REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
ISSN 2224-5227
Volume 5, Number 309 (2016), 108 – 112

E.G. Boos, T. Temiraliev, M. Izbasarov, V.V. Samoilov, A.I. Fedosimova

Institute of Physics and Technology, Almaty.
temturt@mail.ru

ANALISYS OF EVENTS STRUCTURE IN ANTIPROTON-PROTON ANNIHILATION REACTION AND REACTION OF PROTON AND ANTIPROTON RECHARGING AT 22.4 GeV/c

Abstract. Analysis of events structure in momentum space in antiproton-proton annihilation reaction $\tilde{p}p \to m(\pi^+\pi^-)X^0$ and recharging reaction $\tilde{p}p \to m(\pi^+\pi^-)n\tilde{n}X^0$ has shown that generated particles are grouped mainly along direction of particle collision. The number of events oriented along of collision axis for primary particles exceed (by a factor of four) in four times the number of events oriented in direction of Y and Z axes in antiproton-proton annihilation, and in two times in recharging reaction of proton and antiproton. The number of events grouped along directions for Y and Z axes is approximately equal, the distributions of sphericity for those two group are similar, and mean value <S> at the same multiplicity coincide. The distributions of sphericity in events grouped along of axis X direction differ very strong from appropriate distributions in events grouped along directions of axes Y and Z.

It is established that mean value $< S >$ is more in reaction of proton and antiproton recharging than in reaction of antiproton-proton annihilation.

Key words: meson, sphericity, proton – antiproton annihilation, of proton recharging.

УДК 539.12

Э.Г. Боос, Т. Темиралиев, М. Избасаров, В.В. Самойлов, А.И. Федосимова

Физико – технический институт, Алматы

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ СОБЫТИЙ В АНТИПРОТОН - ПРОТОННОЙ АННИГИЛЯЦИИ И РЕАКЦИИ ПЕРЕЗАРЯДКИ ПРОТОНА И АНТИПРОТОНА ПРИ ИМПУЛЬСЕ 22,4 ГэВ/с

Аннотация. Анализ структуры событий в импульсном пространстве в реакции антипротон-протонной аннигиляции $\tilde{p}p \to m(\pi^+\pi^-)X^0$ и в реакции перезарядки протона и антипротона $\tilde{p}p \to m(\pi^+\pi^-)n\tilde{n}X^0$ показало, что генерированные частицы, в основном, сгруппированы вдоль направления движения сталкивающихся частиц. Число событий, ориентированных по линии оси соударения первичных частиц, в 4 раза превышает число событий, ориентированных в направлении осей Y и Z в антипротон – протонной аннигиляции, и в 2 раза в реакции перезарядки протона и антипротона. Число событий группирующихся вдоль направлений осей Y и Z, примерно равно, а распределения сферисити для этих двух групп схожее и средние значения $< S >$ при одинаковой множественности совпадают. Распределения сферисити S в событиях, группирующихся вдоль направления оси X, сильно отличаются от соответствующих распределений в событиях, группирующихся вдоль направлений осей Y и Z.

Установлено, что среднее значение $< S >$ больше в реакции перезарядки протона и антипротона, чем в реакции антипротон-протонной аннигиляции.

Ключевые слова: мезон, сферисити, протон – антипротонная аннигиляция, перезарядка протона.

Особенности ядерных взаимодействий на кварк – глюонном уровне проявляются в динамике наблюдаемых в эксперименте адронов. В $\tilde{p}p$ – взаимодействиях при импульсе 22,4 ГэВ/с исследуется механизм рождения адронов при различной множественности в канале аннигиляции

соударяющихся антипротона и протона, а также в канале перезарядки протона и антипротона. Целью исследования является получение новых знаний о структуре событий в импульсном пространстве.

Взаимодействия антипротонов с протонами регистрировались в двухметровой водородной пузырьковой камере «Людмила» Объединенного Института Ядерных Исследований (ОИЯИ) при экспонировании пучком антипротонов на Серпуховском ускорителе У-70. В эксперименте на ~60 тысячах событий полностью измерены угловые и энергетические характеристики вторичных частиц. Среди этих событий измерены 12275 взаимодействий антипротон - протонной аннигиляции $\tilde{p}p \to m(\pi^+\pi^-)X^0$ и 12413 взаимодействий в канале перезарядки протона и антипротона $\tilde{p}p \to m(\pi^+\pi^-)n\tilde{n}X^0$, где m – число $\pi^+\pi^-$ пар и X^0 – вклад нейтральных мезонов.

Методика разделения канала перезарядки протона и антипротона и канала аннигиляции антипротона с протоном изложена в работе [1].

Распределение частиц в импульсном пространстве в индивидуальных взаимодействиях количественно описывается коллективной переменной сферисити S, характеризующей механизм генерации вторичных частиц в системе центра масс.

Анализ событий осуществлялся с помощью матрицы [2], составленной из компонентов импульсов вторичных частиц в системе центра масс.

