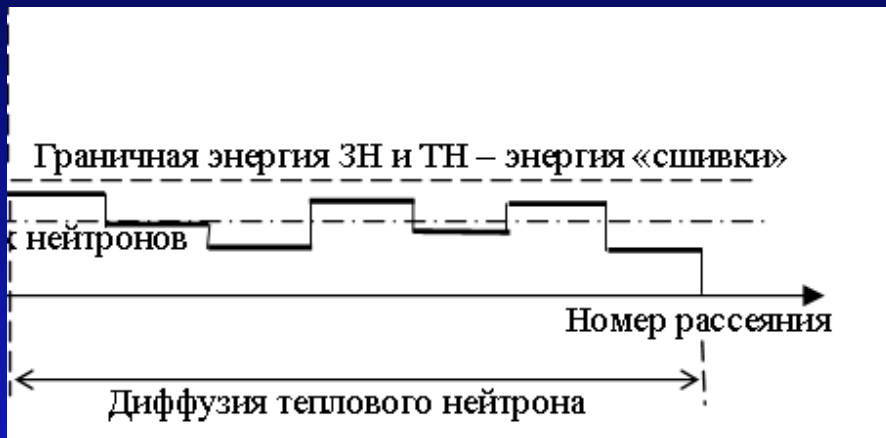




ДИФФУЗИЯ НЕЙТРОНОВ В РЕАКТОРЕ

Диффузия тепловых нейтронов

- Диффузия тепловых нейтронов - процесс пространственного их перемещения в среде активной зоны реактора



- Величина кинетической энергии тепловых нейтронов слабо колеблется от рассеяния к рассеянию около среднего значения
- У подавляющего большинства ядер микроскопические сечения поглощения тепловых нейтронов существенно больше, чем сечения поглощения нейтронов любых других энергий

Нейтронный газ и его температура

Нейтронный газ - совокупность тепловых нейтронов в среде

Наиболее вероятная энергия тепловых нейтронов

$$E_{нв} = kT_n$$

T_n всегда выше температуры среды

Особенности диффузии нейтронов:

- обмен кинетическими энергиями между тепловыми нейтронами происходит через посредство ядер среды, которые рассеивают нейтроны в процессе диффузии;
- при диффузии тепловых нейтронов в реальных средах происходит непрерывное их поглощение.

Закон диффузии тепловых нейтронов

Закон Фика для диффузии тепловых нейтронов:

$$\vec{I}(\vec{r}) = -D^* \cdot \nabla n(\vec{r}) = -D^* \text{grad } n(\vec{r})$$

где: D^* - коэффициент диффузии.

В теории реакторов в силу большего удобства закон Фика записывают через градиент плотности потока тепловых нейтронов ($\text{grad } \Phi$):

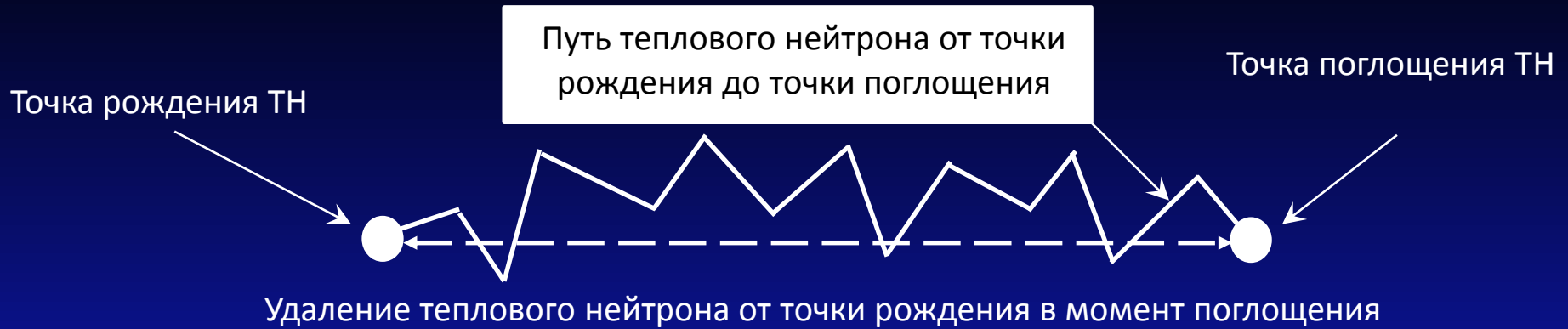
$$\vec{I}(\vec{r}) = -D^* \nabla n(\vec{r}) = -\frac{D^*}{v} \nabla [v \cdot n(\vec{r})] = -D \cdot \nabla \Phi(\vec{r})$$

Величина D определяется рассеивающими свойствами среды.

В развёрнутом виде закон диффузии тепловых нейтронов выглядит так:

$$I(\vec{r}) = -\frac{1}{3\Sigma_{tr}} \nabla \Phi(\vec{r})$$

Время диффузии тепловых нейтронов



Время, за которое тепловой нейтрон проходит средний путь до поглощения:

$$t_{\text{д}} = \lambda_a / v = 1 / \Sigma_a v$$

Время диффузии :

- В воде: $t_{\text{д}} \approx 2,3 \cdot 10^{-4}$ с;
- В графите $t_{\text{д}} \approx 0,015$ с;
- В топливной композиции UO_2 плотностью $\gamma = 10$ г/см³ при обогащении $x = 2$: $t_{\text{д}} \approx 1,26 \cdot 10^{-5}$ с.

Чем больше поглощающих материалов в активной зоне, тем меньше $t_{\text{д}}$, тем меньше среднее время жизни поколения нейтронов в реакторе.

Длина диффузии

Квадрат длины диффузии тепловых нейтронов в среде - шестая часть среднего квадрата удаления теплового нейтрона в момент его поглощения от точки его рождения в этой среде.

$$L^2 = (1/6) l_T^2 ,$$

l_T^2 – ср. квадрат пространственного смещения нейтрона при диффузии.

$$l_T^2 = 2 / \Sigma_a \Sigma_{tr}$$

Длина диффузии L характеризует способность среды давать пространственное смещение нейтрона

Чем выше L , тем больше направленное удаление теплового нейтрона от места его рождения до места поглощения, и тем большую толщину слоя этого вещества могут пронизать тепловые нейтроны до их поглощения

Длина диффузии

Стандартная длина диффузии для некоторых веществ в нормальных условиях:

- вода (H_2O) $L_0 = 2,714$ см;
- графит (C) $L_0 = 51,2$ см;
- бериллий (Be) $L_0 = 22,1$ см;
- оксид бериллия (BeO) $L_0 = 30$ см;
- тяжёлая вода (D_2O) $L_0 = 171$ см.

Продолжение следует...

