

с 346.2в + с 346.2g

6/II-66.

A-391

ЯЯ, 1966, т.ч, №1, с. 88-92

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

2448



Ю.К. Акимов, Л.С. Золин, А.И. Калинин,
В.А. Никитин, В.С. Пантуев, Л. Роб,
В.А. Свиридов, М.Н. Хачатурян

ИЗМЕРЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ.
pp- И pd -РАССЕЯНИЯ ПРИ ЭНЕРГИИ 4,0 ГЭВ
С ПОМОЩЬЮ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

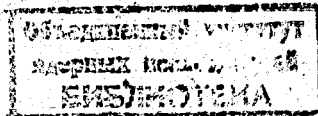
1965

2448

Ю.К. Акимов, Л.С. Золин, А.И. Калинин,
В.А. Никитин, В.С. Пантуев, Л. Роб,
В.А. Свиридов, М.Н. Хачатурян

ИЗМЕРЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ
pp- И pd -РАССЕЯНИЯ ПРИ ЭНЕРГИИ 4,0 ГЭВ
С ПОМОЩЬЮ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ

Направлено в ЯФ



3830/1 38

Методика эксперимента

Для измерения дифференциального сечения была использована схема опыта, предложенная в работе В.А. Никитина и др. ^{1/1} Для регистрации протонов и дейтронов отдачи были применены полупроводниковые детекторы, которые имеют два очевидных преимущества перед фотоэмульсионными: 1) они могут обеспечить большую скорость получения информации и 2) дают возможность измерения протонов и ядер отдачи с существенно меньшим импульсом, чем это возможно достичь в фотоэмульсиях. Первый опыт с полупроводниковыми детекторами, проведенный на синхрофазотроне ^{1/2/}, показал возможность использования таких детекторов в экспериментах по исследованию упругого рассеяния частиц высоких энергий на малые углы.

Малая толщина мишени ($\approx 0,7$ мк.), используемой в опытах по измерению упругого pp -рассеяния на малые углы, и связанное с ней быстрое разрушение мишени при облучении на внутреннем пучке требуют применения детекторов большой площади, чтобы обеспечить набор необходимой статистики за время, в течении которого мишень не претерпевает значительных изменений. Детекторы, использованные нами, имели площадь около 1 см^2 .

В эксперименте регистрировались протоны отдачи с энергией от 2-х до 38 Мэв. Поскольку пробеги протонов в кремнии в данном интервале энергий изменяются от 48 мк до нескольких миллиметров, то были использованы три детектора с различными размерами рабочего слоя: поверхностно-барьерный детектор с толщиной рабочего слоя ≈ 300 мк и литий-дрейфовые детекторы с толщиной рабочего слоя ≈ 800 мк (рабочий слой выведен на поверхность) и $1250 \mu\text{м}$. Первый детектор использовался в области энергий протонов отдачи от 1,9 до 5 Мэв, два последних - для регистрации протонов с энергией свыше 5 Мэв. В том случае, когда пробеги протонов превышали размеры рабочего слоя, регистрировался $\frac{dE}{dx}$ - спектр. На рис. 1 приведены энергетические спектры, полученные с данными детекторами при различных значениях средней энергии протонов отдачи.

При малой энергии протонов отдачи обработка спектра осложняется увеличением ширины пика из-за кулоновского рассеяния в мишени и увеличением фона. Существенны

две фоновые компоненты: ядра отдачи углерода от упругого (pc^{12}) – рассеяния и частицы, образующиеся при неупругих взаимодействиях с ядром углерода (протоны, дейтроны, α -частицы). Первая компонента может быть устранена с помощью поглощающей полиэтиленовой пленки толщиной 12 – 18 мк. Вторая компонента вносит наиболее заметный вклад в первых каналах амплитудного спектра. Она может быть подавлена включением на антисовпадение детектора, регистрирующего частицы, проходящие через первый детектор, который работает на амплитудный анализатор. При этом существенно, чтобы слой вещества, образующего мертвую зону между детекторами, был возможно меньше. Эта задача удачно решается в конструкции двухбарьерного детектора^{13/}, объединяющей в одной пластине кремния два перехода. Глубина p_1 -переходов и величина мертвого слоя между ними может варьироваться с помощью прикладываемого напряжения. Детектор подобной конструкции^{14/}, использованный нами, имел диаметр 3,5 мм и толщину 300 мк. При равенстве напряжений, подаваемых на каждый p_1 -переход, глубина каждого из них могла регулироваться в пределах 150 мк.

