

НАЧАЛЬНАЯ ПЛОТНОСТЬ ИОНИЗАЦИИ, СОЗДАВАЕМАЯ ТЯЖЕЛЫМИ ЗАРЯЖЕННЫМИ ЧАСТИЦАМИ В РАБОЧЕМ ОБЪЕМЕ ИОНИЗАЦИОННОЙ КАМЕРЫ

Хрущинский А.А.¹, Кутень С.А.¹, Бабичев Л.Ф.²

¹*Институт ядерных проблем БГУ, Минск, Беларусь,*

²*ГНУ «Объединенный институт ядерных и энергетических исследований –
Сосны» НАНБ, Минск, Беларусь,
kut@inp.bsu.by*

В целях непрерывного контроля мощности реактора по нейтронному потоку и для исследования характеристик нейтронного поля применяют ионизационные камеры, нейтроно-чувствительные элементы которых содержат бор, гелий или делящиеся нуклиды. В водо-водяных реакторах типа ВВЭР основным способом оперативного контроля уровня мощности является измерение нейтронного потока с использованием боковых ионизационных камер, размещенных в каналах бетонной шахты реактора. Для внутриреакторных исследований миниатюрные ионизационные камеры располагают в узких каналах в различных частях активной зоны реактора. Для этой цели обычно используют камеры деления.

Для расчета характеристик таких камер, работающих в токовом режиме или в режиме Campbell mode, или их моделирования с помощью методов Монте-Карло необходимо знать начальную плотность ионизации $n(x)=dN/dV$ внутри рабочего объема камеры V . Эта величина входит в уравнения переноса электронов и ионов как функция источника и, следовательно, наряду с граничными условиями, определяет распределение электрического поля внутри чувствительного объема и выходные токи прибора. Несмотря на кажущуюся простоту задачи, в литературе бытует много как приближенных формул с неизвестной точностью приближения [1], так и неправильных [2]. В данной работе выведена точная формула начальной плотности ионизации для плоской и цилиндрической геометрии и приведено сравнение с другими результатами.

Для цилиндрической камеры начальная плотность ионизации определяется выражением вида:

$$n(x) = \frac{dN}{dV} = \frac{N_{fst}}{2\pi} \rho \int_{-\varphi}^{\varphi} d\varphi \int_{-z(\varphi)}^{z(\varphi)} \frac{(x \cos \varphi - \rho) X(\vec{s})}{(\rho^2 - 2\rho x \cos \varphi + x^2 + z^2)^{3/2}} dz, \quad (1)$$

$$\varphi = \arccos\left(\frac{\rho}{x}\right), \quad z(\varphi) = \sqrt{l^2 - (\rho^2 - 2\rho x \cos \varphi + x^2)},$$

где N_{fst} – поверхностная плотность излучения тяжелых частиц из радиатора в чувствительный объем камеры, $X(s)$ – плотность ионизации в треке, s – расстояние от точки старта до точки наблюдения, x – высота точки наблюдения над радиатором, l – длина свободного пробега, ρ – радиус радиатора, z – координата вдоль оси цилиндрической камеры.

1. O. Poujade, A. Lebrun, NIM A 433 673–682 (1999).
2. S. Chabod, G. Fioni, A. Letourneau, F. Marie, “Modelling of Fission Chambers in Current Mode – Analytical Approach”, NIM, A 566, 2, 633–653 (2006).