

УДК539.12.13

ПОИСК АСИММЕТРИИ В РАСПАДАХ ОЧАРОВАННЫХ БАРИОНОВ Λ_c^+

Сотрудничество БИС-2: Берлин-Будапешт-Дубна-Москва-Прага-София-Тбилиси

А.Н.Алеев, В.А.Арефьев, В.П.Баландин, В.К.Бердышев, В.К.Бирулев, Н.В.Власов, Т.С.Григалашвили, Б.Н.Гуськов, И.И.Евсиков, И.М.Иванченко, И.Н.Какурин, М.Н.Капишин, Н.Н.Карпенко, Д.А.Кирилов, И.Г.Косарев, В.Р.Крастев, Н.А.Кузьмин, М.Ф.Лихачев, А.Л.Любимов, А.Н.Максимов, П.В.Мойсенз, А.Н.Морозов, Нгуен Монг Зао, В.В.Пальчик, А.В.Позе, В.Е.Симонов, Л.А.Слепец, Г.Г.Тахтамышев, П.Т.Тодоров, К.Хиллер, А.С.Чвыров, В.Д.Чолаков
Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

Ю.Клабун, З.Новак, Х.-Э.Рызек
Институт физики высоких энергий АН ГДР, Берлин-Цойтен

А.С.Белоусов, Я.А.Ваздик, М.Н.Войчишин, Е.Г.Девидын, М.В.Завертнев, В.А.Козлов, Е.И.Малиновский, В.В.Павловская, С.В.Русаков, Ю.В.Соловьев, А.Р.Теркулов, А.М.Фоменко, Л.Н.Штарков
Физический институт им. П.Н.Лебедева АН СССР, Москва

Е.А.Чудаков
Научно-исследовательский институт ядерной физики МГУ, Москва

Я.Гладки, М.Новак, А.Прокеш
Физический институт ЧСАН, Прага

М.В.Тошева
Высший машинно-электротехнический институт, Варна

В.И.Заячки
Высший химико-технологический институт, София

Д.Т.Бурилков, П.К.Марков, Р.К.Траянов
Институт ядерных исследований и ядерной энергетики БАН, София

Н.С.Амаглобели, В.П.Джорджадзе, В.Д.Кекелидзе, Н.Л.Ломидзе, Г.И.Никобадзе, Р.Г.Шанидзе, Г.Т.Татишвили
Научно-исследовательский институт физики высоких энергий ТГУ, Тбилиси

В ряде экспериментов ^{1,2/} было показано, что Λ^0 , рожденные инклюзивно при взаимодействии неполяризованных пучков адронов с различными мишенями, обладают значительной поляризацией. Было

определено, что поляризация Λ^0 растет с ростом их поперечного импульса и практически не зависит ни от энергии пучка, ни от вещества мишени. Обнаруженный эффект непосредственно связан с механизмом образования странных кварков в адронных взаимодействиях. В некоторых теоретических моделях, качественно объясняющих этот эффект /см., напр. /3/, величина поляризации зависит от типа рожденных кварков. Очевидный интерес представляет изучение поляризации инклюзивно рожденных барионов, включающих в свой состав очарованные кварки.

Поляризация бариона может проявиться в асимметричном распределении по углам вылета вторичного бариона, рожденного при слабом распаде. Если спин барионов равен $1/2$, то угловое распределение вероятности распада, $W(\cos\theta)$, связано с величиной его поляризации, ρ , следующим выражением:

$$W(\cos\theta) = 1 + \rho \cdot a \cdot \cos\theta. \quad /1/$$

В этом выражении a - параметр асимметрии распада, θ - угол вылета бариона, образующегося при распаде, относительно оси поляризации, определенный в системе покоя распадающегося бариона.

