

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



A-341

29/11-75

P1 - 9265

Л.С.Ажгирей, И.К.Взоров, В.Н.Жмыров, В.В.Иванов,
М.А.Игнатенко, А.С.Кузнецов, М.Г.Мещеряков,
С.В.Разин, Г.Д.Столетов

5000/2-75

ВЫСОКОИМПУЛЬСНЫЕ ЧАСТИ СПЕКТРОВ
ВТОРИЧНЫХ ЧАСТИЦ, ИСПУЩЕННЫХ
В СОУДАРЕНИЯХ ДЕЙТРОНОВ С ПРОТОНАМИ,
ДЕЙТРОНАМИ И ЯДРАМИ УГЛЕРОДА
ПРИ НАЧАЛЬНОМ ИМПУЛЬСЕ 6,3 ГЭВ/С

1975

P1 - 9265

Л.С.Ажгирей, И.К.Взоров, В.Н.Жмыров, В.В.Иванов,
М.А.Игнатенко, А.С.Кузнецов, М.Г.Мещеряков,
С.В.Разин, Г.Д.Столетов

ВЫСОКОИМПУЛЬСНЫЕ ЧАСТИ СПЕКТРОВ
ВТОРИЧНЫХ ЧАСТИЦ, ИСПУЩЕННЫХ
В СОУДАРЕНИЯХ ДЕЙТРОНОВ С ПРОТОНАМИ,
ДЕЙТРОНАМИ И ЯДРАМИ УГЛЕРОДА
ПРИ НАЧАЛЬНОМ ИМПУЛЬСЕ 6,3 ГЭВ/С

Направлено на V Международный симпозиум по физике
высоких энергий, Варшава, 1975 г.

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

Ажгирей Л.С. и др.

P1 - 9265

Высокоимпульсные части спектров вторичных частиц, испущенных в соударениях дейтронов с протонами, дейтронами и ядрами углерода при начальном импульсе 6,3 ГэВ/с

С помощью магнитного спектрометра с проволочными искровыми камерами на линии с ЭВМ измерены высокоимпульсные части спектров вторичных частиц, испущенных под углом 103 мрад. в лаб. системе в результате взаимодействий дейтронов с протонами, дейтронами и ядрами углерода при начальном импульсе 6,3 ГэВ/с.

Характер измеренных спектров свидетельствует о важной роли многократных N-N-рассеяний в ядерных взаимодействиях дейтронов при $|t| \approx 0,4$ (ГэВ/с)².

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований
Дубна 1975

Azhgirey L.S. et al.

P1 - 9265

High-Momentum Parts of Spectra of Secondary Particles Produced in Collisions of 6.3 GeV/c Deuterons with Protons, Deuterons and Carbon Nuclei

The high-momentum parts of spectra of secondary particles emitted at an angle of 103 mrad in the lab. syst. produced in the interactions of 6.3 GeV/c deuterons with protons, deuterons and carbon nuclei were measured using the magnetic spectrometer with the wire spark chambers on-line with the computer.

The structure of the spectra measured shows that multiple N-N-scatterings are significant in the nuclear interactions of deuterons at $|t| \approx 0.4$ (GeV/c)².

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research
Dubna 1975

Наблюдение высокоимпульсной части спектров вторичных частиц, испущенных при бомбардировке ядер протонами высокой энергии, является эффективным средством исследования кластерной структуры ядер^{/1,2/} и процессов многократного дифракционного протон-нуклонного рассеяния^{/3,4/}. Использование дейтронов в качестве бомбардирующих частиц может дать новую информацию о свойствах этих процессов.

