

с 349 в

с - 958

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

6/1 - 66.

P-2479



Б.С. Сычев, В.В. Мальков, М.М. Комочков,
Л.Н. Зайцев

ПРОХОЖДЕНИЕ НЕЙТРОНОВ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ
В ТЯЖЕЛОМ БЕТОНЕ

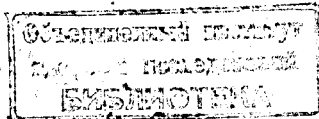
Ат. Энергия, 1966, т 20, в 4, с 355

P-2479

Б.С. Сычев, В.В. Мальков, М.М. Комочков,
Л.Н. Зайцев

ПРОХОЖДЕНИЕ НЕЙТРОНОВ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ
В ТЯЖЕЛОМ БЕТОНЕ

Направлено в журнал "Атомная энергия"



38271, 38

В настоящей работе исследовалось распределение потоков нейтронов различных энергетических групп в защите из тяжелого бетона с различным содержанием водорода. Эксперименты проводились на нейтронных пучках синхроциклотрона ОИЯИ. Описание экспериментальной установки в зале синхроциклотрона и методика исследования приведены в работах ^{1,2/}.

Защита моделировалась набором плит, толщиной 53 мм каждая, из тяжелого (гематитового) бетона, химический состав которого приведен в таблице 1. Изменение содержания водорода в защите производилось путем раздвижки плит, помещенных в бак с водой ^{х)}. Содержание водорода в плитах составляло 0,35 вес. %.

Экспериментальные данные, характеризующие ослабление потоков нейтронов различных энергетических групп, представлены на рис. 1 ^{xx)}. В таблице 2 приведены значения длин ослабления потоков нейтронов высоких энергий в исследованном бетоне на толщине от 1500 до 5000 кг/м². Там же приведены рассчитанные значения λ/λ_{in} , где λ_{in} — длина неупругого взаимодействия с ядрами нейтронов высоких энергий ($E > 100$ Мэв).

Исходя из данных таблицы 2 и работ ^{1-3/}, можно заключить, что ослабление в защите потоков нейтронов с энергией в несколько сотен Мэв характеризуется длиной релаксации λ , определяемой следующим соотношением:

$$\lambda = (1,3 \pm 0,1) \lambda_{in}.$$

Потоки замедляющихся нейтронов ($E < 20$ Мэв) ослабляются с теми же длинами релаксации, что и потоки нейтронов высоких энергий ($E > 20$ Мэв). Отношение потока быстрых нейтронов (2-20 Мэв) к потоку нейтронов высоких энергий (фактор накопления) не зависит от количества водорода в бетоне (в исследованных пределах) и равно $\approx 0,7$.

Экспериментальные значения факторов накопления потоков нейтронов индиевого резонанса ($E = 1,44$ эв) согласуются в пределах 10-15% с расчетными значениями, вычисленными по методике, изложенной в работе ^{2/}. В таблице 3 приведены расчетные

х) Во избежание проникновения в бетон воды из бака плиты покрывались эпоксидной смолой.

xx) Энергия протонов, бомбардирующих мишень, $E_p = 350$ Мэв.

значения дозового (B_d) и потокового (B_n) факторов накопления промежуточных нейтронов. Используя данные таблицы 3, можно показать, что при изменении количества водорода в бетоне в пределах технологического содержания (от 0,2 до 0,8 вес.%), толщина защиты уменьшается всего на 25-30 см.

Л и т е р а т у р а

1. Л.Н.Зайцев и др. "Атомная энергия", 12, 525 (1962).
2. Б.С.Сычев и др. Препринт ОИЯИ, Р-2359, Дубна 1965.
3. М.М.Комочков, Б.С.Сычев. "Атомная энергия", 15, 325 (1963).

Рукопись поступила в издательский отдел
30 ноября 1965 г.

Т а б л и ц а 1
Химический состав бетона, кг/м³

Плотность бетона, кг/ м ³	Э л е м е н т ы									
	H	C	O	Na	Mg	Al	Si	Ca	Fe	проч.
3480	0,35	0,55	34,7	0,9	0,9	0,7	2,8	4,3	54,0	1,0

Т а б л и ц а 2

Экспериментальные значения длины ослабления λ , кг/м²

	Энергия протонов, бомбардирующих мишень из Be, Мэв				
	170	250	350	480	660
λ	1250 \pm 45	1350 \pm 45	1520 \pm 45	1680 \pm 54	1620 \pm 54
λ/λ_{in}	1,05 \pm 0,04	1,14 \pm 0,03	1,28 \pm 0,03	1,42 \pm 0,03	1,37 \pm 0,03

Т а б л и ц а 3

Расчетные значения факторов накопления промежуточных нейтронов^{x)}

Факторы накопления	Количество водорода в бетоне, вес. %					
	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8
(B_d)	5,0	3,5	1,7	1,0	0,8	0,6
(B_n)	65	35	17	9,0	6,5	5,0

Примечание: x) Начальная энергия промежуточных нейтронов $E_0 = 1,5$ Мэв; среднее число нейтронов испарения из возбужденных ядер элементов бетона $\nu = 1,9$.