В данной работе приведены результаты поиска асимметрии в распадах очарованных барионов Λ_c^+ , рожденных инклюзивно в нейтрон-углеродных взаимодействиях. Эксперимент выполнен с помощью спектрометра БИС-2 /4/, расположенного в пучке нейтронов серпуховского ускорителя. Интервал импульсов пучка нейтронов, при взаимодействии которых рождались регистрируемые Λ_c^+ , ограничен пределами 40-70 ГэВ/с. Очарованные барионы регистрировались по распадам

$$\Lambda_c^+ \rightarrow \bar{K}^0 p \pi^+ \pi^- \quad /2/$$

и

$$\Lambda_c^+ \rightarrow \Lambda^0 \pi^+ \pi^+ \pi^- \quad /3/$$

Подробное описание условий проведения эксперимента и выделения событий, включающих распады /2/ и /3/, содержится в /5-9/.

На рис.1а приведен спектр инвариантных масс системы $\bar{K}_s^0 p \pi^+ \pi^-$, построенный для всех выделенных событий. Узкий пик в области массы Λ_c^+ соответствует зарегистрированным распадам /2/. Из оценки фона, проведенной путем аппроксимации спектра полиномиальной функцией, следует, что зарегистрировано /134+18/ распадов /2/ при уровне фона в области пика ~ 183 события. Искалась асимметрия распада относительно плоскости рождения Λ_c^+ . Нормаль к плоскости рождения определяется выражением: $\vec{k} = [\vec{n} \times \vec{\Lambda}_c^+] / |[\vec{n} \times \vec{\Lambda}_c^+]|$, где \vec{n} и $\vec{\Lambda}_c^+$ соответственно векторы импульсов нейтрона и Λ_c^+ в лабораторной системе. Вылет бариона /протона в распаде /2// с импульсом \vec{p} в "верхнюю" полусферу относительно плоскости рождения Λ_c^+ определяется из условия:

$$\cos\theta = \vec{p} \cdot \vec{k} / |\vec{p}| > 0, \quad /4/$$

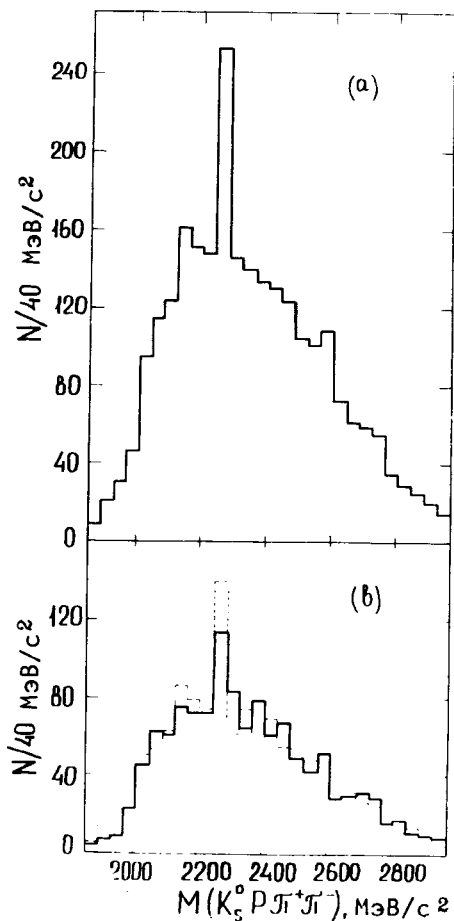


Рис. 1. Спектры инвариантных масс в системе $K_s^0 p \pi^+ \pi^-$: а/ все события; б/ события, для которых протон вылетает в верхнюю /сплошная линия/, или нижнюю /пунктирная линия/ полусферы.

а в "нижнюю" - из условия

$$\cos \theta < 0.$$

/5/

На рис.1б спектр инвариантных масс системы $K_s^0 p \pi^+ \pi^-$ приведен отдельно для событий вылета протона в "верхнюю" полусферу /сплошная линия/ и для событий вылета протона в "нижнюю" полусферу /пунктирная линия/. Определенная в этом случае величина асимметрии составила

$$A(P) = \Delta N/N = -/0,23 \pm 0,12/, \quad /6/$$

где $\Delta N = -31$ - разность между количеством Λ_c^+ , содержащихся в пиках, полученных при условиях /4/ и /5/, а $N = 134$ - количество всех зарегистрированных распадов /2/. При определении асимметрии /6/ учитывалось, что

фоновые события распределены симметрично для обоих условий /4/ и /5/. Определенная методом Монте-Карло эффективность регистрации Λ_c^+ также не зависит от условий отбора событий /4/ или /5/.