На рис. 2 приведены фоновые спектры (угол рассеяния 86°) с применением антисовпадений и без них. Использование антисовпадений существенно снижает уровень фона в первых каналах анализатора, что значительно облегчает обработку спектров в области энергий протонов отдачи менее 3 Мэв.

На рис. 3 приведена блок-схема электроники, которая была применена в эксперименте с использованием двухбарьерного детектора. Мониторинг осуществлялся с помощью системы из двух спятиллияционных телескопов, регистрирующих длиннопробежные частицы, идущие с мишени. Для получения абсолютных значений сечения упругого рассеяния в специальном калибровочном эксперименте измерением наведенной в мишени активности C^{11} устанавливалось соотношение между показаниями мониторов и потоком протонов, прошедших через мишень. Импульсы с первого p_1 -перехода двухбарьерного детектора после усиления поступали на амплитудный анализатор АИ-100-1 через пороговый ограничитель (ограничение снизу устраняет загрузку анализатора импульсами малой амплитуды, обусловленными релятивистскими частицами и шумами детектора) и линейную схему пропускания. Управление схемой пропускания осуществлялось импульсами со второго p_1 -перехода детектора, обусловленными частицами, пробег которых превышал размеры первого p_1 -перехода и величину мертвого слоя между p_1 -переходами. При наличии таких импульсов нормально открытая схема пропускания заперлась, другими словами, два p_1 -перехода работали в режиме антисовпадений.

^{14/} Детектор изготовлен по нашей просьбе в лаборатории доктора Ганзлика (предприятие Тесла, ЧССР). Мы пользуемся случаем выразить ему глубокую благодарность.

Величина просчетов анализатора АИ-100-1 при использованных нами загрузках составляла 5-10%. Для измерения соответствующей поправки параллельно анализатору был включен интегральный дискриминатор с мертвым временем $1,5 \cdot 10^{-8}$ сек. Поскольку проводимый эксперимент был совмещен с работой на других каналах, то для устранения фона, обусловленного сбросом пучка на другие мишени, были использованы "ворота", синхронизованные с моментом сброса на нашу мишень.

Результаты эксперимента

На рис. 4 приведены результаты измерения дифференциального сечения pp -рассеяния (нижняя кривая) и pd -рассеяния (верхняя кривая). Измерение сечения pp -рассеяния выполнено в интервале передач $4 \cdot 10^{-3} \leq -t \leq 7 \cdot 10^{-3} \text{ Гэв}^2/\text{с}^2$. Интервал передач в случае pd -рассеяния был $8 \cdot 10^{-3} \leq -t \leq 7 \cdot 10^{-2} (\text{Гэв}^2/\text{с}^2)$. Точность измерения дифференциального сечения определялась точностью мониторинга (5-7%). Относительная точность в случае pd -рассеяния – порядка 2-3%. Экспериментальные точки вне кулоновской области аппроксимируются кривыми вида

