

ПРИМЕНЕНИЕ ЯДЕРНЫХ ФОТОЭМУЛЬСИЙ ТИПА Я-2 ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СПЕКТРА НЕЙТРОНОВ ОТ БЕТАТРОНА

А. К. БЕРЗИН, Б. М. ЯКОВЛЕВ, А. А. ЯТИС

Проведенные ранее исследования состава пучка излучения бетатронов с энергией до 25 Мэв [1, 2, 3] показали, что в пучке, помимо тормозного γ -излучения высокой энергии, имеются высокоэнергетические электроны, медленные и быстрые нейтроны. Изучение углового и энергетического распределения рассеянного γ -излучения ускорителя с использованием метода наведенной активности (в качестве пороговых детекторов использовались изотопы элементов Cu^{63} и C^{12} , имеющие пороги (γ, n) -реакции 10,85 Мэв и 18,77 Мэв соответственно) привело к установлению высокоэнергетических компонент в спектре рассеянного γ -излучения, а также активации деталей установки под действием этих γ -квантов и сопровождающих их потоков нейтронов. В связи с этими исследованиями перед нами была поставлена задача провести определение спектра нейтронов, так как знание энергетического распределения нейтронов оказывается очень важным при постановке ряда физических и других экспериментов. В настоящей работе приводятся результаты измерения энергетического распределения нейтронов в пучке тормозного γ -излучения одного из бетатронов с энергией 25 Мэв, изготовленных в Томском политехническом институте. В качестве детектора нейтронов использовались ядерные фотоэмульсии.

При этом следует отметить, что в данном случае регистрация нейтронов по протонам отдачи с помощью ядерных фотоэмульсий является довольно сложной задачей, так как возникают затруднения из-за необходимости проведения этих экспериментов в присутствии фона γ -квантов высокой энергии, приводящего к сильному почернению пластинок.

Для определения спектра нейтронов в поле тормозного γ -излучения бетатрона нами применялись отечественные фотопластинки типа НИКФИ Я-2 с фотоэмульсией толщиной 200 микрон. Эти ядерные фотоэмульсии позволяют детектировать протоны с энергией до 30–35 Мэв. Фотопластинки устанавливались в пучке γ -квантов на расстоянии 1 м от мишени бетатрона, причем облучение их производилось строго фиксированной дозой γ -излучения. Облучение пластинок производилось при отсутствии упаковки, что обуславливало исключение возможных ошибок за счет протонов, образующихся в результате ядерных реакций в упаковочном материале.

Оптимальная доза тормозного γ -излучения при облучении пластинок составляла 5 р. Контроль интенсивности γ -излучения установки

осуществлялся с помощью двух ионизационных камер, одна из которых устанавливалась на расстоянии 1 м от мишени, в месте расположения пластинок. После соответствующей обработки просмотр фотопластинок и измерение следов протонов отдачи производились на микроскопах МБИ-3 и МБИ-8М с помощью окулярной шкалы. Окулярная шкала градуировалась по объект-микрометру при различной оптике согласно инструкции, прилагаемой к микроскопу. Так как след протона отдачи в эмульсии проходит наклонно, то приходится измерять горизонтальную и вертикальную проекции следа. Горизонтальная составляющая L следа измерялась с помощью окулярной шкалы микроскопа, а вертикальная составляющая H следа протона отдачи — путем настройки резкости оптической системы микроскопа на концы трека с помощью микромеханизма. Длина пробега R протона отдачи в эмульсии определялась из соотношения

$$R = [L^2 + (H \cdot S)^2]^{1/2} \text{ микрон,}$$

где S — коэффициент усадки, величина которого для эмульсии Я-2 200 микрон составляла 1,97.

Зная величину пробега частицы в эмульсии, можно, воспользовавшись кривыми пробег—энергия [4] или таблицами [5], произвести оценку энергии протонов. Следует отметить, что эти таблицы составлены для фотоэмульсии типа Ilford C-2, но их можно использовать и для наших эмульсий, так как разница в составе тех и других эмульсий незначительна.

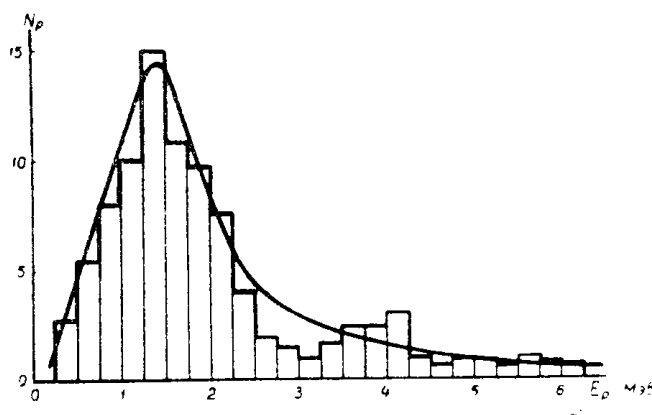


Рис. 1.

По результатам наших измерений построен спектр протонов отдачи, представленный на рис. 1. Спектр протонов распространяется по энергии в пределах от 0,25 до 6,25 Мэв и имеет максимум в области от 1,25 до 1,5 Мэв. При этом следует отметить, что эти первые измерения спектра нейтронов по протонам отдачи в ядерных фотоэмульсиях производились при отсутствии в пучке γ -квантов от бетатрона фильтра и втулок (диафрагм) коллиматора; поле облучения, ограниченное отверстием коллиматора, было равно 10,5 см на расстоянии 1 м от мишени.

В дальнейшем будут опубликованы результаты повторных измерений спектра нейтронов с использованием фотоэмульсий при наличии в пучке фильтра и при различных полях облучения, а также измерение энергетического распределения нейтронов в тканезквивалентном фантоме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. М. Яковлев, Р. П. Мещеряков, А. Л. Грязнов. Доклад на III Всесоюзной конференции по электронным ускорителям, г. Томск, 1959.
 2. А. Л. Грязнов, Р. П. Мещеряков, Б. М. Яковлев. Научный отчет. № 0857/71, НИИ ТПИ, 1959.
 3. А. К. Берзин, Б. М. Яковлев, А. А. Ятис. Изв. ТПИ, т. 122, 21 (1962)
 4. I. Rotblatt. Nature, 164, 550, 1951.
 5. P. Demers. Ionographie, p. 252, 1958.
-