На рис.2а приведен спектр инвариантных масс системы $\Lambda^0 \pi^+ \pi^+ \pi^-$. Узкий пик в области массы Λ_c^+ иллюстрирует регистрацию распадов /3/. В пике содержится $/58 \pm 13/$ событий Λ_c^+ и ~ 100 фоновых событий. На рис.2б приведены аналогичные спектры, полученные для событий вылета Λ^0 в верхнюю /пунктирная линия/ и в нижнюю /сплошная линия/ полусферы. Величина асимметрии в этом случае составляет:

$$A(\Lambda^0) = +/0,34 \pm 0,22/.$$

/7/

Наблюдаемые асимметрии /6/ и /7/ свидетельствуют о поляризации рожденных Λ_c^+ и о наличии амплитуд распада, сохраняющих и нарушающих четность. Зарегистрированные распады /2/ и /3/ могут включать возможные промежуточные резонансные состояния.

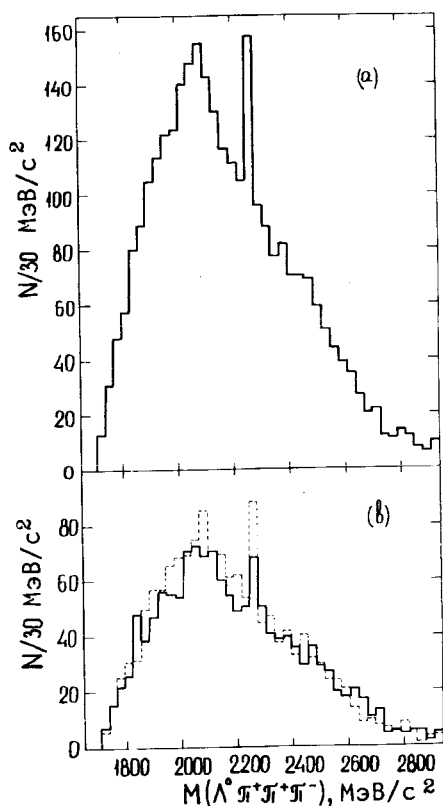


Рис.3. Распределение зарегистрированных Λ_c^+ по P_T .

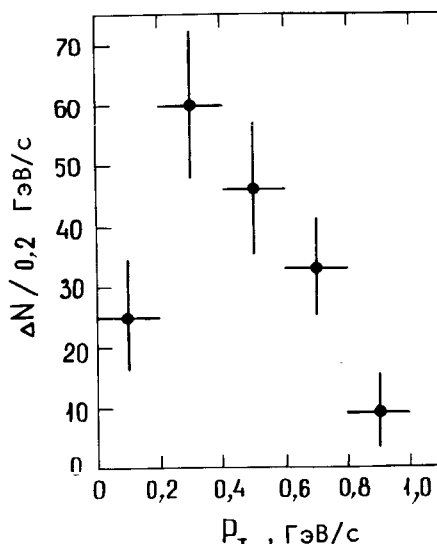
Величина параметра асимметрии a различна для разных каналов распада и неизвестна, но в любом случае $|a| < 1$. Следовательно, если предположить, что спин Λ_c^+ равен $1/2$, то из /1/ следует $\rho \geq 2 \cdot |A|$. Усредняя по модулю асимметрии /6/ и /7/, получим ограничение снизу на величину поляризации инклюзивно рожденных Λ_c^+ :

$$|\rho| \geq \underline{52} \pm \underline{22}\% \quad /8/$$

Распределение зарегистрированных Λ_c^+ по величине их поперечного импульса P_T , полученное после "вычитания" фоновых событий, приведено на рис.3. Из этого распределения следует, что среднее значение поперечного импульса зарегистрированных Λ_c^+ равно $0,43$ ГэВ/с.

