

С 345Г
А-458

+

2079/80

АЛЕЙНИКОВ, В.Е. и др.



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
Б1-16-80-157.

Б1-16-80-157

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Дубна 1980

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

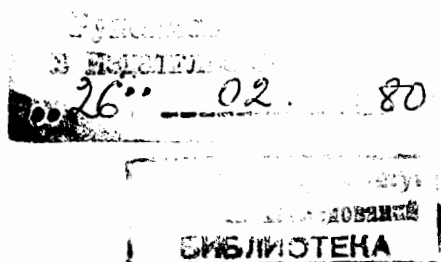
Отдел радиационной безопасности и радиационных исследований

В.Е.Алейников, М.М.Комочков, А.Р.Крылов, Г.Н.Тимошенко

51-16-80-157

245Г

ЗАРЯЖЕННЫЙ КОМПОНЕНТ НЕЙТРОННОГО ПУЧКА
СИНХРОЦИКЛОТРОНА ЛАБОРАТОРИИ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ ОИЯИ.



Дубна, 1979 г.

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
Отдел радиационной безопасности и радиационных исследований

В.Е.Алейников, М.М.Комочков, А.Р.Крылов, Г.Н.Тимошенко.

ЗАРЯЖЕННЫЙ КОМПОНЕНТ НЕЙТРОННОГО ПУЧКА СИНХРОЦИКЛОТРОНА
ЛАБОРАТОРИИ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ СИАИ.

С помощью сцинтилляционного ΔE -спектрометра измерен спектр примесных протонов, выходящих из коллиматора №13 синхроциклотрона на энергию 660 МэВ, при облучении ускоренными протонами внутренней бериллиевой мишени. Показано, что примесь протонов на выходе коллиматора обусловлена, в основном, квазиупругими взаимодействиями релятивистских нейтронов с материалом стенок коллиматора. Измерено отношение флюенса заряженных частиц к флюенсу нейтронов высокой энергии на выходе коллиматора.

Дубна, 1979 г.

При изучении реакции дозиметрических детекторов к нейтронам релятивистских энергий в поле излучения, формируемом коллиматором, который ориентирован на внутреннюю мишень синхроциклотрона, возникла необходимость в измерении энергетического распределения протонов, присутствующих в пучке нейтронов. Нейтроны образуются при взаимодействии ускоренных протонов с бериллиевой мишенью с размерами $8 \times 4 \times 2,5 \text{ см}^3$, установленной в зоне крайних орбит синхроциклотрона^{/1/}. Заряженные частицы летящие из мишени, отклоняются магнитным полем ускорителя и в коллиматор не попадают. Примесь протонов в нейтронном пучке на выходе из коллиматора обусловлена, в основном, взаимодействием нейтронов с материалом коллиматора (^{56}Fe). Помимо протонов в нейтронном пучке имеется также значительная примесь высокоэнергетических γ -квантов, возникающих в результате распада π^0 -мезонов, образованных в мишени. Плотность потока γ -квантов с энергиями от 10 до 600 МэВ на выходе коллиматора № II составляет примерно $1,5 \cdot 10^4 \text{ см}^{-2} \text{ сек}^{-1}$ при интенсивности внутреннего пучка ускоренных протонов 2,3 мка^{/1/}. Спектр γ -квантов от распада π^0 -мезонов, образованных протонами с энергией 660 МэВ на ядрах ^{12}C под 0° к протонному пучку, приведен в работе^{/2/}. Средняя энергия γ -квантов $(170 \pm 15) \text{ МэВ}$. При взаимодействии γ -квантов с материалом коллиматора возникают высокоэнергетические электроны (позитроны), спектр которых простирается до 400 МэВ.

