

С 349а

К-402

Ат. энер., 1968, т. 24,

31/III-6

в. 1, с. 69-71

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

Р9 - 3403



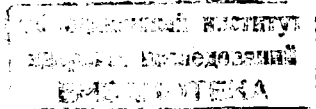
Л.Р. Кимель, М.М. Комочков, В.П. Сидорин,  
В.Н. Смирницкий, Б.С. Сычев

ИЗМЕРЕНИЕ СПЕКТРА РАССЕЯННЫХ НЕЙТРОНОВ  
В ПОМЕЩЕНИИ СИНХРОЦИКЛОТРОНА

**P9 - 3403**

**Л.Р. Кимель, М.М. Комочков, В.П. Сидорин,  
В.Н. Смирницкий, Б.С. Сычев**

**ИЗМЕРЕНИЕ СПЕКТРА РАССЕЯННЫХ НЕЙТРОНОВ  
В ПОМЕЩЕНИИ СИНХРОЦИКЛОТРОНА**



5186/1 мр.

Работа мощных ускорителей сопровождается возникновением полей рассеянного излучения. Как показано в работе <sup>/1/</sup>, рассеянное излучение можно подразделить на два вида: рассеянное излучение, прошедшее защиту, и рассеянное излучение, сформировавшееся в области самого источника излучения-ускорителя. Энергетический состав рассеянных нейтронов за защитой ускорителей довольно подробно изучен <sup>/2-5/</sup>. Информация же по рассеянному излучению, сформировавшемуся в помещениях ускорителей, весьма ограничена <sup>/6,7/</sup> и недостаточна для решения ряда задач по физике защиты от рассеянного излучения.

В данной работе с помощью ядерных эмульсий К-800 определены энергетические спектры рассеянных нейтронов в различных местах главного зала синхротрона ОИЯИ (рис. 1). Ядерные эмульсии типа "К" пригодны для регистрации нейтронов с энергией до 150-200 Мэв <sup>/8/</sup>. Перед облучением слои эмульсии К-800 разрезались на квадраты размером 5x5 см и помещались в пакеты из черной бумаги. Время облучения определялось экспериментально и составляло приблизительно 1-3 мин. Такое малое время облучения в основном обусловлено большим фоном от гамма-излучения ( $\approx 10^3$  мкр/сек) <sup>/1/</sup>. Калибровка эмульсий для определения тормозной способности проводилась по альфа-частицам ThC', средний пробег которых в "стандартной" эмульсии составляет приблизительно 48 микрон <sup>/9/</sup>. Для получения условий изотропного облучения эмульсий использовалась установка, позволяющая осуществлять вращение эмульсий <sup>/10/</sup> в 2-х взаимно-перпендикулярных плоскостях. Скорость вращения в одной из плоскостей составляла приблизительно 1000 об/мин, а в другой - 30 об/мин. Просмотр эмульсий и определение пробега протонов отдачи, образующихся в результате ( $\alpha, p$ ) - рассеяния, выполнялись на микроскопах "МБИ-6" и "Люмипан". Энергия протонов отдачи в зависимости от пробега определялась с помощью следующих формул <sup>/11/</sup>:

$$E_p = 0,0757576 (\sqrt{26,4 R_p + 62,41} - 7,9) \quad 0,0 \leq R_p < 14,5,$$

$$E_p = 0,0925926 (\sqrt{21,6 R_p + 109,69} - 9,5) \quad 14,5 \leq R_p < 39,7,$$

$$E_p = 0,013085 (\sqrt{1557,52 R_p + 4776,1} - 176,5) \quad 39,7 \leq R_p < 1114,6,$$

$$E_p = 0,251 R_p^{0,581} \quad 1114 \leq R_p,$$

где  $E_p$  выражено в Мэв, а  $R_p$  - в микронах. Для анализа в каждой эмульсии отбиралось приблизительно 1000 треков, начало и конец которых лежали в эмульсии. В полученный спектр протонов  $P(E_p)$  вводилась поправка на вылет протонов отдачи из эмульсии по формулам Ричардса<sup>/12/</sup>:

$$f = \frac{2 R_p \sin \theta_0}{T} \quad R_p \sin \theta_0 \geq T,$$

$$f = \frac{2 T}{2 T - R_p \sin \theta_0} \quad R_p \sin \theta_0 \leq T,$$

где  $\theta_0$  - угол максимального наклона измеряемых треков протонов отдачи относительно плоскости эмульсии;  $T$  - толщина эмульсии.