Сопоставление полученного результата /8/ с данными по изучению поляризации Λ^0 в этом же эксперименте /1/ указывает на то, что поляризация инклюзивно рожденных очарованных барионов Λ_c^+ проявляется в большей степени, чем поляризация Λ^0 , рожденных при тех же значениях P_T . Такой характер адронного рождения Λ_c^+ предсказывается в ряде теоретических моделей, в частности, в /10/.

Рис.2. Спектры инвариантных масс в системе $\Lambda^0 \pi^+ \pi^-$: а/ все события; б/ события, для которых Λ^0 вылетают в верхнюю /пунктирная линия/ или нижнюю /сплошная линия/ полусферы.



Авторы признательны А.М.Балдину, Н.Н.Говоруну, Ю.Н.Денисову, А.А.Комару, К.Ланиусу, А.А.Логуну, М.Г.Мещерякову, И.А.Савину, А.Н.Сисакяну, Л.Д.Соловьеву, А.Н.Тавхелидзе, Н.Е.Тюрину, Х.Я.Христову, П.А.Черенкову, И.Я.Часникову, Э.И.Мальцеву за поддержку этих исследований; благодарят С.С.Герштейна, А.Б.Кайдалова, Р.Ледницкого, А.К.Лиходеда за полезные дискуссии и замечания, коллектив серпуховского ускорителя за обеспечение эксперимента во время сеансов БИС-2, коллектив СЭО ОИЯИ за обеспечение эксперимента и обслуживание БИС-2, сотрудников ОИЯИ, способствовавших эксперименту на разных этапах его подготовки и проведения, а также Е.М.Лихачеву за постоянное участие в эксперименте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алеев А.Н. и др. ЯФ, 1983, 37, с. 1479; ОИЯИ, P1-82-360, Дубна, 1982.
2. Bunce G. et al. Phys.Rev.Lett., 1976, 36, p. 1113; Heller K. et al. Phys.Lett., 1977, 68B, p. 480; Heller K. et al. Phys.Rev.Lett., 1978, 41, p. 607; Skubie P. et al. Phys.Rev., 1978, D18, p. 3115; Aahlin P. et al. Lett.Nuovo Cim., 1978, 21, p. 236; Erhan S. et al. Phys.Lett., 1979, 82, p. 301; Lomanao F. et al. Phys.Rev.Lett., 1979, 43, p. 1905; Raychandhuri K. et al. Phys.Lett., 1980, 90B, p. 319; Chanvat P. et al. CERN-EP/83-104.
3. Anderson B. et al. Phys.Lett., 1979, 85B, p. 417.
4. Айхнер Г. и др. ОИЯИ, 1-80-644, Дубна, 1980; Алеев А.Н. и др. ОИЯИ, 1-81-67, Дубна, 1981; Максимов А.Н. и др. ОИЯИ, 1-81-574, Дубна, 1981; Бурилков Д.Т. и др. ОИЯИ, 10-80-656, Дубна, 1980; Бурилков Д.Т. и др. ОИЯИ, 10-81-772, Дубна, 1981.
5. Алеев А.Н. и др. ЯФ, 1982, 35, с. 1175; Sov.J.Nucl.Phys., 1982, 35, p. 687; ОИЯИ, P1-81-693, Дубна, 1981.
6. Алеев А.Н. и др. ЯФ, 1983, 37, с. 1474; ОИЯИ, P1-82-343, Дубна, 1982; ОИЯИ, E1-82-759, Дубна, 1982.
7. Buril'kov D.T. et al. Bulg.J.Phys., 1983, 10, p. 49; Bulg.J.Phys., 1983, 10, p. 185.
8. Алеев А.Н. и др. ОИЯИ, D1-82-895, Дубна, 1982; ОИЯИ, E1-83-417, Дубна, 1983.
9. Алеев А.Н. и др. ОИЯИ, D1-83-865, Дубна, 1983.
10. Arestov Yu.I. et al. IHEP, 83-124, Serpukhov, 1983; Arestov Yu.I. et al. IHEP, 83-125, Serpukhov, 1983.