

О замедлении нейтронов в водородсодержащей среде

Ю. А. ПЛАТОВСКИХ

УДК 539.125.523.5

Получены уравнения замедления нейтронов в водородсодержащей среде, отличающиеся от известных уравнений Гертцеля — Грейлинга и Гертцеля — Селенгута. В качестве исходного уравнения для фурье-образа нейтронного потока $\Phi(k, u)$ (k — параметр преобразования Фурье) используется уравнение в диффузионном приближении для среды, содержащей водород и тяжелый элемент. Первое уравнение получается путем дифференцирования исходного уравнения по летаргии u и последующего разложения $\Phi(u - \xi)$ (ξ — максимальное увеличение летаргии при столкновении) в ряд Тейлора в точке u . Если в разложении оставить два члена, то получим следующее уравнение:

$$\frac{d}{du} [(\Sigma_t + k^2 D) \Phi] + (\Sigma_a + k^2 D) \Phi = S + \frac{dS}{du}, \quad (1)$$

где D — коэффициент диффузии; $S = S(u)$ — спектр источника; $\Sigma_t = \Sigma_a + \Sigma_H + \xi \Sigma_A$ (Σ_H и Σ_A — сечения рассеяния водорода и тяжелого элемента, ξ — среднее увеличение летаргии при столкновении).

Другое уравнение найдено при помощи приближенной функции Грина для бесконечной среды без поглощения. Эта функция включает выражение для нейтронов первого пробега и асимптотическую часть. Уравнение имеет вид

$$\frac{d}{du} [\bar{\xi} (k^2 D + \Sigma) \Phi] + (\Sigma_a + k^2 D) \Phi = S + \frac{d}{du} \bar{\xi} S, \quad (2)$$

где

$$\bar{\xi} = \frac{\Sigma_H + \xi \Sigma_A}{\Sigma_s}, \quad \Sigma_s = \Sigma_H + \Sigma_A.$$

Выражение (2) приводит к следующей формуле для возраста нейтронов:

$$\tau(u) = \int_{-\infty}^u S(u') \frac{D(u') du'}{\Sigma(u')} + \frac{D(u)}{\Sigma(u)} + \int_{-\infty}^u S(u') du' \int_u^{\infty} \frac{D(u'') du''}{\bar{\xi}(u'') \Sigma(u'')}, \quad (3)$$

а уравнение (1) — к другим поправкам на первый и последний пробеги нейтронов. Результаты расчета возраста нейтронов до индиевого резонанса представлены в таблице.

Как видно из таблицы, уравнение (2) [формула (3)] дает хорошее согласие с методом моментов и экспериментом, в то время как уравнение (1) непригодно для расче-

Возраст нейтронов до индиевого резонанса

Метод расчета	Be	C	H ₂ O	Литература
Метод моментов	80,0	318,4	26,0	[1]
Метод Гертцеля — Селенгута	74,6	304,1	30,9	[2]
Уравнение (2)	80,7	322,2	26,0	—
Уравнение (1)	101,2	402,8	—	—
Метод Гертцеля — Грейлинга	79,1	316,5	28,3	—
Эксперимент	80,0 ± 2,0	311,0 ± 3,0	26,5 ± 0,3	[1, 2]

тов возраста нейтронов. Расчеты показывают, что уравнение (2) приводит к лучшим результатам для вероятности избежать утечки в случае H₂O, чем метод Гертцеля — Селенгута. На больших расстояниях от плоского источника пространственно-энергетическое распределение нейтронов $\phi_0(x, u)$, которое получается из уравнений (2) и (1), близко по форме к строгим решениям, найденным Виком. Так, если сечение рассеяния зависит от летаргии, то решение уравнений (1) и (2) имеет вид

$$\phi_0(x, u) = G(u) |x|^a \exp(-\Sigma^* |x|),$$

где a — постоянная, зависящая от скорости изменения Σ с летаргией; Σ^* отличается множителем от Σ .

Анализ полученных решений показывает, что уравнение (1) лучше описывает замедление нейтронов на больших расстояниях от источника, чем другие диффузионные уравнения.

(№ 115/3245. Статья поступила в Редакцию 17/III 1965 г., аннотация — 1/IX 1966 г. Полный текст 0,75 а. л., 1 рис., 1 табл., библиография 7 названий.)

ЛИТЕРАТУРА

- В. П. Кочергин, В. В. Орлов. «Атомная энергия», 6, 34 (1959).
- R. P a s c h a l l. Trans. Amer. Nucl. Soc., 6, No. 2 (1963).