

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



15/3-76

C-482

PI - 9413

973/2-76

Б.Словинский, Б.Среднява, З.Стругальский

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХЛУЧЕВЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ  
В СТОЛКНОВЕНИЯХ  $\pi^+$  + Хе ПРИ 2,34 ГЭВ/С

**1975**

P1 - 9413

Б.Словинский, Б.Среднява, З.Стругальский

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХЛУЧЕВЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ  
В СТОЛКНОВЕНИЯХ  $\pi^+$  + Хе ПРИ 2,34 ГЭВ/С

*Направлено в ЯФ*

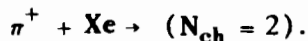
Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

Исследование квазисвободных взаимодействий быстрых частиц с атомными ядрами является источником информации о строении ядер <sup>1/</sup>, в особенности их периферической области, а также о механизме взаимодействия <sup>2/</sup>. Среди множества каналов реакций высокоэнергетических частиц с атомными ядрами особой простотой отличаются такие квазисвободные взаимодействия, в которых эмиттируются две частицы в конечном состоянии.

В настоящей работе проведен анализ угловых и импульсных распределений  $\pi^+$ -мезонов и протонов, эмиттируемых в  $\pi^+ + \text{Xe}$ -взаимодействиях при 2,34 ГэВ/с, в которых испускаются две заряженные частицы. Целью работы является сравнение угловых и импульсных распределений вторичных заряженных частиц с соответствующими характеристиками вторичных частиц из реакции  $\pi^+ p$  при 2,34 ГэВ/с. Работа выполнена на снимках с 26-литровой ксеноновой пузырьковой камеры ОИЯИ /далее в тексте - КПК/.

### Описание эксперимента

В результате просмотра около 50 тыс. стереоснимков с КПК, облученной в пучке  $\pi^+$ -мезонов с импульсом 2,34 ГэВ/с, было отобрано 229 случаев взаимодействий, сопровождающихся эмиссией только двух заряженных частиц. Они обозначены далее как



/1/

Среди них, в 144 событиях, одна вторичная заряженная частица останавливалась в камере и идентифицировалась нами как протон. Эти события в дальнейшем обозначены как



Во всех отобранных событиях измерялись углы эмиссии вторичных заряженных частиц, а в событиях /2/ - дополнительно энергия протонов. Ошибка в определении углов эмиссии вторичных заряженных частиц не превышает  $5^\circ$ . Точность измерения энергии протонов примерно 2%. КПК является детектором с геометрией  $4\pi$  для протонов, кинетическая энергия которых не превышает 150 МэВ. Более подробно методические вопросы, связанные с исследованием характеристик вторичных заряженных частиц в КПК, изучались нами ранее /3/.

#### Экспериментальные результаты и обсуждение

На рис. 1 показано распределение по углам эмиссии в л.с. вторичных заряженных частиц из реакции /1/. Там же дано угловое распределение протонов с энергией  $E_{kin,p} = 30-150 \text{ МэВ}$ , эмиттируемых во взаимодействиях /2/. Представлено также суммарное угловое распределение  $\pi^+$ -мезонов и протонов из реакции



при 2,34 ГэВ/с /4/. Соответствующие данные любезно предоставлены нам М.Д.Шафрановым. Распределения взаимно нормированы. Видно, что гистограммы, соответствующие реакциям /1/ и /3/, совпадают только в области малых углов эмиссии, в то время как второй пик в районе больших углов эмиссии, соответствующий протонам из реакции /3/, сильно размыт в случае реакции /1/. Максимумы распределений по углам эмиссии протонов из реакции /3/ и /2/ совпадают. Следует, однако, добавить, что минимальное значение импульса регист-