Измерение примеси заряженного компонента в нейтронном пучке проводилось на выходе коллиматора № I3^{/1/} с помощью телескопа сцинтилляционных счетчиков, размещенного в точке установки исследуемых детекторов. Коллиматор длиной 400 см и диаметром 5 см ориентирован на мишень под углом 5° относительно направления движения ускоренных протонов. С целью уменьшения фона, диаметр коллиматора на выходе был увеличен до 10 см. Отношение потока заряженных частиц, проходящих через телескоп со счетчиками площадью $2 \times 2 \text{ см}^2$, ось которого совмещена с осью коллиматора, к потоку нейтронов в исследуемой точке поля^{х)} составило $(3,3 \pm 0,4) \cdot 10^{-3}$. Нижний порог энергий протонов, регистрируемых телескопом — 30 МэВ. Согласно оценкам, доля электронов (позитронов) по отношению к протонному компоненту пучка нейтронов не превышает 7%, а доля заряженных π -мезонов — 2%. Для определения флюенса заряженного компонента измерялось угловое

х) Значение потока нейтронов с энергией более 30 МэВ было получено Бамблевским В.П. с помощью активационных детекторов площадью 3 см^2 , установленных в исследуемой точке.

распределение потоков заряженных частиц. На рис.1 приведены геометрия измерений и зависимость скорости счета телескопа в исследуемой точке от угла ψ между осями телескопа и коллиматора. На рисунке даны только статистические ошибки. В первом приближении, отношение флюенса заряженных частиц к флюенсу нейтронов с энергией более 30 МэВ составляет $6,4 \cdot 10^{-3}$.

Сцинтилляционным ΔE -спектрометром^{/3/} был измерен спектр протонов с энергией более 40 МэВ, движущихся вдоль оси коллиматора в телесном угле $7 \cdot 10^{-3}$ ср. При этом, во избежание просчетов и наложенных импульсов в спектрометрическом тракте, интенсивность внутреннего пучка ускоренных протонов снижалась в 70 раз. Наличие электронного компонента искажало спектр протонов в области высоких энергий, так как несмотря на относительно малое количество электронов, они регистрируются в узкой части аппаратного спектра, соответствующей слабоионизирующим частицам. Для ослабления влияния электронов при измерении протонного спектра, перед входом в коллиматор со стороны мишени устанавливался свинцовый фильтр толщиной 2,1 см, не приводящий к заметному искажению нейтронного спектра в коллиматоре. Кратность ослабления фильтром потока γ -квантов с энергией 170 МэВ составляла $\sim 9,5$. Электроны образуются и в самом фильтре, однако из-за малости телесного угла разлета, в котором они регистрируются спектрометром, наличие фильтра приводит к существенному подавлению электронного компонента в аппаратном спектре. Сравнение нормированных на одинаковое число событий аппаратных спектров, измеренных с фильтром и без него, позволило определить долю электронов в потоке заряженных частиц регистрируемых спектрометром — $(4,7 \pm 0,4) \cdot 10^{-2}$. Эту величину можно интерпретировать как отношение потоков электронов и протонов из коллиматора в исследуемой точке поля, что хорошо согласуется с предварительной оценкой.

Спектр протонов в коллиматоре № 13, измеренный при наличии свинцового фильтра, представлен на рис.2. Протоны, выходящие из коллиматора, образуются в основном в реакциях характеризующихся практически полной передачей протону энергии нейтрона (квазиупругие процессы), из-за малости углов рассеяния образованных протонов. Протоны, испускаемые из ядер железа под большими углами относительно направления движения нейтронов, уходят в защиту и выбывают из потока частиц движущихся вдоль коллиматора. Максимум спектра прото-

нов в районе 200 МэВ обусловлен, по-видимому, квазиупругим пиком в спектре нейтронов из бериллиевой мишени.^{4/} Сдвиг максимума в протонном спектре в сторону меньших энергий по сравнению с максимумом нейтронного спектра, а также его размытие происходят за счет ионизационных потерь энергии протонов в стенках коллиматора. Искажения спектра из-за образования протонов в фильтре определялись расчетным путем с использованием методики.^{5,6/} Доля протонов в измеренном спектре, обусловленная наличием фильтра, не превышает 0,02%; доля протонов, образованных в сцинтилляторе I-го счетчика и зарегистрированных спектрометром, составляет менее 1% от общего числа событий.