В настоящем сообщении приводятся предварительные результаты измерений высокоимпульсных частей спектров дейтронов, рассеянных на ядрах водорода, дейтерия и углерода. Измерения проводились с помощью одноплечевого магнитного спектрометра с проволочными искровыми камерами на линии с ЭВМ БЭСМ-4. Схема эксперимента показана на рис. 1. Пучок выведенных из синхрофазотрона ЛВЭ ОИЯИ дейтронов с начальным импульсом 6,29 ГэВ/с падал на мишени CH₂, CD₂ или C, установленные в ионопроводе медленного вывода. Интенсивность пучка составляла $\sim 2 \cdot 10^9$ дейтронов за цикл длительностью ~ 300 мс. Частицы, рассеянные на угол $/103 \pm 2/$ мрад, регистрировались системой сцинтилляционных счетчиков C1 ÷ C9. Счетчики C3 ÷ C4 и C5 ÷ C9 были включены в схемы "ИЛИ", сигналы с которых вместе с сигналом от счетчика C1 подавались на схему совпадений. Наличие импульса совпадений приводило к запуску системы искровых камер SC1 - SC11, шесть из которых были установлены во входной, а остальные - в выходной ветвях спектрометра. Карта напряженности магнитного поля в объеме между полюсами магнита была измерена с помощью датчика Холла, прокалиброванного методом

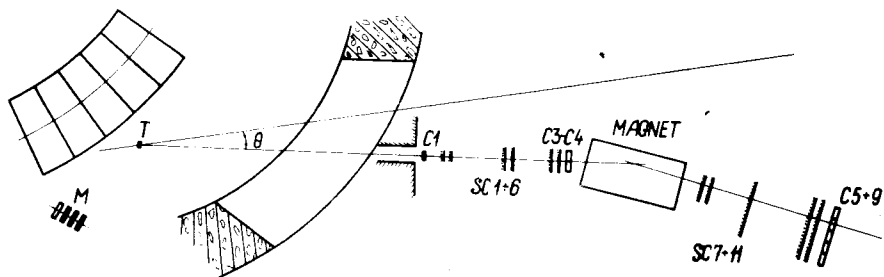


Рис. 1. Схема эксперимента. Т - мишень, С1-С9 - сцинтилляционные счетчики, SC1-SC11 - искровые камеры, М - монитор.

ядерного магнитного резонанса. Импульсы частиц, прошедших через спектрометр, определялись с точностью 0,1%. Некоторые характеристики магнитного спектрометра приведены в табл. 1.

Таблица 1

Количество вещества на пути частицы	- 6,5 г/см ²
Телесный угол входной ветви	- 1,19 · 10 ⁻⁵ ср
Горизонтальный угловой акцептанс	- ±1,7 мрад
Вертикальный угловой акцептанс	- ±1,7 мрад
Импульсный акцептанс	- 25% при 6 ГэВ/с
Импульсное разрешение	- ±0,25% при 6 ГэВ/с
Частота срабатывания камер	- 125 Гц.

Система двухкоординатных искровых камер с памятью на ферритовых кольцах, а также аппаратура считывания и передачи в ЭВМ БЭСМ-4 информации с искровых камер и других датчиков были описаны ранее^{5/}. Непосредственно в ходе эксперимента в промежутках между циклами ускорения обрабатывалось около 30% информации, поступающей с детектирующих устройств.

Весь экспериментальный материал записывался на магнитную ленту и подвергался по окончании измерений полной обработке на ЭВМ БЭСМ-4 или CDC-6200.

Импульсные спектры дейтронов от d-p-и d-d-соударений находились методом вычитания спектров, полученных от эквивалентных по тормозным способностям мишеней CH₂, CD₂ и C толщиной около 2 г/см² каждая.

Абсолютная калибровка полученных значений относительных дифференциальных сечений рассеяния производилась путем измерения наведенной активности ядер ²⁴Na в тонких алюминиевых фольгах, облученных пучком дейтронов в месте расположения мишеней. В предположении, что сечение реакции ²⁷Al(d, 3p2n) ²⁴Na слабо зависит от энергии падающих дейтронов в области 2 ± 5 ГэВ, его значение было принято равным 15,25 ± 1,5 · 10⁻²⁷ см² /6/.

Высокоимпульсные части спектров дейтронов от d-p, d-d-и d-C-соударений показаны на рис. 2. В спектре от d-p-соударений доминирует пик при 6,06 ГэВ/с, кинематически соответствующий упругому d-p-рассеянию /|t| = 0,406 /ГэВ/с²/ . Полная ширина этого пика на половине высоты составляет 32 МэВ/с и характеризует экспериментальное разрешение спектрометра. Справа от пика при ~6,18 ГэВ/с, что соответствует середине интервала между импульсами упруго рассеянных и падающих дейтронов, обнаруживается небольшой прилив, отвечающий, согласно оценкам, тем случаям, когда первичный дейтрон испытывает два последовательных рассеяния на протонах в мишени. Ранее макроскопическое двукратное рассеяние протонов наблюдалось при 24,0 ГэВ/с^{7/}. Слева от пика упругого d-p-рассеяния в сторону меньших импульсов простирается фон от неупругих d-p-взаимодействий.

