

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



29/ix-75

A-45

P1 - 9018

Б.С.Аладашвили, Б.Бадэлэк, В.В.Глаголев,  
П.Зелински, Р.М.Лебедев, М.С.Ниорадзе, Г.Одынец,  
И.С.Сайтов, А.Сандач, Т.Семярчук, И.Стэпаняк,  
В.Н.Стрельцов

3734/2-75

КОРРЕЛЯЦИИ В РЕАКЦИИ  $dp \rightarrow ppp$   
ПРИ МАЛЫХ ПЕРЕДАННЫХ ИМПУЛЬСАХ

**1975**

P1 - 9018

Б.С.Аладшвили, Б.Бадэлэк, В.В.Глаголев,  
П.Зелински, Р.М.Лебедев, М.С.Ниорадзе, Г.Одынец,  
И.С.Саитов, А.Сандач, Т.Семярчук, И.Стэпаняк,  
В.Н.Стрельцов

**КОРРЕЛЯЦИИ В РЕАКЦИИ  $dp \rightarrow ppp$   
ПРИ МАЛЫХ ПЕРЕДАНЫХ ИМПУЛЬСАХ**

Сотрудничество Дубна - Варшава

Направлено в ЯФ

**Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА**

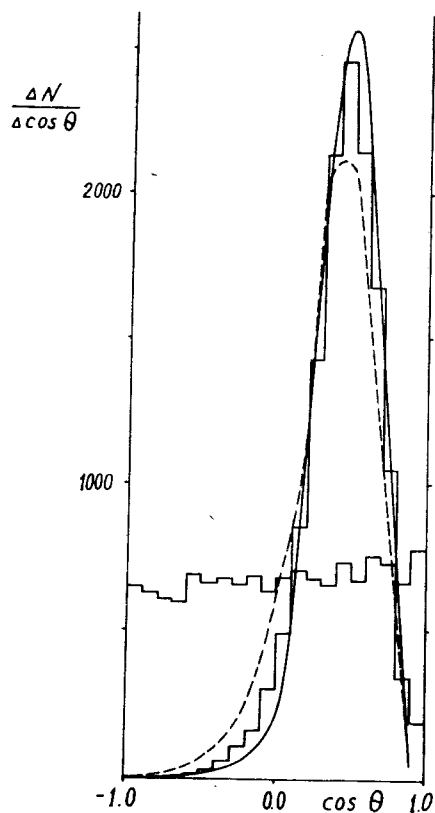
В результате систематического изучения реакции  $d p \rightarrow p p n$  в водородной пузырьковой камере при импульсе дейтронов  $3,3 \text{ ГэВ/с}$  получены данные, свидетельствующие о достаточно сильной корреляции между характерными плоскостями этой реакции<sup>/1-3/</sup>.

Существенное увеличение статистики позволило ближе подойти к описанию наблюдаемого поведения асимметрии в распределениях по углу Треймана-Янга.

Массив около 40.000 событий измерялся на HPD и ПУОС Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ, а также на IEP в Варшаве. При анализе использовалась статистика в 13455 событий прямого развала /без перезарядки/, среди которых 5905 были идентифицированы как  $d p \rightarrow p_n (np)$ , и 7550 - как  $d p \rightarrow n_n (pp)$ . Индекс относится к нуклону-спектратору, определяемому как самый медленный из нуклонов в системе покоя дейтрона.

Так как при развале быстрого дейтрона спектры имеют достаточно большие импульсы, потери обусловлены, главным образом, событиями с малыми передачами импульса протону мишени. Однако они меньше, чем при упругом рассеянии, так как при развале ядра наблюдается резкое изменение импульса, а следовательно, и кривизны трека в магнитном поле у заряженных фрагментов по сравнению с падающим ядром. Оценка, сделанная на основании асимметрии азимутального распределения, показала, что при импульсах протона отдачи в лабораторной системе, меньших  $140 \text{ МэВ/с}$ , которые соответствуют передачам четырехимпульса  $|t| \leq 0,2 \text{ ГэВ/с}^2$ , потери составляют  $0,5 \pm 0,2\%$  от общего числа событий. Кроме того, эти потери распределены по импульсам спектрометрических нуклонов достаточно равномерно и поэтому не вносят сколько-нибудь заметных искажений.

Разделение нуклона-спектатора и медленного нуклона в системе координат, связанной с дейтроном, достаточно хорошее. Дополнительным аргументом в пользу этого может быть сравнение угловых распределений спектатора и медленного нуклона, представленных на *рис. 1*.



*Рис. 1.* Угловые распределения спектаторов и медленных нуклонов в системе покоя дейтрона. Сплошная кривая - расчет по модели Глаубера, пунктирная - без учета формфактора дейтрона.