Авторы благодарят В.П.Бамблевского, В.А.Куликова, А.Н.Резуника за помощь при проведении экспериментов.

Литература

1. Роганов В.С. ОИЯИ, БИ-9-4704, Дубна, 1965.
2. Прокошкин Ю.Д., Тан-Сяо-Вей. ПТЭ, 1959, 3, с.32.
3. Тимошенко Г.Н. и др., Kernenergie, 1978, 21, с.181
4. Киселев В.С. и др. ЖЭТФ, 1958, 35, с.812
5. Сычев Б.С. ОИЯИ, Р9-3269, Дубна, 1967.
6. Серов А.Я., Сычев Б.С. Труды радиотехнического института, 1973, 14, с.173.

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

Рис. 1. Геометрия измерений и распределение скорости счета телескопа N в точке размещения детекторов в зависимости от угла φ между осями телескопа и коллиматора.

Рис. 2. Спектр протонов на выходе коллиматора, нормированный на I нейтрон пучка.

3
4

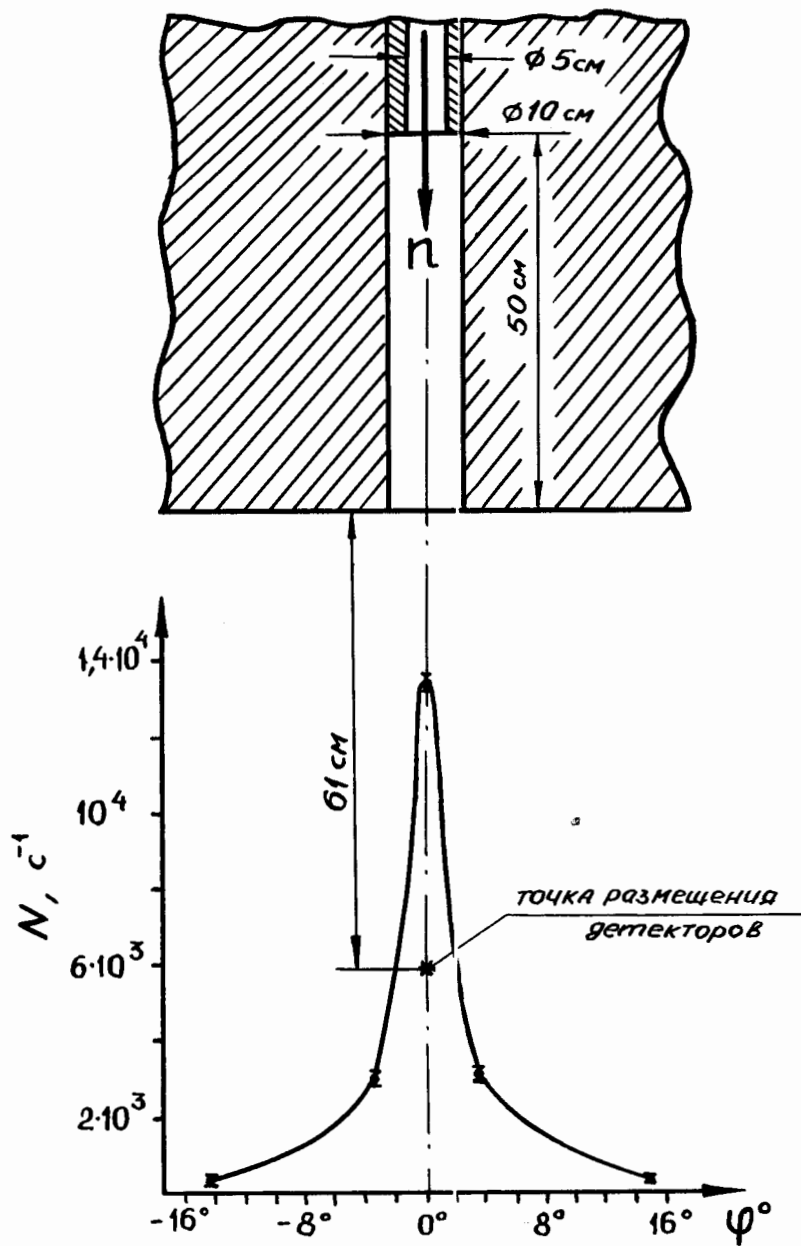


Рис. 1

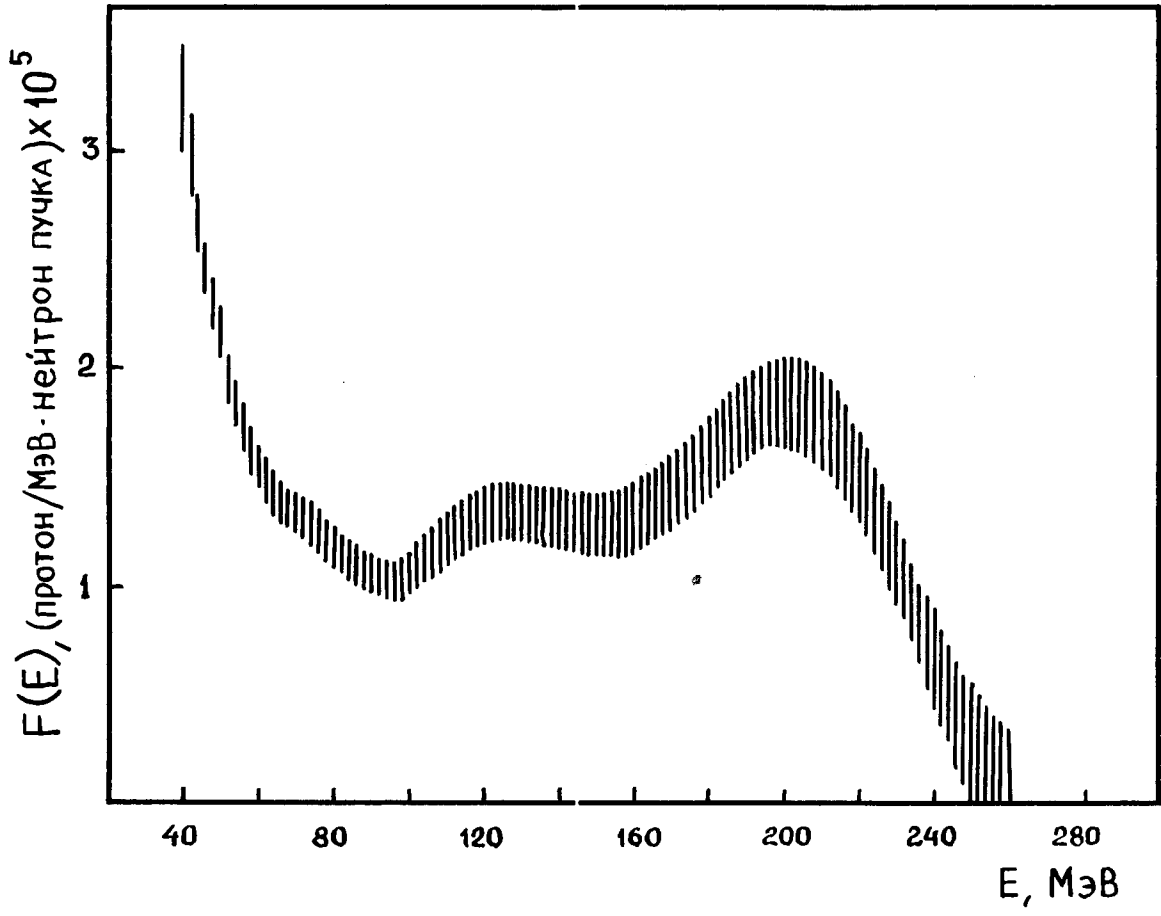


Рис. 2