

**ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ И ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ  
СЛОЕВ В КОМПОЗИЦИИ ЖЕЛЕЗО-ПОЛИЭТИЛЕН  
НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БЫСТРЫХ  
НЕЙТРОНОВ**

Г. Ш. ПЕКАРСКИЙ, Ю. Я. КАЦМАН

(Представлена научным семинаром научно-исследовательского института  
электронной микроскопии)

В работе рассчитаны спектры излучения, прошедшего через двухслойный барьер, состоящий из железа и полиэтилена с плотностями  $\rho=7,8$  г/см<sup>3</sup> и  $\rho=0,93$  г/см<sup>3</sup> соответственно. Использован точечный мононаправленный ( $\Theta_0=0^\circ$ ) источник нейтронов с энергией 3 Мэв. Толщина первого слоя барьера была неизменной и равнялась 10 см, толщина второго слоя равнялась 1, 2, 5 и 10 см. Для исследования влияния чередования слоев рассматривались 2 варианта: железо—полиэтилен и полиэтилен — железо.

Уравнение переноса нейтронов решалось методом Монте-Карло на ЭВМ «БЭСМ-4». Вывод информации производился в интервале энергий 3,0—0,1 Мэв. Программа предусматривала вывод интегрального по углам и по плоскости и дифференциального по энергиям потока быстрых нейтронов, прошедших двухслойный барьер. Задача решалась в транспортном приближении. Величины сечений взаимодействия и матрицы неупругого рассеяния нейтронов взяты из работы [1]. Неупругое рассеяние нейтронов полагалось изотропным в лабораторной системе координат; поглощение нейтронов учитывалось с помощью статистических весов. Для каждой толщины второго слоя рассчитывалось  $10^4$  траекторий. Полученные результаты, нормированные на 1 падающий нейтрон, приведены в табл. 1. На рис. 1 приведены спектры быстрых нейтронов при разных толщинах второго слоя для композиции железо—полиэтилен при неизменной толщине железа, равной 10 см. На рис. 2 приведены аналогичные результаты для композиции полиэтилен — железо при неизменной толщине полиэтилена 10 см. Приведенные результаты энергетического распределения нормированы к одинаковому потоку нейтронов в интервале энергий 3,0—2,57 Мэв. Рис. 3 иллюстрирует зависимость интегрального потока от толщины второго слоя.

Анализ полученных результатов показывает, что при расположении легкого материала за тяжелым (относительно источника) при фиксированной толщине первого слоя спектр прошедших нейтронов становится жестче с ростом толщины легкого слоя. При расположении тяжелого материала за легким наблюдается обратная картина, то есть смягчение спектра при увеличении толщины второго слоя. Интегральный поток за двухслойным барьером при малых толщинах второго слоя меньше в случае композиции полиэтилен—железо, однако на больших толщинах второго слоя наблюдаем обратное соотношение.

Полученный результат указывает на возможность контроля двухслойных композиций из тяжелого и легкого материала с помощью бы-

Энергетическое распределение потока быстрых нейтронов  
за двухслойным барьером от плоского мононаправленного источника  
с энергией 3 Мэв мощностью 1 нейтрон/см<sup>2</sup>сек

| Интервал,<br>Мэв | Толщина 2-го слоя   |        |        |        |                     |        |        |        |
|------------------|---------------------|--------|--------|--------|---------------------|--------|--------|--------|
|                  | железо — полиэтилен |        |        |        | полиэтилен — железо |        |        |        |
|                  | 10                  | 5      | 2      | 1      | 10                  | 5      | 2      | 1      |
| 3,0 — 2,57       | 0,162               | 0,309  | 0,433  | 0,506  | 0,179               | 0,4    | 0,669  | 0,772  |
| 2,57 — 2,0       | 0,0223              | 0,0393 | 0,0464 | 0,0510 | 0,0269              | 0,0435 | 0,0651 | 0,0565 |
| 2,0 — 1,56       | 0,0235              | 0,0793 | 0,0563 | 0,0615 | 0,0433              | 0,0622 | 0,0659 | 0,0699 |
| 1,56 — 1,21      | 0,0242              | 0,0483 | 0,0792 | 0,102  | 0,0668              | 0,0682 | 0,0692 | 0,0654 |
| 1,21 — 0,95      | 0,0303              | 0,0695 | 0,134  | 0,176  | 0,126               | 0,115  | 0,0985 | 0,0735 |
| 0,95 — 0,74      | 0,0302              | 0,0826 | 0,181  | 0,270  | 0,134               | 0,131  | 0,0867 | 0,0888 |
| 0,74 — 0,57      | 0,0373              | 0,106  | 0,271  | 0,349  | 0,232               | 0,182  | 0,112  | 0,0786 |
| 0,57 — 0,45      | 0,0297              | 0,111  | 0,238  | 0,323  | 0,180               | 0,222  | 0,127  | 0,0999 |
| 0,45 — 0,35      | 0,0259              | 0,104  | 0,219  | 0,253  | 0,169               | 0,123  | 0,0806 | 0,0827 |
| 0,35 — 0,27      | 0,0282              | 0,105  | 0,243  | 0,376  | 0,273               | 0,188  | 0,0670 | 0,0661 |
| 0,27 — 0,21      | 0,0225              | 0,104  | 0,258  | 0,369  | 0,307               | 0,130  | 0,0933 | 0,0847 |
| 0,21 — 0,16      | 0,0380              | 0,118  | 0,207  | 0,267  | 0,147               | 0,0901 | 0,0988 | 0,0607 |
| 0,16 — 0,13      | 0,0211              | 0,0572 | 0,211  | 0,286  | 0,153               | 0,118  | 0,0890 | 0,0841 |
| 0,13 — 0,1       | 0,0326              | 0,0831 | 0,254  | 0,341  | 0,246               | 0,222  | 0,0915 | 0,225  |

