

**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

16-86-22

Г.Я.Касканов, М.М.Комочков

**УГЛОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ
ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ
ОТ ТОЛСТОЙ МЕДНОЙ МИШЕНИ
ПРИ ПАДЕНИИ НА НЕЕ ПРОТОНОВ,
АЛЬФА-ЧАСТИЦ И ЯДЕР УГЛЕРОДА**

1986

Настоящая работа выполнена с целью проверки методов расчета дозиметрических параметров поля излучения от мишени, бомбардируемой релятивистскими ядрами, и в частности проверки метода эквивалентных протонов^{/1/}. Эксперимент выполняли на пучках протонов, альфа-частиц и ядрах углерода с энергией 3,65 ГэВ/нуклон. Геометрия эксперимента представлена на рис.1. Пучки протонов, α -частиц и ядер углерода по каналу медленного вывода синхрофазотрона направляли в центр основания цилиндрической медной мишени диаметром 10 см и толщиной по пучку 13 см, установленной в фокусе пучка. Заряженные частицы регистрировались с помощью термолюминесцентных детекторов /ТЛД/ TLD-700^{/2/}. При измерении углового распределения заряженных частиц от мишени ТЛД располагались по дуге окружности на расстоянии 0,6 м от центра мишени под углами к пучку падающих ядер от 3 до 168° с шагом 3° в интервале углов 3÷90°, далее с шагом 6° на высоте оси пучка. Определение потока релятивистских ядер на переднем торце мишени и распределения их флюенса и дозы выполняли с помощью ТЛД, собранных в виде многолучевой звезды из 87 штук или мозаики из 169 штук ТЛД общей площадью 17 см². Связь между сигналом ТЛД g , поглощенной дозой D в материале ТЛД и флюенсом заряженных частиц Φ находили с помощью следующих формул:

$$D = C \cdot g, \quad /1/$$

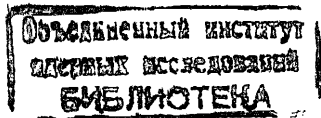
$$\Phi = D : dE / dx, \quad /2/$$

где C - коэффициент перехода от сигнала детектора к поглощенной в нем дозе, определяемый с помощью эталонного источника ^{60}Co ; dE / dx - массовая тормозная способность заряженных частиц, которая в нашем случае практически равна линейной передаче энергии ЛПЭ_∞.

Результаты измерения распределения флюенса релятивистских ядер углерода в месте расположения мишени в плоскости, перпендикулярной пучку, представлены на рис.2; около 95% частиц сфокусированы на площади ~10 см².

Угловые распределения заряженных частиц $f(\theta)$ от медной мишени при падении на нее протонов, альфа-частиц и ядер углерода, представленные на рис.3, вычислялись с помощью формулы

$$f(\theta) = \frac{g(\theta)}{Q/Z^2} (1 - e^{-\sigma_z n \ell})^{-1}. \quad /3/$$



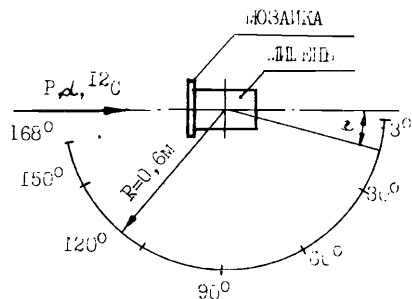


Рис.1. Геометрия эксперимента.

Рис.2. Характерное распределение плотности потока протонов, альфа-частиц и ядер углерода на передней поверхности мишени.

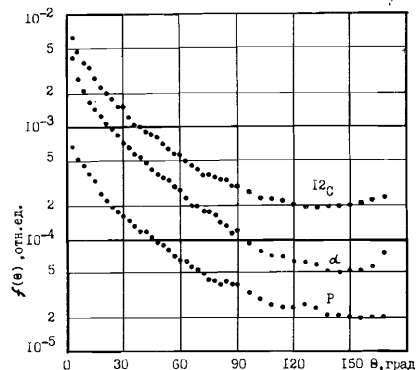
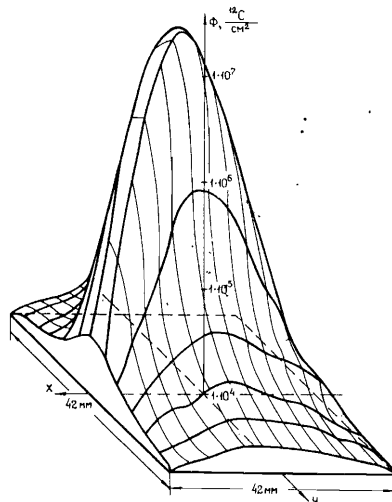


Рис.3. Угловые распределения заряженных частиц от толстой медной мишени при падении на нее протонов, альфа-частиц и ядер углерода.