$$\frac{d\sigma}{dt} = \left(\frac{d\sigma}{dt}\right)_0 \cdot e^{bt}$$

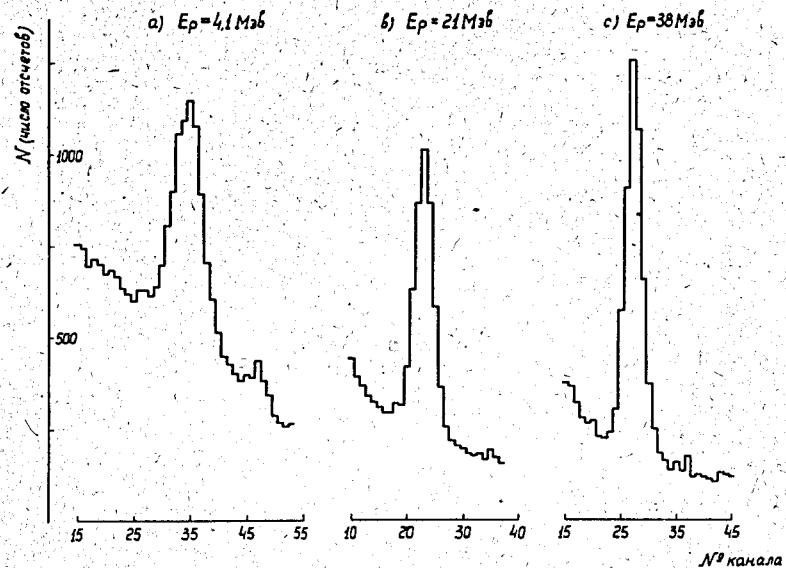
Для pp -рассеяния параметр наклона "b" равен $b = 7,9 \pm 0,7 (\text{Гэв}/\text{с})^2$. Для pd -рассеяния $b = 38 \pm 0,7 (\text{Гэв}/\text{с})^2$. В рамках оптической модели параметр наклона непосредственно связан с размером области взаимодействия. Вычисленный из данных по упругому pp -рассеянию радиус взаимодействия $R_{pp} = 1,11 \pm 0,05 f$, для pd -рассеяния соответствующая величина равна $R_{pd} = 2,35 \pm 0,05 f$.

В области малых передач ($|t| \leq 5 \cdot 10^{-3} \text{ Гэв}^2/\text{с}^2$) дифференциальное сечение pd -рассеяния в 5-8 раз превышает сечение pp -рассеяния. Точка, где кривые сечения pp - и pd -рассеяния пересекаются, лежит в районе $-t = 7 \cdot 10^{-2} \text{ Гэв}^2/\text{с}^2$. Настоящие измерения включают область малых передач импульсов, где возможно наблюдение интерференции ядерного и кулоновского рассеяний. Это дает возможность вычислить важную характеристику ядерного взаимодействия – реальную часть амплитуды упругого рассеяния. Такие оценки не сделаны, так как, применительно к описанной здесь новой методике эксперимента, еще предстоит изучить систематические ошибки, возможные в области малых t .

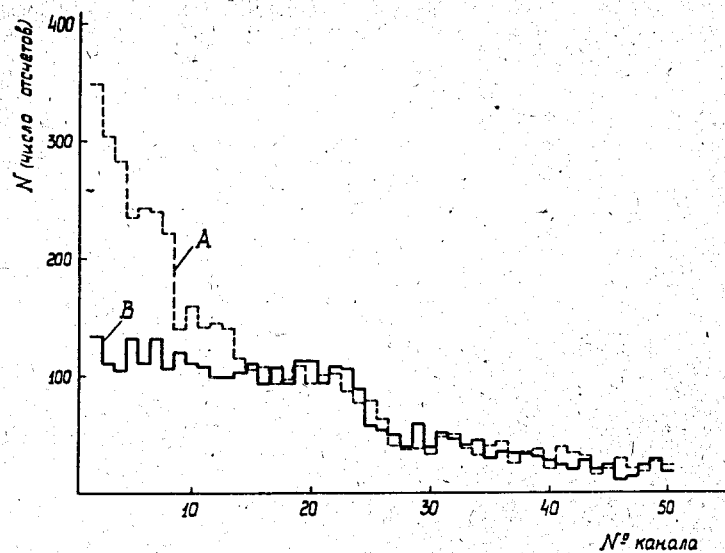
Л и т е р а т у р а

1. В.А. Никитин, А.А. Номофилов, В.А. Свиридов, Л.Н. Струнов, М.Г. Шафранова. Препринт ОИЯИ, 1084, 1962.
2. Ю.К. Акимов, А.И. Калинин, В.А. Никитин, В.С. Пантуев, В.А. Свиридов, А.И. Сидоров, М.Н. Хачатурян. ЖЭТФ, 48, 767 (1965).
3. В. Троусил, М. Скрживанкова. Материалы совещания по полупроводниковым детекторам ядерных излучений, стр. 12. Дубна, 1962.