До последнего времени реакция  $dp \rightarrow ppn$  в условиях  $4\pi$ -геометрии при больших импульсах не исследовалась. Известна серия работ по изучению реакций квазиупругого выбивания на легких ядрах в пучке  $\pi^-$ -мезонов с импульсом около  $1 \text{ ГэВ/с}$ , выполненная методикой светосильного спектрометра ИТЭФ<sup>4-8/</sup>, в том числе на дейтерии<sup>9/</sup>. В последней работе имелись ограничения в углах вылета регистрируемых  $\pi^-$ -мезонов и протонов отдачи, а импульс протона отдачи измерялся в диапазоне  $150 \div 550 \text{ МэВ/с}$ . Поэтому изучались события только с нейтроном-спектатором. Сделано заключение о доминирующей роли полюсного механизма при импульсах спектаторов  $< 80 \text{ МэВ/с}$ .

Для извлечения по возможности более полной информации о механизме прямого развала дейтрона мы в первую очередь рассматриваем область малых импульсов спектаторов /нейтронов и протонов/ и малых передач квадрата четырехмерного импульса от нуклона с импуль-

сом  $\vec{p}_N = \frac{m}{m_d} N \vec{p}_d$  к быстрому нуклону в лабораторной системе координат.  $\vec{p}_d$  - импульс падающего дейтрона.

На *рис. 2* показано импульсное распределение нуклонов-спектаторов в  $d$ -системе, а на *рис. 3* - асимметрия в распределениях по углу Треймана-Янга в зависимости от импульса спектатора для областей  $|t| < 0,1 \text{ ГэВ/с}^2$ ,  $|t| > 0,1 \text{ ГэВ/с}^2$  и без ограничения по  $t$ .

Видно, что наиболее значительное изменение асимметрии заключено в области малых переданных четырехимпульсов и в области импульсов спектатора  $< 150 \text{ МэВ/с}$ , где мал вклад перерасеяния.

Была предпринята попытка объяснения данных при помощи генерации по методу Монте-Карло в следующих предположениях. Нуклоны брались на массовой поверхности, формфактором дейтрона на первом этапе пренебрегалось  $S(q) = 0$ . Не принимался во внимание спин, пренебрегалось перерасеянием и взаимодействием в конечном состоянии.

Использовались экспериментальные данные по дифференциальному сечению  $pp$ -рассеяния<sup>10/</sup> и импульсное

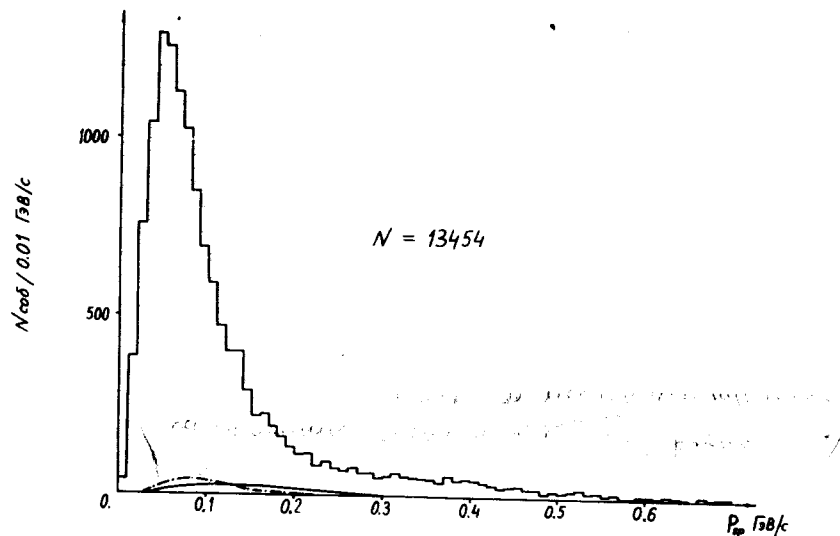


Рис. 2. Распределение протонов и нейтронов-спектаторов по импульсам в системе покоя дейтрона; ----- расчетное распределение импульсов нуклонов, переходящих из категории "Спектатор" в категорию "Медленный нуклон" для событий, где  $|t| < 0,1 \text{ ГэВ/с}^2$ ; ————— то же для нуклонов, переходящих из категории "Медленный нуклон" в категорию "Спектатор".

распределение спектаторов, рассчитанное с потенциалом Хюльтена. Угловое распределение спектаторных частиц предполагалось изотропным. Учтено перепутывание спектатора со вторым медленным нуклоном в системе покоя дейтрона. Расчеты показали, что перепутывание спектатора с медленным нуклоном происходит не более чем в 3% случаев /см. рис. 2/ и не влияет на поведение асимметрии в распределениях по углу Треймана-Янга. Расчеты не привели к сколько-нибудь заметной асимметрии.