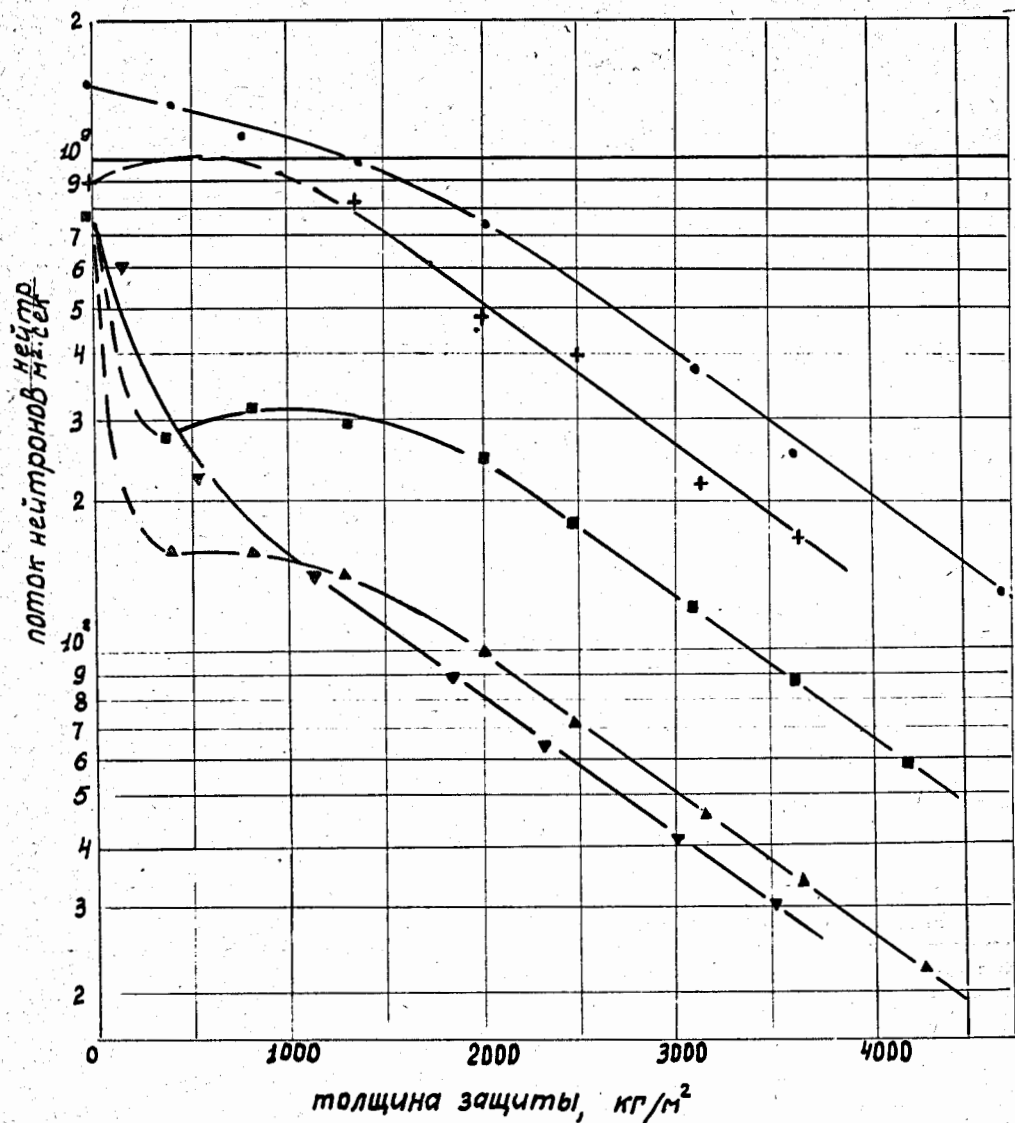


Рис. 1. Распределение потоков нейтронов различных энергетических групп в бетоне.

- - нейтроны высоких энергий ($E > 20$ Мэв), пороговая реакция $^{12}\text{C}(n, 2n)^{11}\text{C}$;
- + - быстрые нейтроны (2-20 Мэв), пороговая реакция $^{31}\text{P}(n, \gamma)^{31}\text{Si}$;
- - промежуточные нейтроны ($E \approx 1,44$ эв), реакция $^{115}\text{In}(n, \gamma)^{116m}\text{In}$, содержание водорода - 0,35 вес. %;
- ▲ - промежуточные нейтроны, содержание водорода - 0,7 вес. %;
- ▼ - промежуточные нейтроны, содержание водорода - 1,0 вес. %.