Здесь $g(\theta)$ - сигнал ТЛД, который расположен под углом θ к пучку релятивистских ядер на мишень; Q - суммарный сигнал всех ТЛД, расположенных в плоскости, перпендикулярной оси пучка; Z - заряд ядра-снаряда; σ_z - сечение неупругого взаимодействия ядра снаряда с ядром меди; n - число ядер меди в единичном объеме мишени, l - толщина мишени по пучку. Формула /3/ дает возможность сравнивать угловые распределения, приведенные к одному ядру-снаряду $(\frac{g(\theta)}{Q/Z^2})$ и одному неупругому взаимодействию ядра-снаряда с ядром-мишенью с целью установления числа эквивалентных протонов $^{1/}$. Результаты обработки данных эксперимента отражены на рис.3; они представляют собой средние значения, полученные в десяти сеансах, - по три сеанса на пучках протонов, альфа-частиц и четыре сеанса на пучках ядер углерода.

Из представленных на рис.3 данных следует, что угловые распределения в интервале углов $10-100^\circ$ имеют подобные формы. Раз-

личия в области малых углов объясняются значительными ошибками в установлении начального отсчета углов θ относительно оси пучка. В области больших углов на результатах измерения сильно сказывается поле рассеянных /не мишенью/ заряженных частиц, которое могло измениться от сеанса к сеансу. Из анализа данных эксперимента следует, что среднее отношение выходов заряженных частиц в интервале углов $10-100^\circ$ при облучении мишени ядрами углерода и альфа-частицами к выходу при облучении протонами составляет $7,58 \pm 0,82$ и $3,66 \pm 0,36$ соответственно при доверительной вероятности $\bar{p} = 0,95$.

Подобие измеренных угловых распределений заряженных частиц из мишени, облучаемой протонами, альфа-частицами и ядрами углерода, подтверждает исходную предпосылку, положенную в основу метода эквивалентных протонов $^{1/}$, о возможности использования накопленной информации в протон-ядерных взаимодействиях для прогнозирования радиационной обстановки в ядро-ядерных взаимодействиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комочков М.М. ОИЯИ, Р16-82-432, Дубна, 1982.
2. Касканов Г.Я., Комочков М.М. ОИЯИ, 16-83-452, Дубна, 1983.
3. Алейников В.Е., Тимошенко Г.Н. ОИЯИ, 16-83-359, Дубна, 1983.

Рукопись поступила в издательский отдел
13 января 1986 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

D17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
P18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
D2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
D9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
D3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
D11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
D7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
D2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.
D13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.
D2-84-366	Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984.	4 р. 30 к.
D1,2-84-599	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984.	5 р. 50 к.
D17-84-850	Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. /2 тома/	7 р. 75 к.
D10,11-84-818	Труды V Международного совещания по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1983	3 р. 50 к.
	Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984 /2 тома/	13 р. 50 к.
D4-85-851	Труды Международной школы по структуре ядра, Алушта, 1985.	3 р. 75 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Касканов Г.Я., Комочков М.М.

16-86-22

Угловое распределение заряженных частиц от толстой медной мишени при падении на нее протонов, альфа-частиц и ядер углерода

Работа выполнена с целью экспериментальной проверки методов расчета радиационной обстановки при взаимодействии релятивистских ядер с мишенью. Измерены угловые распределения заряженных частиц от медной мишени с помощью термолюминесцентных детекторов TLD-700 в диапазоне углов $3 \pm 168^\circ$ при энергии частиц-снарядов 3,65 ГэВ/нуклон. Формы угловых распределений подобны для протонов, альфа-частиц и ядер углерода в интервале углов $10 \pm 100^\circ$. Отношения выхода заряженных частиц из мишени, бомбардируемой ядрами углерода и альфа-частицами, к выходу при облучении протонами составляют $7,58 \pm 0,82$ и $3,66 \pm 0,36$ соответственно.

Работа выполнена в Отделе радиационной безопасности и радиационных исследований ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод авторов

Kaskanov G.Ja., Komochkov M.M.

16-86-22

Charged Particle Angle Distribution from Thick Copper Target Bombarded by Protons, Alpha-Particles and Carbon Nuclei

The work has been fulfilled with the aim of experimental check of the radiation environment methods with interaction of relativistic nuclei with the target. The charged particle angle distributions from the copper target have been measured with the thermoluminescence detectors TLD-700 in the $3 \pm 168^\circ$ angle interval with 3,65 GeV/nucleon energy of particle projectile. The angular distribution forms are similar for protons of the alpha-particles and carbon-nuclei in the $10 \pm 100^\circ$ interval of the angles. The yield relations of the charged particles from the target bombarded by carbon nuclei and alpha-particles to the yield from the target bombarded by protons are 7.58 ± 0.82 and 3.66 ± 0.36 , respectively.

The investigation has been performed at the Department of Radiation Safety and Radiation Researches, JINR.
Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986