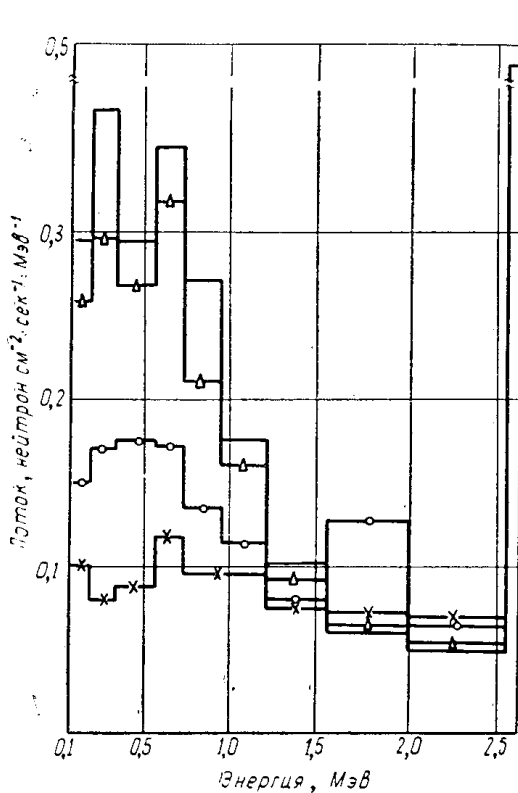


Рис. 1. Энергетическое распределение потока нейтронов, прошедших через двухслойный барьер железо — полиэтилен. Толщина железа 10 см. Толщина полиэтилена «—» 1 см, «—△—» 2 см, «—○—» 5 см, «—×—» 10 см.

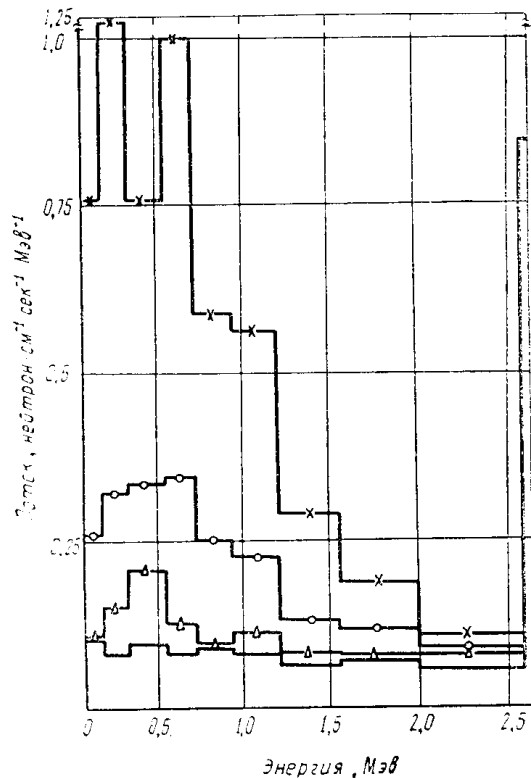


Рис. 2. Энергетическое распределение потока нейтронов, прошедших через двухслойный барьер полиэтилен — железо. Толщина полиэтилена 10 см. Толщина железа «—» 1 см, «—△—» 2 см, «—○—» 5 см, «—×—» 10 см.

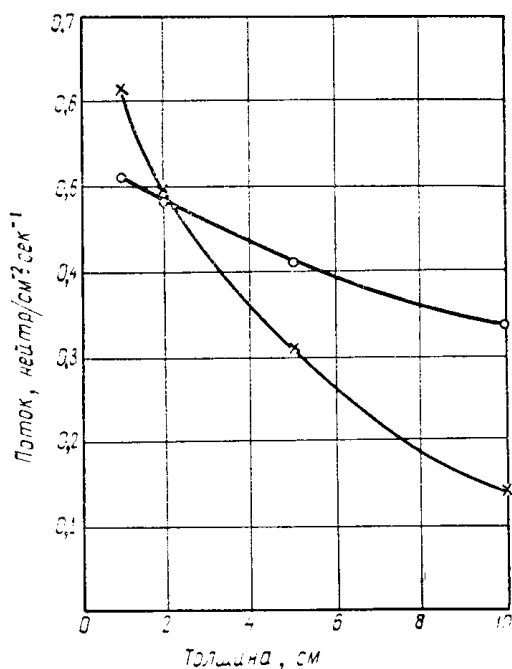


Рис. 3. Зависимость интегрального потока нейтронов от толщины второго слоя при неизменной толщине первого слоя, равной 10 см. X — железо — полиэтилен, O — полиэтилен — железо.

стрых нейтронов при избирательной чувствительности к изменению толщины легкого слоя. Из полученных результатов следует также, что для получения максимальной избирательной чувствительности к изменению толщины легкого материала за тяжелыми металлами диапазон регистрации прошедшего излучения должен быть ограничен сверху энергией 1,2 Мэв, так как именно в диапазоне энергий 0,1÷1,2 Мэв наблюдается максимальное влияние толщины легкого слоя на прошедший поток быстрых нейтронов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Б. Р. Бергельсон и др. Многогрупповые методы расчета защиты от нейтронов. М., Атомиздат, 1970.