

Величина $\mathcal{L} = \sqrt{\frac{\lambda_r \lambda_c}{3}}$ наз. длиной диффузии и равна ср. расстоянию, к-рое проходит тепловой нейтрон в данном направлении от момента его образования до поглощения. Необходимые граничные условия устанавливаются для каждого конкретного случая. Для тех областей, где $K_\infty < 1$, решение одномерной задачи даёт экспоненц. зависимость n (и Φ) от x , для $K_\infty = 1$ — линейную, для $K_\infty > 1$ — синусоидальную.

Диффузионное приближение даёт заметную погрешность лишь для участков среды с резко меняющимися свойствами, а также вблизи сосредоточенных источников или поглотителей нейтронов. Само понятие диффузии имеет смысл только для несильно поглощающих сред, когда $\sigma_c \ll \sigma_s$.

Осн. ядерно-физ. параметры существенно зависят от энергии нейтронов, причём зависимости эти различные. Поэтому часто используется многогрупповой подход, в к-ром составляется система ур-ний диффузии для отдельных, примыкающих друг к другу энергетич. интервалов. Для каждого интервала берутся свои параметры, отвечающие соответствующим ср. значениям. Уход нейтронов в др. интервалы за счёт упругого и неупругого рассеяний учитывается как поглощение, приход — как вклад от независимых источников.

Для расчёта тепловых Я. р. многогрупповой подход оказывается громоздким и затруднительным. Можно использовать более простой диффузионно-возрастной метод, в к-ром рассматриваются всего две группы нейтронов: замедляющиеся и тепловые. Распространение замедляющихся нейтронов описывается теорией возраста нейтронов. При этом считается, что энергия нейтронов в процессе упругого замедления изменяется непрерывно (что неприемлемо в случае наиб. сильных замедлителей, содержащих водород и дейтерий). Из рассмотрения баланса нейтронов в процессе непрерывного замедления следует:

$$\Delta S = \frac{\partial S}{\partial \tau},$$

где $S = \xi \Phi E / \lambda_s$ — плотн. замедления (число нейтронов в единичном объёме, пересекающих уровень энергии E в единицу времени). Величина

$$\tau = \frac{\mathcal{L}^2}{\xi} \ln \frac{E_0}{E}$$

наз. возрастом нейтронов, связана с временем замедления от нач. энергии E_0 до E (хотя сама и не имеет размерности времени). Ср. расстояние, на к-рое уходит нейтрон в данном направлении в процессе замедления (от энергии деления до тепловой), наз. длиной замедления $\mathcal{L}_m = \sqrt{6\tau_0}$ (τ_0 — возраст теплового нейтрона). В табл. 7 приводятся значения длин замедления и диффузии для применяемых замедлителей.

Табл. 7.

Вещество	H ₂ O	D ₂ O	Be	C
\mathcal{L}_m , см	5,7	11,0	9,9	18,7
\mathcal{L} , см	2,9	100	24	50

Из-за утечки наружу плотности нейтронов спадает по направлению к границам активной зоны Я. р. В результате возникает неоднородность тепловыделения, характеризующаяся коэф. неравномерности, равным отношению макс. плотности тепловыделения к средней (в целом по объёму активной зоны). С целью выравнивания тепловыделения применяют топливо разл. обогащения, повышая его к краям. Там, где важно иметь одинаковую темп-ру на выходе, прибегают к профилированию потока теплоносителя, уменьшая его к периферии.

Кинетика и управление Я. р. При решении нестационарных задач реакторной физики в большинстве случаев можно исходить из того, что пространственное распределение нейтронов практически не меняется со временем и, следовательно, временную зависимость мощности можно находить для реактора в целом (точечная модель Я. р.). Осн. параметром, определяющим ход мощности, служит реактивность

$$\rho = \frac{K_{eff} - 1}{K_{eff}}$$

При $\rho = 0$ состояние стационарно. Каждому значению ρ отвечает определ. скорость изменения мощности с характерным временем T (т. н. периодом реактора), устанавливающаяся после некоего переходного этапа. При $\rho < 0$ мощность снижается, при $\rho > 0$ — растёт.

Если $|\rho| \ll \beta$, то период реактора определяется практически только запаздывающими нейтронами и оказывается достаточно большим, чтобы обеспечить удобное и безопасное регулирование цепной реакции. С увеличением положит. реактивности период реактора быстро уменьшается. При $\rho > \beta$ период реактора почти полностью определяется временем жизни мгновенных нейтронов T_0 и уже не зависит от временных параметров запаздывающих нейтронов:

$$T \approx \frac{T_0}{\rho - \beta}$$

Если ρ заметно превосходит β , то будет иметь место недопустимо быстрый (аварийный) разгон Я. р. на мгновенных нейтронах.

В процессе работы Я. р. происходят внутр. изменения реактивности — относительно быстрые, связанные с изменением темп-ры Я. р. в переходных режимах, и сравнительно медленные, обусловленные изменением состава активной зоны за счёт выгорания ядерного горючего и накопления осколков. Температурный эффект реактивности определяется разл. влиянием темп-ры на вероятности элементарных процессов (деление, захват нейтронов) и, как следствие, на величину K_∞ , а также изменением утечки нейтронов из-за термич. деформации компонент и всей активной зоны в целом. Количественно этот эффект характеризуется мощностным коэф. реактивности, к-рый равен изменению реактивности при изменении мощности на единицу, а также температурным коэф. реактивности, равным отношению изменения реактивности к темп-ре теплоносителя (при пост. мощности).

Из-за конечных теплопроводности и теплоёмкости изменения темп-ры в разных частях и элементах активной зоны происходят с разной скоростью. Соответственно коэф. реактивности состоят из компонент в общем случае разл. величины, а также знака, с разными периодами установления. Наиб. быстрая компонента обусловлена нагреванием топлива, при к-ром за счёт т. н. доплеровского уширения резонансов происходит перераспределение парциальных сечений взаимодействия нейтронов с ядрами реакторных материалов. Значения коэффициентов реактивности изменяются с мощностью, а также в процессе выгорания горючего. Порядок величины асимптотич. коэффициентов реактивности: мощностного — 10^{-5} МВт⁻¹, температурного — 10^{-5} К⁻¹.

Влияние темп-ры и мощности на реактивность означает наличие в Я. р. внутр. обратной связи. В большинстве случаев эта обратная связь отрицательна, что способствует стабильности Я. р. в аварийных ситуациях, в т. ч. при выходе системы управления из строя. На величину этой обратной связи можно влиять соответствующими конструктивными мерами. Правила ядерной безопасности устанавливают жёсткие требования к параметрам внутр. устойчивости Я. р.

Связанные с накоплением осколков эффекты влияния на реактивность — отравление и шлакование. Отравление имеет место только в тепловых Я. р. и обусловлено в первую очередь образованием ¹³⁵Xe (с выходом 6—7% на акт