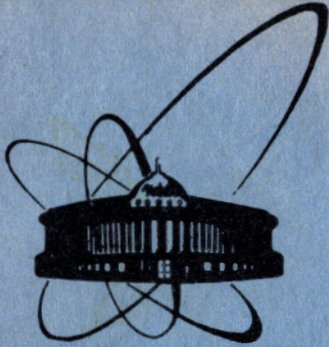


84-615



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

С 332.2

11-84-615

6697/84

В.Е.Жучко, Зен Чан Ук

ПОЛИНОМИАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ
СПЕКТРОВ ТОРМОЗНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
ИЗ ТОЛСТОЙ МИШЕНИ
ДЛЯ ЭЛЕКТРОНОВ С ЭНЕРГИЕЙ 10-22 МэВ

Направлено в журнал "Атомная энергия"

1984

Анализ большинства экспериментов, в которых используется тормозное излучение, требует знания спектра γ -излучения для различных энергий падающих электронов в зависимости от толщины и материала тормозной мишени. Наибольший выход тормозного излучения вперед, как было показано в ряде экспериментов, получается при использовании толстых мишеней $\sim 0,3-0,5$ радиационной длины/. Спектр излучения из такой мишени нельзя считать эквивалентным обычно используемому шиффовскому^{/1/} спектру для тонких мишеней, поэтому нами был проведен расчет спектров по методу, описанному в^{/2,3/}. Предполагая, что "элементарный" спектр излучения, т.е. спектр излучения электрона при одном акте рассеяния, известен, суммируются спектры тормозного излучения из всей мишени с учетом рассеяния электронов, поглощения излучения в материале мишени, вероятности испускания фотонов под заданным углом, а также потерь энергии электронами и их поглощения. Расчетные спектры неплохо /с точностью $\sim 10-15\%$ во всем интервале энергий E_γ и энергий электронов $1-30$ МэВ/ совпадают с имеющимися экспериментальными данными. С целью упрощения дальнейшего использования результатов этих расчетов нами была предпринята попытка представить в виде полинома совокупность спектров тормозного излучения для мишени, используемой на микротроне МТ-22 Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ^{/4/} и состоящей из вольфрама толщиной $0,2$ см и алюминиевого поглотителя толщиной $3,0$ см. Расчет спектров проводился для энергий электронов $10 \text{ МэВ} \leq E_e \leq 22 \text{ МэВ}$ и γ -квантов $1,0 \text{ МэВ} \leq k \leq 0,95 E_e$. Полученные значения выходов тормозного излучения представлены в виде

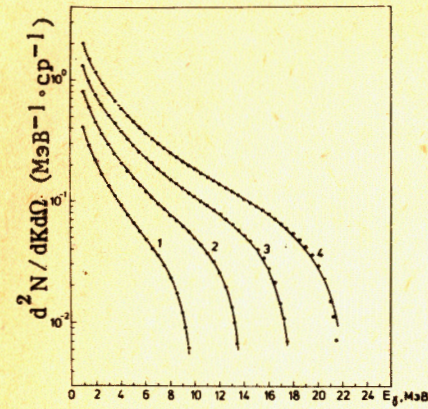
$$d^2 N / dk d\Omega = \sum_{i,j=0}^{i=5, j=4} A_{ij} E_e^i / k^j, \quad /1/$$

где $d^2 N / dk d\Omega$ - выход тормозного излучения вперед в единицах $\text{МэВ}^{-1} \text{ср}^{-1} \text{электрон}^{-1}$, A_{ij} - коэффициенты разложения, E_e - энергия электронов /МэВ/, k - энергия тормозного излучения /МэВ/.

Для вычисления коэффициентов A_{ij} использовалась программа PSII^{/4/}. Значения коэффициентов приведены в таблице. Для уменьшения степени полинома и увеличения точности аппроксимации коэффициенты A_{ij} вычислялись отдельно для $1 \leq k \leq E_e/2$ и $E_e/2 \leq k \leq 0,95 E_e$, что соответствует верхнему и нижнему значениям коэффициента в таблице. Точность аппроксимации не хуже 1% для $1 \leq k \leq E_e/2$ и 10% для $E_e/2 \leq k \leq 0,95 E_e$. На рисунке в качестве примера приведены тормозные спектры для ряда энергий электронов и их аппроксимация полиномом /1/.