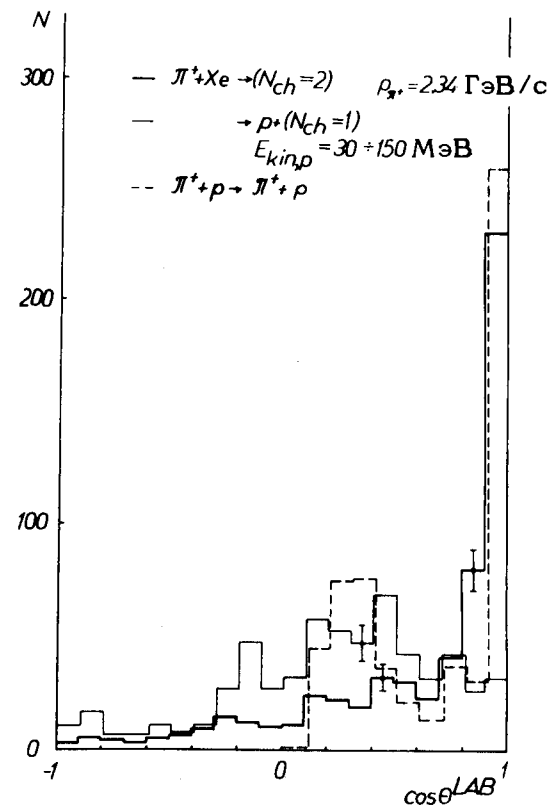


Рис. 1. Распределение по косинусам углов эмиссии в л.с. вторичных заряженных частиц из реакции /1/ и /3/ /4/ при 2,34 ГэВ/с, а также протонов с энергией  $E_{kin,p} = 30-150 \text{ МэВ}$  из взаимодействий /2/. Распределения взаимно нормированы. N - числа частиц.

рируемых протонов в реакциях /1/ и /2/ равнялось 200 МэВ/с и заметно превосходило соответствующую величину, относящуюся к реакции /3/. Поэтому в случае упругого рассеяния типа /3/, но на квазисвободных протонах ядра ксенона, могут регистрироваться в КПК также и однолучевые события:



Событий такого типа, которые не сопровождались эмиссией ни так называемых нейтральных звезд, ни нейтральных странных частиц, оказалось 24, и почти все они попадают в интервал углов эмиссии  $\cos \theta \geq 0,9$ . Если учесть, что минимальное значение угла эмиссии в событиях типа /4/, регистрируемых на снимках с КПК, примерно равно  $5^\circ$ , то можно ожидать, что их должно быть еще больше.

На рис. 2 представлено импульсное распределение протонов из реакции /2/ и /3/ /4/, а также из реакции



где  $k = 1$  или  $2$  /4/. Спектры взаимно нормированы. Можно видеть, что в интервале импульсов, отмеченном на рисунке и соответствующем выбранному интервалу кинетических энергий протонов  $E_{kin,p} = 30 - 150$  МэВ, приведенные гистограммы не различаются в пределах довольно значительных ошибок. В области небольших значений импульсов наблюдается тенденция к увеличению числа испускаемых протонов в реакции /2/, аналогично тому, как это видно из реакции /5/, указывающая на примесь в событиях типа /1/ актов рождения вторичных пионов, поглощаемых затем ядром.

На рис. 3 представлено двухмерное распределение протонов из событий /2/ по углу эмиссии  $\theta_p$  и кинетической энергии  $E_{kin,p}$  в л.с. Там же нанесена кинематическая кривая, соответствующая реакции /3/. Распределение по углам эмиссии протонов с кинетической энергией  $E_{kin,p} = 30-150$  МэВ, приведено на рис. 4. На этом же рисунке дано аналогичное распределение протонов, эмиттируемых во взаимодействиях типа



при  $2,34$  ГэВ/с /5/. Заштрихована область кинематически допустимых углов эмиссии протонов с энергией  $E_{kin,p} = 30-150$  МэВ для реакции /3/. Можно заключить, аналогично тому, как и в случае реакции /6/ /5/, что максимум углового распределения изучаемых протонов приходится на область кинематически допустимых значений  $\theta_p$ . Если

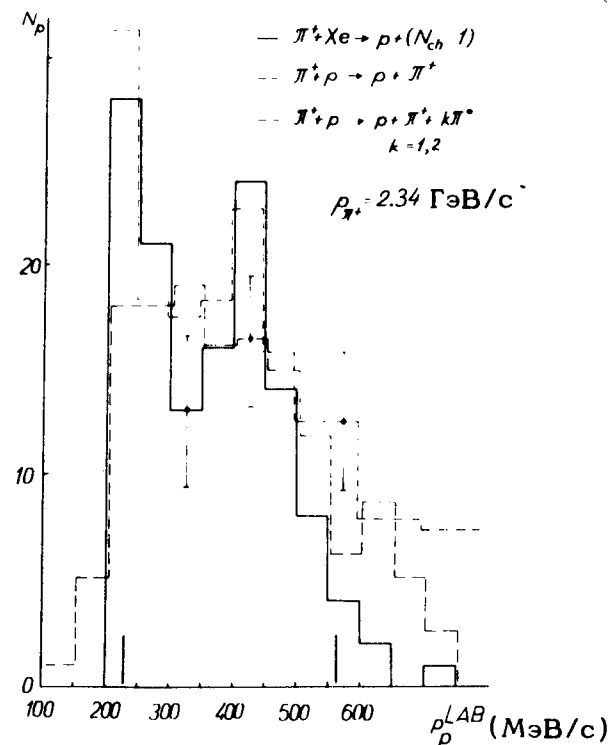


Рис. 2. Распределение протонов из реакций /2/, /3/ и /5/ при  $2,34$  ГэВ/с по импульсам в л.с. Гистограммы взаимно нормированы в области  $p_p = 250-550$  МэВ/с. Вертикальными черточками отмечены пределы интервала кинетических энергий изучаемых в работе протонов,  $E_{kin,p} = 30-150$  МэВ.  $N_p$  - числа протонов.