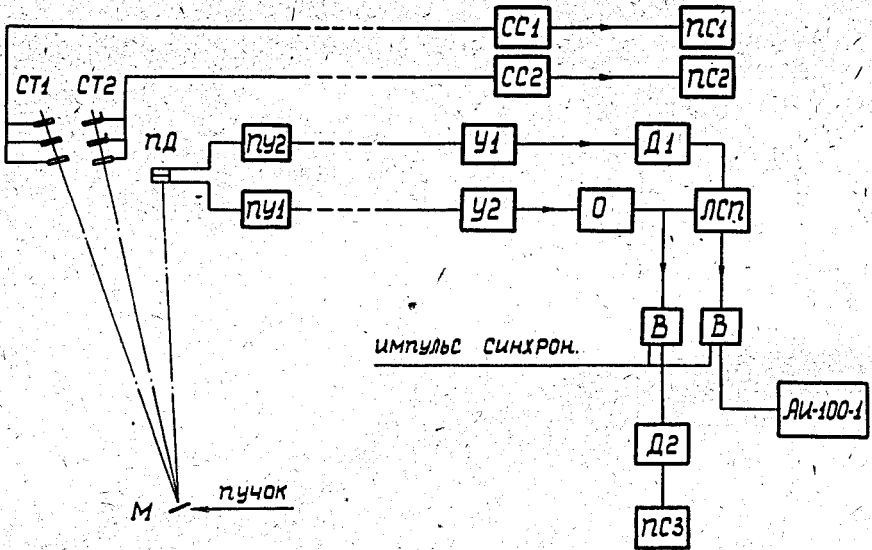
Рукопись поступила в издательский отдел
18 ноября 1965 г.



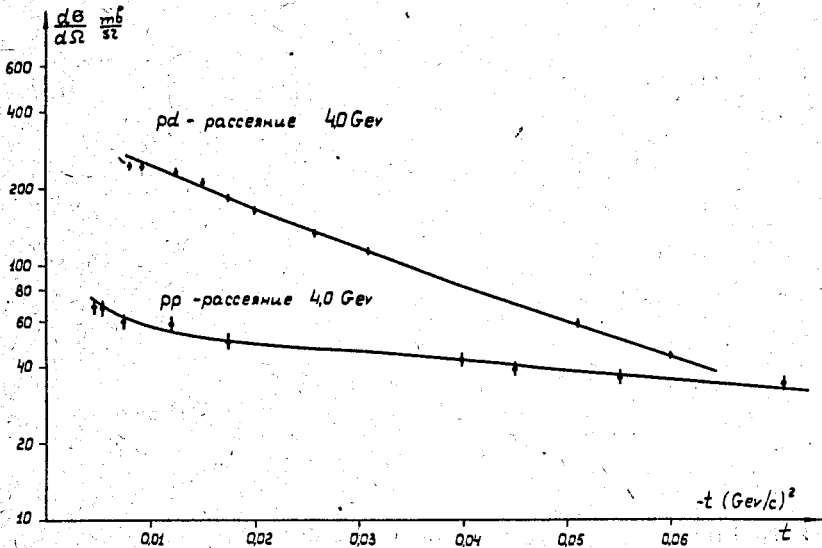
Р и с. 1. Гистограммы спектров протонов отдачи. а - поверхностно-барьерный детектор, $S = 300$ мк; в - литий-дрейфовый детектор, $S = 800$ мк; с - литий-дрейфовый детектор, $S = 12500$ мк (S - толщина детектора).



Р и с. 2. Гистограммы фонового спектра, полученные с двухбарьерным кремниевым детектором. А - без антисовпадений, В - с применением антисовпадений.



Р и с. 3. Блок-схема регистрирующей электроники. М - мишень, ПД - двухбарьерный полупроводниковый детектор, СТ1, СТ2 - спинтилляционные телескопы, СС1, СС2 - схемы совпадений, ПС1, ПС2, ПС3 - пересчетные схемы, ПУ - зарядовые предусилители; У1, У2 - спектрометрические усилители; Д1, Д2 - дискриминаторы; О - пороговый ограничитель; ЛСП - линейная схема пропускания; В - схема "ворот", АИ-100-1 - амплитудный анализатор.



Р и с. 4. Дифференциальное сечение pp - и pd -рассеяния при энергии 4,0 Гэв.