>/с, близкое к коэффициенту диффузии собственных катионов урана. Значительная погрешность результата указывает на необходимость дополнительных расчетов и лучшего усреднения характеристик миграции.

1. Jackson R., Catlow C., J. Nucl. Mater., 127, 161 (1985).

## ВВЕДЕНИЕ РАЗДЕЛИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ СМЕСИ

Александров О.Е., Гадельшин В.М.<sup>\*</sup>, Палкин В.А., Селезнёв В.Д.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России

Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>\*</sup>E-mail: gadelshinvm@mail.ru

Более чем 60 лет назад один из величайших английских физиков-теоретиков Поль Адриен Морис Дирак разработал теорию разделения бинарных смесей изотопов и ввёл два основных понятия этой теории: разделительный потенциал и разделительную способность [1]. Эти понятия стали единственными и общеприня-

тыми характеристиками разделительного процесса бинарных смесей. Однако до сегодняшнего дня так и не была представлена столь же эффективная теория для случая разделения многокомпонентных смесей изотопов. Тем не менее, её разработка остаётся одной из важнейших и фундаментальных задач не только для разделения изотопов, но и для других отраслей промышленности, в которых имеют дело со смесями многих компонентов.

В этой работе представлена формула для разделительного потенциала (1) которая была получена для случая многокомпонентной смеси без рассмотрения какой-либо конкретной схемы каскада и путём обобщения классической теории Дирака, то есть с выполнением обеих его аксиом:

$$V(C_1, C_2, \dots, C_n) = \sum_{N=1}^n (2C_N - 1) \ln \left( \frac{C_N}{1 - C_N} \right) \quad (1)$$

Поскольку полученное выражение применимо для любого метода разделения изотопов и не зависит от вида компонентов смеси, можно утверждать, что оно способно стать общей характеристикой процесса разделения многокомпонентных смесей. С точки зрения экономики данный результат важен тем, что позволит избежать спекуляций с ценообразованием на международных рынках изотопов, вызванных различием в методах вычисления стоимости разделительной продукции.

1. Dirac P. A. M. The Theory of the Separation of Isotopes by Statistical Methods // The Collected Works of P.A.M. Dirac 1924-1948. Cambridge: Cambr. Univ. Press (1995). – pp. 1003-1010.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТЕРМОСИФОНА РЕКУПЕРАТИВНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА ТЕПЛОВИЗИОННЫМ МЕТОДОМ**

Гадельшин В.М.\*, Окладной Е.Е., Гадельшин М.Ш., Долгирев Ю.Е.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: gm273@mail.ru

В решении задач повышения энергетической эффективности отечественной промышленности перспективным энергосберегающим мероприятием является внедрение и применение систем рекуперации тепла на производстве. В системах рекуперативного теплообмена для утилизации теплоты вторичных энерго-ресурсов с успехом применяются термосифоны с промежуточным теплоносителем. Важным преимуществом их применения является то, что разгерметизация