

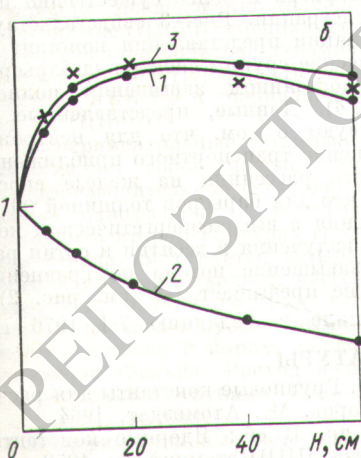
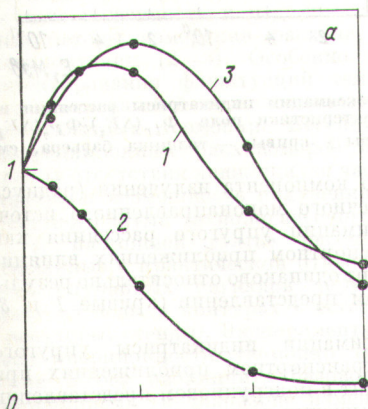
УДК 539.125.523.348

Влияние аппроксимации индикатрисы рассеяния и представления констант на результаты расчета характеристик поля за барьером из железа

ПЕКАРСКИЙ Г. Ш., КАЦМАН Ю. Я., КУЧЕР Г. А.

Уравнение переноса нейтронов через одномерный барьер для точечного мононаправленного источника ($\theta_0 = 0$) спектра деления решалось на ЭВМ М-222 методом Монте-Карло. Были рассчитаны дифференциальные по энергии характеристики поля излучения, прошедшего через площадки радиуса R в плоскости $Z = H$:

$$\Phi(\Delta E) = \int_{\Delta E} F(E, x, y, Z=H) dE; \quad (1)$$

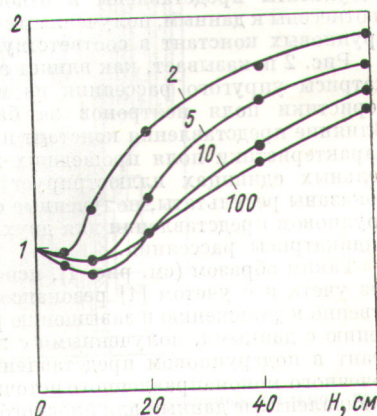


Р и с. 1. Влияние представления констант на поток нейтронов за барьером из железа при $R = 2$ (а) и 100 (б) см (на всех рисунках по оси ординат отложены отношения соответствующих потоков, отн. ед.):

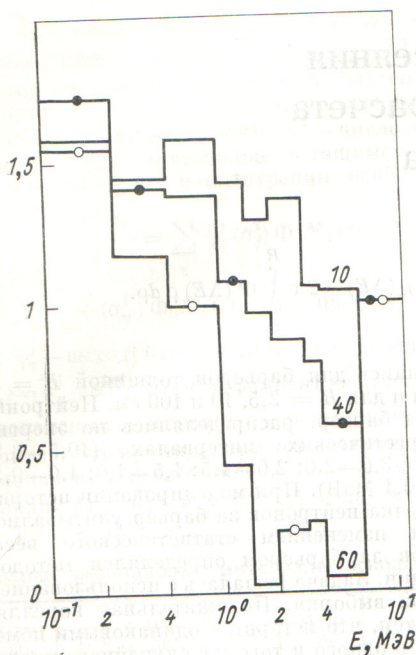
1 — $N_{\text{рез}}(P_7)/N_{\text{подгр}}(P_7)$; 2 — $N_{\text{гр}}(P_7)/N_{\text{подгр}}(P_7)$; 3 — $N_{\text{рез}}(tr)/N_{\text{подгр}}(tr)$

$$N_R(\Delta E) = 2\pi \int_0^R \Phi(\Delta E) \rho dr. \quad (2)$$

Расчеты проводились для барьеров толщиной $H = 5, 10, 20, 40$ и 60 см и для $R = 2, 5, 10$ и 100 см. Нейтроны, прошедшие через барьер, распределялись по энергии в девяти энергетических интервалах (10,5—6,5; 6,5—4,0; 4,0—3,0; 3,0—2,0; 2,0—1,5; 1,5—1,0; 1,0—0,5; 0,5—0,25; 0,25—0,1 МэВ). При моделировании истории поглощение и утечка нейтронов за барьер учитывались соответствующим изменением статистического веса. Спектр нейтронов за барьером определялся методом ожидаемых величин. Задача решалась с использованием коррелированной выборки. Положительная корреляция достигалась тем, что истории с одинаковыми номерами начинались с одного и того же случайного числа, что в свою очередь обеспечивало использование на протяжении всей истории одинаковых последовательностей случайных чисел при расчетах с разными константами. Для исследования влияния точности аппроксимации индикатрисы упругого рассеяния последняя представлялась в транспортном и P_7 -приближениях. Для анализа влияния констант расчет проводился для констант без учета и с учетом резонансной блокировки сечений [1], а также для констант в подгрупповом представлении [2]. Данные об энергетической зависимости угловых моментов сечения упругого рассеяния нейтронов взяты из работы [3]. Неупругое рассеяние полагалось изотропным в лабораторной системе координат. В расчетах использовалась матрица переходов при неупругом рассеянии, взятая из работы [1].