Представляется маловероятным, что взаимодействие в конечном состоянии может в данном случае дать заметный эффект, так как корреляция характерных плоскостей реакции /плоскость развала - плоскость квазиупругого рассеяния/ такова, что направления импульса нуклона отдачи и поперечной составляющей импульса спектатора в большинстве случаев противоположны.

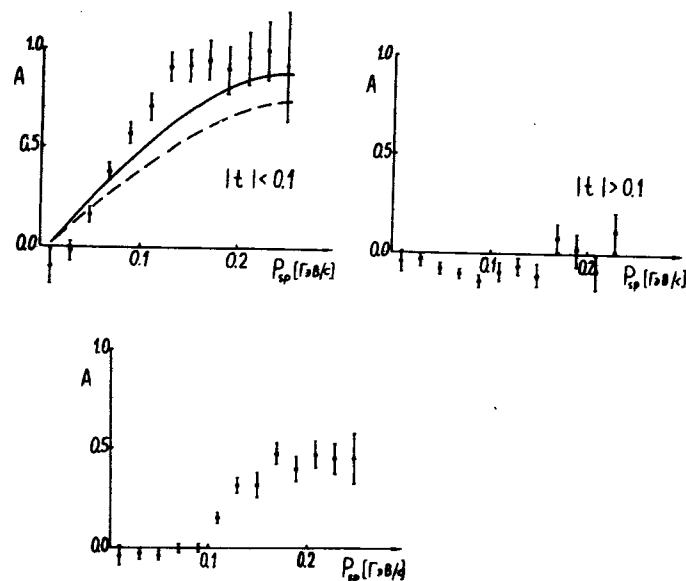


Рис. 3. Зависимость асимметрии в распределениях по углу Треймана-Янга для разных областей переданного четырехимпульса. Угол Треймана-Янга определен в лабораторной системе как:

$$\Phi_{\text{ТЯ}} = \arccos \frac{[-\vec{p}_d \times \vec{p}_{sp}] \cdot [\vec{p}_{\text{быстр.}} \times \vec{p}_{\text{медл.}}]}{|[-\vec{p}_d \times \vec{p}_{sp}]| |[\vec{p}_{\text{быстр.}} \times \vec{p}_{\text{медл.}}]|}$$

На рис. 4 приведено распределение по поперечным импульсам рассеиваемых нуклонов отдачи по изучаемой реакции. Расчетная кривая А нормирована на часть распределения с  $p_t > 0,4 \text{ ГэВ/с}$ . На том же рисунке приводится распределение по поперечным импульсам для упругого  $pd$ -рассеяния при  $1,7 \text{ ГэВ/с}$ , рассчитанное на основании данных работы /1/ /кривая В/. Видно, что разница /кривая Б / между расчетным /А/ и экспериментальными распределениями для реакции  $dp \rightarrow ppn$  близка к распределению для упругого  $pd$ -рассеяния.

Количественная оценка дает

$$\frac{\sigma_{dp \rightarrow ppn}}{\sigma_{dp \rightarrow ppn} + \sigma_{dp \rightarrow dp}} = 0,76 \pm 0,02,$$

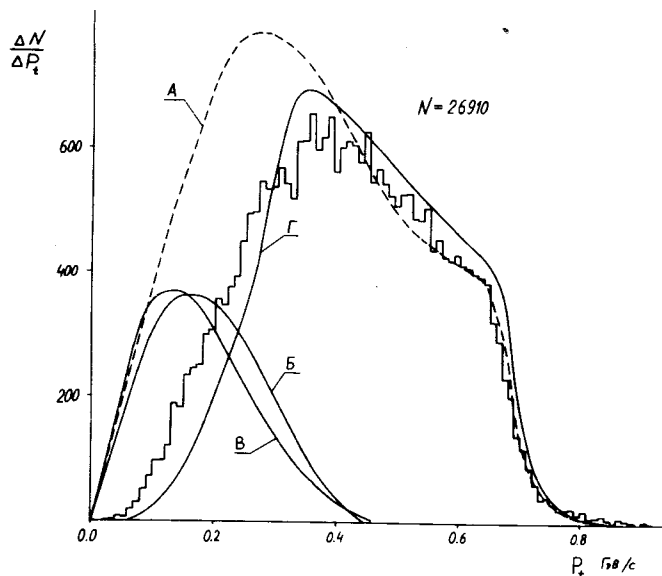


Рис. 4. Распределение по поперечным импульсам рассеивающихся нуклонов /без спектора/ из реакции  $dp \rightarrow ppn$ . А - расчет без учета формфактора дейтрона; Б - разница между расчетом /А/ и экспериментальным распределением /дана в виде плавной кривой/; В - распределение по поперечным импульсам для упругого  $pd$ -рассеяния; Г - расчет по модели Глаубера без учета перерассеяния.