Импульсный спектр дейтронов от d-d-соударений содержит два хорошо разрешенных пика. Пик при 6,06 ГэВ/с кинематически соответствует квазиупругому рассеянию дейтронов на протоне или нейтроне внутри дейтрона /однократное d-N-рассеяние/. Ширина этого пика, равная 68 МэВ/с, определяется, главным образом, внутренним движением нуклонов в дейтроне. Второй

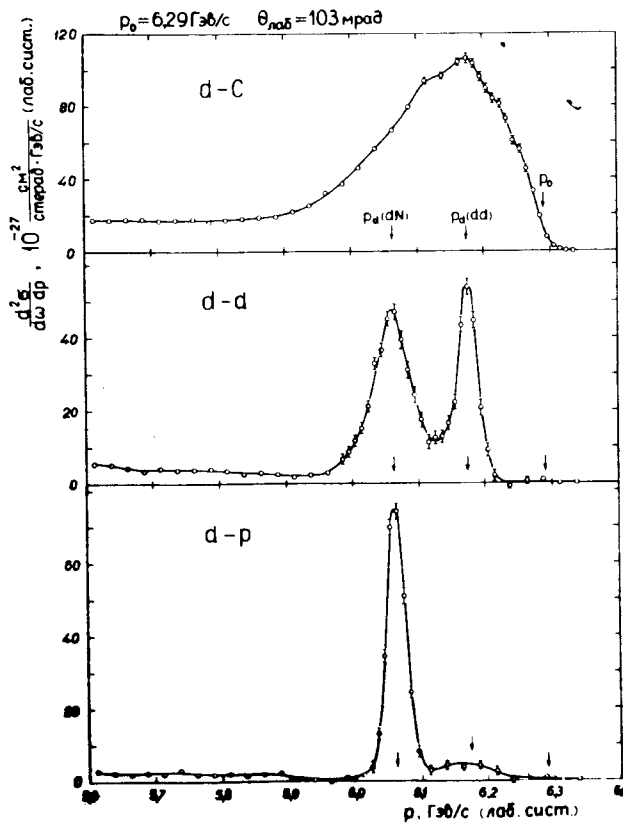


Рис. 2. Импульсные спектры дейтронов, испущенных под углом 103 мрад в лаб. системе в соударениях дейтронов с протонами, дейтронами и ядрами углерода при $p_0 = 6,29$ ГэВ/с. Стрелки соответствуют значениям импульсов дейтронов, вычисленным из кинематики упругих d-N и d-d -рассеяний. Кривые проведены визуально.

пик, при 6,18 ГэВ/с, отвечает половинной потере импульса по сравнению с упругим d-p-рассеянием и может быть кинематически объяснен процессами упругого d-d-рассеяния и двукратного квазиупругого рассеяния дейтронов на нуклонах внутри дейтрона, сопровождающегося развалом последнего. Отметим, что в настоящем эксперименте передача импульса в упругом d-d-рассеянии

$/|t| = 0,41 / \text{ГэВ}/\text{с}/^2 /$ велика по сравнению с энергией связи дейтрона.

В рамках модели многократного дифракционного рассеяния ^{8,9/} процесс квазиупругого d-N-рассеяния /так же как и упругого d-p-рассеяния/ может быть представлен как сумма однократного и двукратного нуклон-нуклонных рассеяний и интерференции между ними, а процессы упругого и неупругого /с развалом дейтрона/ d-d -рассеяний - как результат суперпозиции N-N -рассеяний различной кратности, вплоть до четырех ^{10/}.

В область пика при 6,18 ГэВ/с попадают также дейтроны от макроскопического двукратного d-N -рассеяния. Примесь этих дейтронов, оцененная на основании результатов измерений спектра от d-p -соударений, в условиях настоящего эксперимента составила около 25% и была учтена при определении значения дифференциального сечения упругого и неупругого d-d-рассеяний.

