

# ДИФФУЗИЯ ИЗОТОПОВ И УСТОЙЧИВОСТЬ ЙОДНО-КСЕНОНОВЫХ КОЛЕБАНИЙ В ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРАХ

Якушкин Н.А.

Обнинский филиал НИЯУ МИФИ.

249035 г. Обнинск, студгородок 1. Тел (48439)3-69-31. Email: [ykush@mail.ru](mailto:ykush@mail.ru)

Простейшая, сохраняющая в себе основные качественные аспекты, модель йодно-ксеноновых колебаний в ядерных энергетических установках (ЯЭУ) представляет собой систему нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений[1]:

$$\frac{dx}{dt} = f(x, y) = \frac{b(1+ax) + ky}{k+1} - x(1+b(1+ax)); \quad \frac{dy}{dt} = g(x, y) = l(1+ax) - y, \quad (1)$$

где  $a \in [-10; -0.75]$ ,  $b \in [0; 10]$  - параметры,  $k \approx 23.8$ ,  $l \approx 1.74$  - коэффициенты,  $x(t)$ ,  $y(t)$  - точечные концентрации йода-131 и ксенона-131. Неподвижная точка системы (1):

$$x_0 = \frac{\sqrt{4ab^2 + (1+b(1-a))^2} - (1+b(1-a))}{2ab}; \quad y_0 = b(1+ax_0),$$

соответствует положительным постоянным концентрациям йода и ксенона.  $s(a)$  - граница области устойчивости точки  $(x_0, y_0)$ , такая что данная точка устойчива при  $a \leq s(a)$  и неустойчива при  $a > s(a)$ . Потеря устойчивости при  $a = s(a)$  мягкая.

В данной работе рассматривается усложненная версия модели (1), в которой также рассмотрена диффузия йода и ксенона вдоль гипотетической однородной активной зоны, представляющей собой окружность  $\mathfrak{R}$  единичной длины. На окружности  $\mathfrak{R}$  вводится координата  $\xi$ . Произвольные точки  $v_1, v_2 \in \mathfrak{R}$ , с координатами  $\xi$ ,  $\xi + 1$  соответственно, отождествляются. Пусть  $u(\xi, t)$ ,  $v(\xi, t)$  - концентрации йода и ксенона в точке с координатой  $\xi$  в момент времени  $t$ . Тогда, исследуемая модель, представляющая собой систему уравнений в частных производных типа «реакция-диффузия» имеет вид:

$$\frac{du}{dt} = \alpha \frac{\partial^2 u}{\partial \xi^2} + f(u, v); \quad \frac{dv}{dt} = \beta \frac{\partial^2 v}{\partial \xi^2} + g(u, v), \quad (2)$$

где  $\alpha, \beta$  - коэффициенты диффузии йода и ксенона соответственно. Для некоторых пар значений коэффициентов  $\alpha, \beta$  были построены границы областей устойчивости  $\sigma_{\alpha, \beta}(a)$  решений системы (2), такие, что при фиксированных значениях  $\alpha, \beta$  решения системы (2) устойчивы, при  $a < \sigma_{\alpha, \beta}(a)$  и неустойчивы при  $a > \sigma_{\alpha, \beta}(a)$ .

Основной результат состоит в том, что при  $\alpha, \beta \in (0; 0.02]$  справедливо неравенство:  $s(a) < \sigma_{\alpha, \beta}(a)$ . Таким образом, можно предположить, что наличие диффузии йода и ксенона по пространству активной зоны расширяет область устойчивости йодно-ксеноновых колебаний и увеличивает надежность ЯЭУ.

## Литература

1. Рябов Н.А., Семенов А.А. Исследование точечной модели ксеноновых колебаний//Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика 2006 №2, с.66-73