а для отношения площадей экспериментального и расчетного распределений -  $0,77 \pm 0,02$ .

Заметим, что конкуренция упругого рассеяния заканчивается при значениях поперечного импульса, соответствующих  $|t| \sim 0,1 \text{ ГэВ}/c^2$ , то есть область, где существенно упругое рассеяние, совпадает с областью, где наблюдаются корреляции.

Используя приближение полноты в модели Глаубера /12/, пренебрегая двукратным рассеянием, дифференциальное сечение реакции прямого развала можно записать в виде разницы полного и упругого рассеяния:

$$\left(\frac{d\sigma}{dt}\right)_{dp \rightarrow ppn} = \left(\frac{d\sigma}{dt}\right)_{sc} - \left(\frac{d\sigma}{dt}\right)_{el}, \quad /1/$$

где

$$\left(\frac{d\sigma}{dt}\right)_{sc} = |A_p|^2 + |A_n|^2 + S(q)2\text{Re} A_p A_n^* \quad /2/$$

и

$$\left(\frac{d\sigma}{dt}\right)_{el} = S^2\left(\frac{q}{2}\right) [ |A_p|^2 + |A_n|^2 + 2\text{Re} A_p A_n^* ]. \quad /3/$$

Допуская, что амплитуды рассеяния протона на протоне  $A_p$  и нейтроне  $A_n$  равны между собой и чисто мнимы, получим:

$$\left(\frac{d\sigma}{dt}\right)_{dp \rightarrow ppn} \sim |A_p|^2 \cdot [1 + S(q) - 2S^2\left(\frac{q}{2}\right)] \quad /4/$$

для случая, учитывающего интерференцию амплитуд однократного рассеяния и

$$\left(\frac{d\sigma}{dt}\right)_{dp \rightarrow ppn} \sim |A_p|^2 \cdot [1 - S^2\left(\frac{q}{2}\right)] \quad /5/$$

без интерференции.

Формфактор дейтрона брался в виде  $S(q) = e^{-33q^2}$ . Это оправдано для интересующей нас области малых переданных импульсов, где формфакторы слабо различаются /13/.

Включение в программу генерации выражения /4/ привело к согласию расчета с экспериментальными данными по асимметрии в области малых  $|t|$  /см. рис. 3/ и с распределением поперечных импульсов /рис. 4, кривая Г/.

Расчет с использованием выражения /5/ также ведет к значительному увеличению асимметрии А с ростом импульса спектора, но согласно с данными эксперимента ухудшается /занижаются величины А на 10-15%, рис. 3, пунктирная линия/.

Таким образом, удается в рамках модели Глаубера при довольно больших упрощениях качественно описать наблюдаемые корреляции характерных плоскостей реакции прямого развала дейтрона.

За помощь в работе авторы благодарны коллективу Отдела обработки फिल्मовой информации ЛВТА ОИЯИ, а также техническому персоналу ЛВЭ, Института ядерных исследований /Варшава/ и Варшавского Университета.

### Литература

1. Б.С.Аладашвили и др. Труды международного симпозиума "Взаимодействие частиц высокой энергии с ядрами и новые ядроподобные системы", М., Атомиздаш, вып. II, стр. 19, 1974.
2. Б.С.Аладашвили и др. ОИЯИ, 1-8146, Дубна, 1974.
3. Б.С.Аладашвили и др. ОИЯИ, 1-7645, Дубна, 1973.
4. А.В.Арефьев и др. ПТЭ, 5, 57, 1971.
5. Yu.D.Bayukov et al. Phys.Lett., 33B, 416, 1970;  
Ю.Д.Баяюков и др. ЯФ, 17, 916, 1973.
6. A.O.Agayats et al. Phys.Lett., 27B, 590, 1968;  
NucL. Phys., B11, 79, 1969.
7. Ю.Д.Баяюков и др. Письма в ЖЭТФ, 17, 359, 1973.
8. Г.А.Лексин. Сб.: Труды IV Международной конференции по физике высоких энергий и структуре ядра. ОИЯИ, Д1-6349, стр. 117, Дубна, 1973.
9. Ю.Д.Баяюков и др. ЯФ, 20, 59, 1974.
10. M.Ryan et al. PPAR-11, 1969.
11. Н.Далхажав и др. ЯФ, 8, 342, 1968.
12. V.Franko, R.J.Glauber. Phys.Rev., 142, 1195, 1966.
13. A.Friedman. CNR/HE 74-4.

Рукопись поступила в издательский отдел  
25 июня 1975 года.