В спектре дейтронов, рассеянных на ядрах углерода, наблюдается широкий пик, простирающийся от 5,90 до 6,29 ГэВ/с с максимумом при ~6,18 ГэВ/с. По-видимому, подобный характер спектра вторичных дейтронов свидетельствует о том, что в дейтрон-углеродных соударениях имеет место суперпозиция нуклон-нуклонных рассеяний различной кратности.

Предварительные данные о дифференциальных сечениях, отвечающих площадям под пиками, приведены в табл. 2; указаны только относительные ошибки. Возможная систематическая ошибка, обусловленная неопределенностями в мониторинговании пучка, в определении телесного угла, вырезаемого спектрометром, а также погрешностью определения сечения активации ядер ²⁴Na, оценивается равной ±25%.

Ранее спектры потерь импульсов в p-d-соударениях были измерены вблизи 20 ГэВ/с ^{3,4,7/} в области $|t| \sim 1 / \text{ГэВ}/\text{с}/^2$, причем были обнаружены два пика, происхождение которых в рамках модели многократного рассеяния ^{8,9/} удалось объяснить ^{11,12/} как сумму ядерного неупругого и упругого рассеяний, идущих путем однократного /пик при больших импульсных потерях/ и двукратного /пик при меньших импульсных потерях/ нуклон-нуклонных рассеяний.

Таблица 2
 $d\sigma/d\omega$ /лаб. сист./, 10^{-27} см²/ср

Упругое d-p-рассеяние	2,8±0,2
макроскопическое двукратное d-p-рассеяние	0,3±0,1
квазиупругое d-N-рассеяние в дейтроне	3,5±0,2
упругое плюс неупругое d-d-рассеяния	1,6±0,3
d-C-рассеяние для $p > 5,9$ ГэВ/с	24,0±0,8

Возможность детектировать нуклон-нуклонное дифракционное рассеяние высокой кратности является довольно уникальной. Когда в качестве падающих частиц используются дейтроны, то уже процессы упругого d-p /и квазиупругого d-N / рассеяний могут интерпретироваться как двукратные N-N-взаимодействия.

В условиях настоящих экспериментов удалось явно разделить однократное и двукратное d-N-рассеяния и показать, что роль N-N-рассеяний высокой кратности в ядерных взаимодействиях дейтронов весьма заметна. Количественная оценка вкладов различного типа кратности N-N-взаимодействий в рассеяние дейтронов требует, однако, дальнейшего теоретического анализа. Можно предполагать, что исследование взаимодействия составных ядерных систем /примером которого является d-d-рассеяние/ поможет развитию подходов, рассматривающих адрон-адронное рассеяние как столкновения между некоторыми своеобразными составными системами.

Авторы выражают благодарность А.М.Балдину, И.Н.Семенюшкину и Л.Г.Макарову за интерес к работе. Авторы благодарны также И.Б.Иссинскому, А.Д.Кириллову и С.А.Новикову, обеспечившим возможность проведения экспериментов на канале медленного вывода.

1. Л.С.Ажгирей и др. ЖЭТФ, 33, 1185 /1957/.
2. R.J.Sutter et al. Phys.Rev.Lett., 19, 1189 (1967).
3. G.Cocconi et al. Phys.Rev., 126, 277 (1962).
4. J.V.Allaby et al. Phys.Lett., 30B, 549 (1969).
5. Л.С.Ажгирей и др. ОИЯИ, Р13-6522, Дубна, 1972. Л.С.Ажгирей и др. ОИЯИ, Д13-7616, Дубна, 1974, стр. 70.
6. J.Baniags et al. Nucl.Instr. and Meth., 95, 307 (1971).
7. U.Amaldi et al. Nucl.Phys., B39, 39 (1972).
8. А.Г.Сименко. Укр. физ. журнал, 4, 152 /1959/.
9. R.J.Glauber, in "Lectures in Theor.Phys.", vol. 1, ed. by W.E.Brittin et al. (Interscience NY 1959), p. 315.
10. V.Franco. Phys.Rev., 175, 1376 (1968).
11. R.J.Glauber et al. Nucl.Phys., B30, 220 (1971).
12. O.Kofoed-Hansen. Nucl.Phys., B39, 61 (1972).

Рукопись поступила в издательский отдел
29 августа 1975 года.