Таблица коэффициентов A_{ij}

$i \backslash j$	0	1	2	3	4	5
0	1,58874866 · 10 ⁻¹ 5,89004664 · 10 ⁻¹ -5,43166997 · 10 ⁻¹ - 12,8214465	-3,98508540 · 10 ⁻² -1,83740867 · 10 ⁻¹ 5,50414649 · 10 ⁻² 2,93957753	3,49350585 · 10 ⁻³ 1,27899598 · 10 ⁻² 3,34043139 · 10 ⁻³ -0,103672612	-1,82726063 · 10 ⁻⁴ -4,75428530 · 10 ⁻⁴ 5,38904961 · 10 ⁻⁵ 1,12582214 · 10 ⁻³	4,98845764 · 10 ⁻⁶ 1,08518492 · 10 ⁻⁵	-5,72913821 · 10 ⁻⁸ -1,17597727 · 10 ⁻⁸
1		0,982709333 0,848074681				
2			0,982709333 0,848074681			
3						
4						



Спектры тормозного излучения, рассчитанные по методике /2,3/ - точки, сплошная линия - аппроксимация полиномом /1/. 1 - $E_e = 10$ МэВ; 2 - $E_e = 14$ МэВ; 3 - $E_e = 18$ МэВ, 4 - $E_e = 22$ МэВ.

При использовании полинома /1/ для обработки экспериментальных результатов появляется возможность учесть влияние степени монохроматичности электронного пучка на форму тормозного спектра, что необходимо при восстановлении сечений

ядерных реакций из выходов реакций. Это можно осуществить следующим образом:

$$d^2N/dk d\Omega = \int_0^{+\infty} f(\bar{E}_e - E_e) d^2N/dk d\Omega dE_e,$$

где \bar{E}_e - средняя энергия электронов в пучке, $f(\bar{E}_e - E_e)$ - форма распределения электронов по энергиям в пучке. В простейшем случае ее можно считать гауссовой.

Предложенным способом можно представить тормозные спектры и для мишеней другого состава, в ином диапазоне энергий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Schiff L. Phys.Rev., 1951, vol.83, p.52.
2. Ferdinand H. et al. Nucl.Instr. and Meth., 1971, vol.91, p.135.
3. Жучко В.Е., Ципенюк Ю.М. АЭ, 1975, т.39, вып.1, с.66.
4. Белов А.Г. и др. ОИЯИ, Р9-82-301, Дубна, 1982.
5. Галактионов В.В. и др. Библиотека программ на фортране и автокоде МАДЛЕН для БЭСМ-6. ОИЯИ, т.2, с.321, Дубна, 1977.

В Объединенном институте ядерных исследований начал выходить сборник "Краткие сообщения ОИЯИ". В нем будут помещаться статьи, содержащие оригинальные научные, научно-технические, методические и прикладные результаты, требующие срочной публикации. Будучи частью "Сообщений ОИЯИ", статьи, вошедшие в сборник, имеют статус официальных публикаций ОИЯИ.

Сборник "Краткие сообщения ОИЯИ" будет выходить регулярно.

The Joint Institute for Nuclear Research begins publishing a collection of papers entitled *JINR Rapid Communications* which is a section of the JINR Communications and is intended for the accelerated publication of important results on the following subjects:

Physics of elementary particles and atomic nuclei.
Theoretical physics.
Experimental techniques and methods.
Accelerators.
Cryogenics.
Computing mathematics and methods.
Solid state physics. Liquids.
Theory of condensed matter.
Applied researches.

Being a part of the JINR Communications, the articles of this new collection have the status of official publications of the JINR.

JINR Rapid Communications will be issued regularly.



Жучко В.Е., Зен Чан Ук

11-84-615

Полиномиальное представление спектров тормозного излучения из толстой мишени для электронов с энергией 10-22 МэВ

Предложено аппроксимировать совокупность спектров тормозного излучения из толстой мишени полиномом. Для тормозной мишени, состоящей из вольфрама толщиной 2 мм и алюминиевого поглотителя толщиной 3 см, вычислены коэффициенты разложения в диапазоне энергий электронов $10 \text{ МэВ} \leq E_e \leq 22 \text{ МэВ}$ и γ -квантов $1 \text{ МэВ} \leq k \leq 0,95 E_e$; точность аппроксимации не хуже 10% во всем диапазоне энергий. Представление спектров тормозного излучения полиномом позволяет упростить обработку экспериментальных результатов и дает возможность учесть влияние степени монохроматичности электронного пучка на форму тормозного спектра.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод О.С.Виноградовой

Zhuchko V.E., Zen Tchan Uk

11-84-615

The Polynomial Approximation of the Bremsstrahlung Spectra for a Thick Target in the 10-22 MeV Electron Energy Range

The polynomial approximation is proposed of the bremsstrahlung spectra from a thick target. The polynomial coefficient have been calculated for the bremsstrahlung target consisting of 0.2 cm W and 3.0 cm Al in the electron energy range $10 \text{ MeV} \leq E_e \leq 22 \text{ MeV}$ and of γ -quanta $1 \text{ MeV} \leq k \leq 0.95 E_e$. The accuracy of representation was better than 10% over all energy range. The polynomial approximation of bremsstrahlung spectra permits to simplify the processing of the experimental results and provides a possibility to take into account the effect of energy spread of the electron beam on the shape of bremsstrahlung spectrum.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Reactions, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984