Р и с. 2. Влияние аппроксимации индикатрисы рассеяния на интегральные характеристики поля нейтронов за барьером из железа $N_{\text{подгр}}(tr)/N_{\text{подгр}}(P_7)$ (цифры у кривых соответствуют радиусу интегрирования)



Р и с. 3. Влияние представления констант на дифференциальные характеристики поля в R -приближении $\Phi_{рез}(\Delta E_i)/\Phi_{подгр}(\Delta E_i)$ при $R = 100$ см (цифры у кривых — толщина барьера, см)

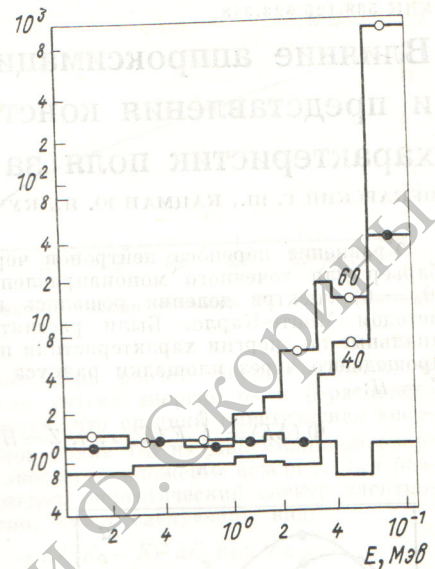
Результаты расчета. На рис. 1, а, б представлены интегральные характеристики поля прошедших нейтронов в транспортном и P_T -приближениях для трех типов констант: $N_{рез}$ — расчет с учетом резонансной блокировки сечений, $N_{подгр}$ — расчет с константами в подгрупповом представлении; $N_{гр}$ — без учета блокировки:

$$N = \int_{0,1}^{10,5} N_R(\Delta E) dE. \quad (3)$$

Результаты представлены в относительных единицах и отнесены к данным, полученным с использованием подгрупповых констант в соответствующем приближении.

Рис. 2 показывает, как влияет аппроксимация индикатрисы упругого рассеяния на интегральные характеристики поля прошедших нейтронов за барьером из железа. Влияние представления констант на дифференциальные характеристики поля прошедших нейтронов в относительных единицах иллюстрирует рис. 3. На рис. 4 показаны результаты, полученные с константами в подгрупповом представлении для двух видов приближения индикатрисы рассеяния.

Таким образом (см. рис. 1), использование констант без учета и с учетом [1] резонансов приводит соответственно к занижению и завышению результатов по сравнению с данными, полученными с использованием констант в подгрупповом представлении. Результаты для точечного мононаправленного источника при $R = 100$ см, эквивалентные данным для плоского мононаправленного источника, находятся в хорошем согласии с результатами работы [4], которые получены многогрупповым расчетом в $2D_5P_1$ -приближении (отмечено крестиками на рис. 1, б). Характер влияния представления констант существенным образом зависит от относительного



Р и с. 4. Влияние аппроксимации индикатрисы рассеяния на дифференциальные характеристики поля $\Phi_{Tr}(\Delta E_i)/\Phi_{P_T}(\Delta E_i)$ при $R = 100$ см (цифры у кривых — толщина барьера, см)

вклада нерассеянного компонента излучения (радиуса регистрации для точечного мононаправленного источника). При аппроксимации упругого рассеяния как в P_T , так и в транспортном приближениях влияние представления констант одинаково относительно результатов в подгрупповом представлении (кривые 1 и 3, рис. 1).

Влияние аппроксимации индикатрисы упругого рассеяния в P_T и транспортном приближениях при использовании констант в подгрупповом представлении свидетельствует о завышении результатов в транспортном приближении (см. рис. 2). Завышение результатов растет с толщиной барьера и более существенно при малых радиусах регистрации. Рис. 3 свидетельствует о неоднородном влиянии представления констант на различные энергетические группы спектра за барьером при относительно постоянном завышении полного потока (см. рис. 1, б). Данные, представленные на рис. 4, свидетельствуют о том, что для нейтронов с $E > 1$ МэВ применение транспортного приближения индикатрисы упругого рассеяния на железе вносит такую погрешность, что для барьеров толщиной 60 см наблюдаются завышения в высокоэнергетическом компоненте прошедшего излучения в десятки и сотни раз, хотя интегральное завышение потока по сравнению с P_T -приближением не превышает 1,7 (см. рис. 2).

Поступило в Редакцию 7/1 1976 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абагян Л. П. и др. Групповые константы для расчета ядерных реакторов. М., Атомиздат, 1964.
2. Хохлов В. Ф. и др. В сб.: Ядерные константы. Вып. 8, ч. 3. М., изд. ЦНИИАтоминформ, 1972, с. 3.
3. Базаянц Н. О. и др. В сб.: Ядерные константы. Вып. 8, ч. 1. М., изд. ЦНИИАтоминформ, 1972, с. 61.
4. Хохлов В. Ф. и др. В сб.: Ядерные константы. Вып. 8, ч. 4. М., изд. ЦНИИАтоминформ, 1972, с. 154.