По полученным спектрам отдачи можно найти спектры нейтронов<sup>/11/</sup>

$$N(E_p) = - \frac{E_p}{\gamma \sigma_n(E_p)} \frac{dP(E_p)}{dE_p},$$

где  $N(E_p)$  - спектр нейтронов;  $P(E_p)$  - спектр протонов отдачи;  $\gamma$  - плотность атомов водорода в эмульсии;  $\sigma_n(E_p)$  - полное сечение реакции.

На рис. 2 приведены энергетические спектры рассеянных нейтронов в различных точках главного зала синхротрона. Полученные данные показывают, что спектры рассеянных нейтронов имеют ниспадающий вид с некоторым подъемом в области  $\approx 3$  Мэв.

Такой характер спектров можно объяснить тем фактом, что поток быстрых нейтронов в точках измерений в основном определяется потоком быстрых нейтронов, отраженных от бетонной защиты синхротрона. Известно, что альbedo

быстрых нейтронов для бетона имеет максимум при энергии падающих нейтронов  $E_0 \approx 3 \text{ Мэв}^{1/3}$ .

В таблице 1 приведены значения потоков быстрых нейтронов в абсолютных единицах, измеренные с помощью ядерных эмульсий и фосфорных пороговых детекторов<sup>1/</sup>.

Т а б л и ц а 1

плотности потоков рассеянных быстрых нейтронов в различных точках зала синхроциклотрона ОИЯИ (нейтр/см<sup>2</sup>сек)

Точки измерений (рис. 1)	Ядерные эмульсии	Пороговые детекторы
1	$(1,9 \pm 0,5) \cdot 10^4$	$(2,6 \pm 0,4) \cdot 10^4$
2	$(1,2 \pm 0,3) \cdot 10^4$	$(1,7 \pm 0,3) \cdot 10^4$
3	$(2,5 \pm 0,7) \cdot 10^4$	$(1,8 \pm 0,4) \cdot 10^4$
4	$(5,0 \pm 1,5) \cdot 10^4$	$(3,5 \pm 0,5) \cdot 10^4$

Л и т е р а т у р а

1. Л.Р. Кимель и др. Препринт ОИЯИ Р9-3402, Дубна 1967.
2. R.Sanna, K.O'Brien. Health Phys., 9, 25 (1963).
3. R.Lehman, O.Fekula. Nucleonics, 11, 35 (1964).
4. O'Brien, R.Sanna. Proceedings of the USAEC First Symposium on Accelerators of the Radiation Dosimetry and Experience, New York, November 3-5, 1965, p. 286.
5. O'Brien et al. Trans. Am. Nucl. Soc., 9, 2, 354 (1966).
6. B.G.Moyer. Phys. Sci. Scr. Rep. N26 Sector Focussed Cyclotrons Sea Island Conference 1959.
7. S.Charalambus et al. Measurements of the radiation escaping from the Synhrocyclotron. CERN DI(HP)74, April 1965.
8. К.С. Богомолов и др. Труды НИКФИ, вып. 11 (21), 58 (1957).
9. С. Пауэлл, П. Фаулер, Д. Перкинс. Исследование элементарных частиц фотографическим методом. ИЛ, 1962.

10. J.Roberts. Rev. of Sci. Instr. 28, 677 (1957).
11. R.Sanna K.O'Brien, M.Alberg, HASL-162 (1964).
12. H.T.Richards, Phys.Rev., 59,796 (1941).
13. J.C.Courtney, V.V.Verbinski, N.A.Betz, Trans. Am. Nucl. Soc., 8, 2, 647 (1965).

Рукопись поступила в издательский отдел  
21 июня 1967 г.