принять, что источником этих протонов являются столкновения первичных  $\pi^+$ -мезонов с квазисвободными протонами ядра ксенона, которое в дальнейшем существенно не влияет на энергию и углы эмиссии протонов отдачи, согласно гипотезе



то можно оценить значение дисперсии  $p_0$  распределения импульсов фермиевского движения внутриядерных про-

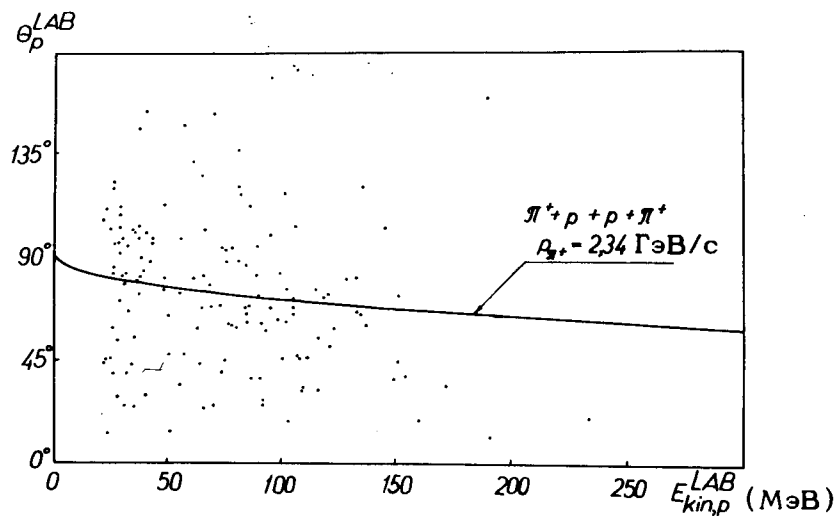


Рис. 3. Двухмерное распределение протонов из реакции /2/ по углам  $\theta_p$  эмиссии и по кинетическим энергиям  $E_{kin,p}$  в л.с. Сплошная кривая соответствует кинематике упругого рассеяния  $\pi^+p$  при  $2,34 \text{ ГэВ/с}$ .

тонов. С этой целью нами промоделирован на ЭВМ канал /7/ в предположении, что функция плотности вероятности фермиевских импульсов  $p_F$  имеет вид:

$$W(p_F) \sim \exp [p_F^2 / 2p_0^2], \quad /8/$$

где  $p_0$  - искомое значение дисперсии. В результате проведенного численного анализа, описанного нами ранее /5/, была получена верхняя граница дисперсии распределения фермиевских импульсов протонов в ядре ксенона,  $p_0 \approx 360 \text{ МэВ/с}$ . На рис. 5 изображена величина  $\chi^2$ , являющаяся критерием согласия результатов моделирования с экспериментальными результатами, в зависимости от значений дисперсии  $p_0$ . При исследовании угловых распределений протонов из реакции /6/ и реакции

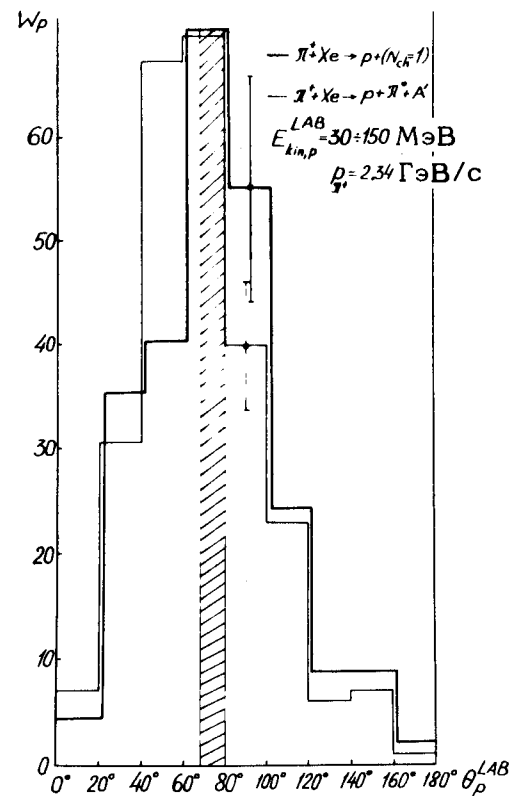


Рис. 4. Распределение протонов из реакции /2/, имеющих энергию  $E_{kin,p} = 30-150 \text{ МэВ}$  по углам эмиссии  $\theta_p$  в л.с. Нанесено также аналогичное распределение, соответствующее реакции /6/ /5/. Спектры взаимно нормированы. Заштрихована область кинематически допустимых значений углов эмиссии протонов с  $E_{kin,p} = 30-150 \text{ МэВ}$  из реакции упругого рассеяния при  $2,34 \text{ ГэВ/с}$ .  $W_p$  - числа протонов.