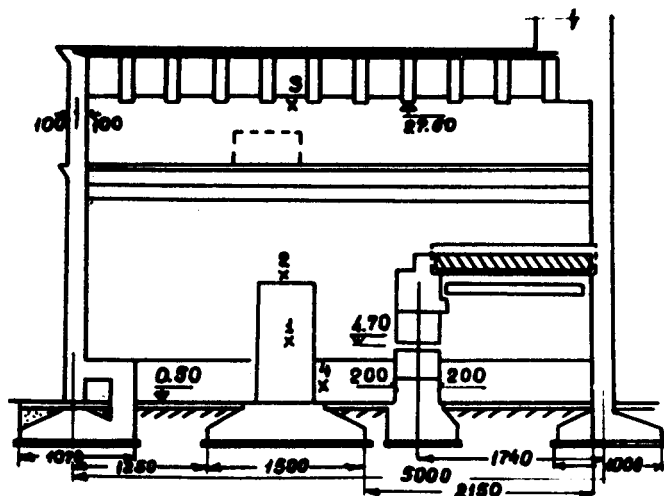


Рис. 1. Разрез здания синхротрона ОИЯИ на 660 Мэв.

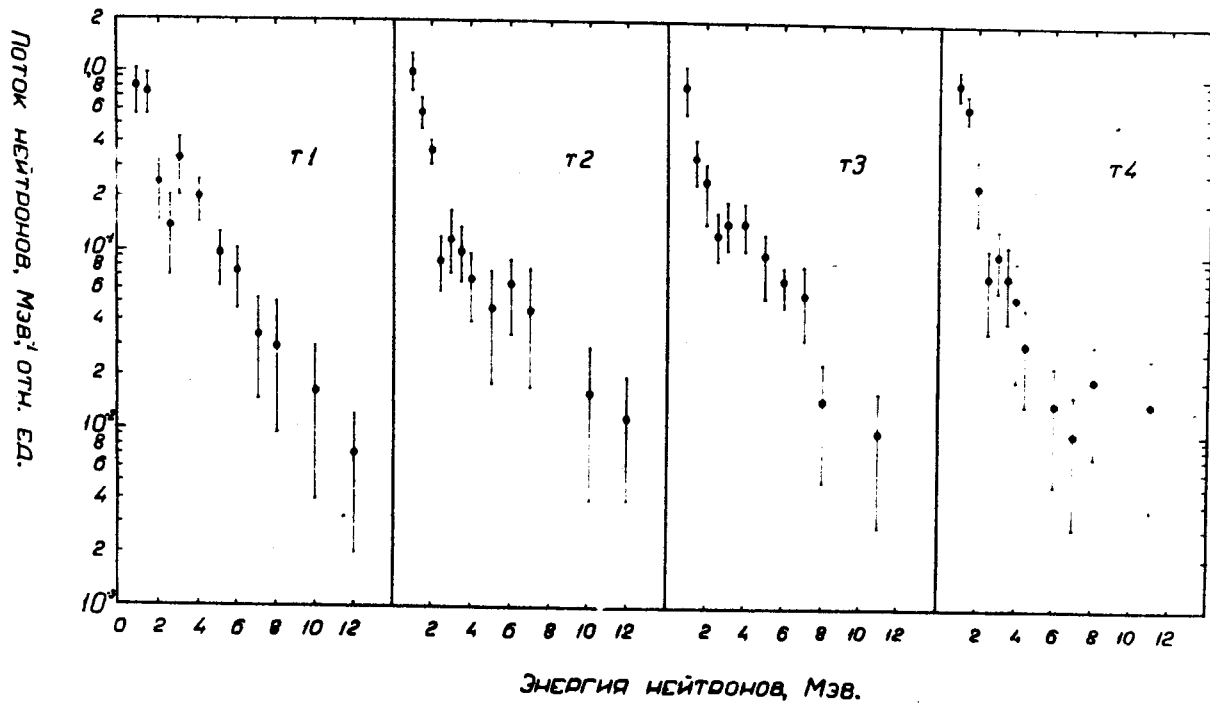


Рис. 2. Энергетические спектры рассеянных нейтронов в различных местах главного зала синхротрона ОИЯИ.