при  $2,34 \text{ ГэВ/с}$ , ранее мы получили аналогичную оценку верхней границы дисперсии распределения импульсов нейтронов ядра ксенона  $p_0 \approx 350 \text{ МэВ/с}$  /5/.

В заключение следует сделать вывод о том, что двухлучевые события взаимодействий  $\pi^+$ -мезонов с яд-

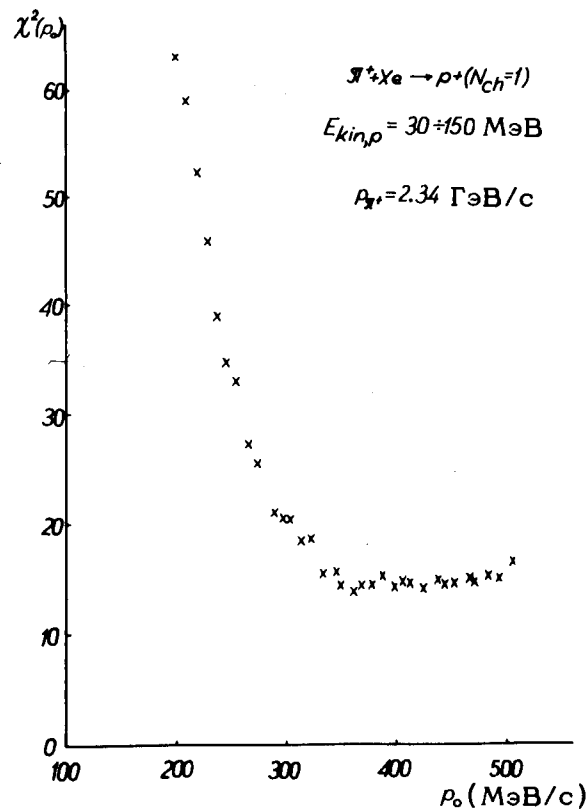


Рис. 5. Зависимость величины  $\chi^2(\rho_0)$ , определенной в нашей прежней работе /5/, от величины дисперсии распределения фермиевских импульсов внутриядерных протонов ядра ксенона из реакции /7/.

рами ксенона /1/ при 2,34 ГэВ/с отображают основные черты реакции упругого рассеяния /3/. Однако невозможность измерять при помощи КПК очень малые углы эмиссии  $\pi^+$ -мезонов и малые импульсы вторичных протонов  $/p_p \leq 200$  МэВ/с/ делает соответствующую экспериментальную информацию неполной. Видно также, что распределение по углам эмиссии вторичных протонов значительно отличается от соответствующего спектра протонов отдачи из реакции /3/, что надо отнести за

счет ряда ядерных эффектов. В связи с этим представляют интерес, в частности: фермиевское движение внутриядерных нуклонов, эффект перерассеяния на нуклонах и кластерах внутри ядра, а также кумулятивный эффект /6/.

Авторы благодарны М.Д.Шафранову за предоставление экспериментальных данных, касающихся реакции  $\pi^+p$  при 2,34 ГэВ/с. /4/

#### Литература

1. G. Jacob, T. A. J. Maris. *Rev. Mod. Phys.*, 38, No. 1, 121 (1966); 45, No. 1, 6 (1973).
2. Б.Словинский. *ЯФ*, 19, вып. 3, 495 /1974/.
3. Б.Словинский, З.Стругальский. *Препринт ОИЯИ*, P1-5592, Дубна, 1971.
4. Н.Ангелов, И.М.Граменицкий, Х.Каназирски, А.М.Моисеев, А.Прокеш, Л.А.Тихонова, А.Б.Фенюк, М.Д.Шафранов. *ЯФ*, 11, вып. 3, 613 /1970/.
5. Б.Словинский, Б.Среднява, З.Стругальский. *Препринт ОИЯИ*, P1-9350, Дубна, 1975.
6. А.М.Балдин и др. *Препринт ОИЯИ*, 1-8858, Дубна, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел 24 декабря 1975 года.