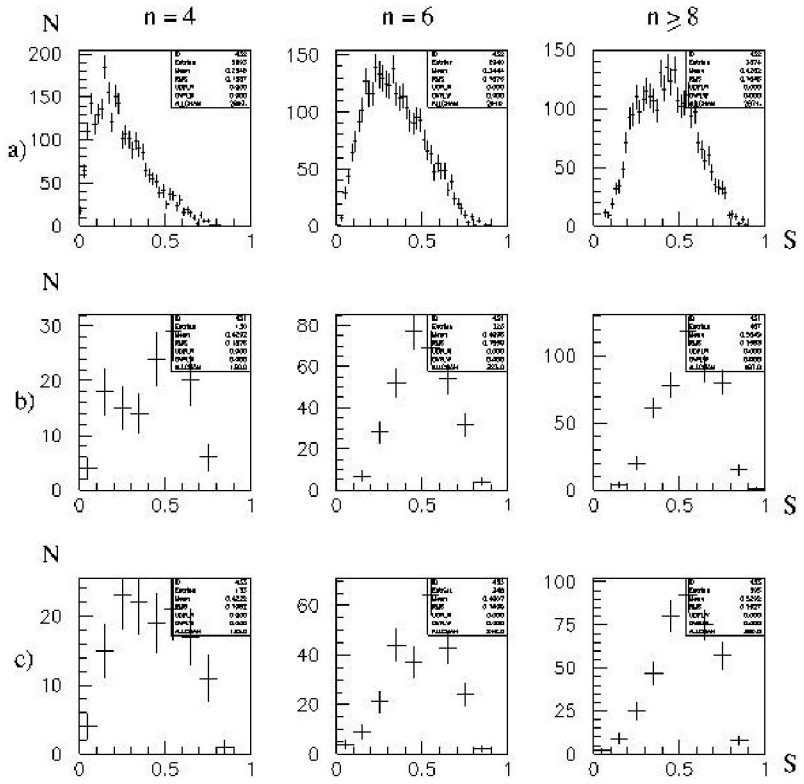

Рисунок 1 – Распределения сферисити в антипротон протонной аннигиляции

$$M_{\alpha\beta} = \sum_{i=1}^{n} P_{i\alpha} P_{i\beta}\ ,\ \alpha, \beta = x, y, z,$$

где n – число частиц в событии, x, y, z – декартовые координаты в с.ц.м., x – соответствует направлению соударения встречных пучков первичных частиц. Вычисление переменной S производилось путем диагонализации матрицы по программе $LA64$ методом вращений (метод Якоби) с помощью ортогонального преобразования [2]. Если после диагонализации матрицы диагональные элементы обозначить Q_1, Q_2, Q_3 и расположить их в порядке возрастания

$Q_1 < Q_2 < Q_3$, то сферисити для события можно определить следующим образом [3-5]:

$$S = \frac{3}{2} \cdot \frac{Q_1 + Q_2}{Q_1 + Q_2 + Q_3} \qquad (2)$$

Геометрически диагональные элементы матрицы Q_1, Q_2 и Q_3 являются главными осями эллипсоида вращения. Вытянутость события определялась наибольшим значением диагонального элемента матрицы. На рис. 1 и 2 приведены распределения сферисити S для множественности n=4, n=6 и n≥8, соответственно в аннигиляционном канале и в канале перезарядки протона и антипротона для $\tilde{p}p$ – взаимодействий при 22,4 ГэВ/с.

В каждой множественности события разделялись на три группы, выделяемые по наибольшей величине диагональных элементов этих эллипсоидов: a) – события, группирующиеся вдоль оси X и b) c) – события группирующиеся вдоль осей Y и Z. Число анализируемых событий – N, среднее значение сферисити $< S >$ и их дисперсии D_S приведены в таблице 1 для каналов антипротон - протонной аннигиляции и перезарядки антипротона и протона.

Таблица 1 – Количество событий N, среднее значение $< S >$ и дисперсия D_S при 22.4 ГэВ/с

параметры									
	$n = 4$			$n = 6$			$n \geq 8$		
группа	N	$< S >$	D_S	N	$< S >$	D_S	N	$< S >$	D_S
реакция $\tilde{p}p \to m(\pi^+\pi^-)X^0$ при 22,4 ГэВ/с									
a	2693	0,254 ± 0,010	0,159	2940	0,344 ± 0,013	0,168	2874	0,428 ± 0,106	0,165
b	130	0,425 ± 0,075	0,188	323	0,500 ± 0,056	0,156	467	0,555 ± 0,051	0,155
c	133	0,420 ± 0,073	0,195	248	0,451 ± 0,062	0,170	395	0,529 ± 0,053	0,163
реакция $\tilde{p}p \to m(\pi^+\pi^-)n\tilde{n}X^0$ при 22,4 ГэВ/с									
a	2721	0,330 ± 0,013	0,174	2163	0,424 ± 0,018	0,165	478	0,512 ± 0,047	0,158
b	662	0,427 ± 0,033	0,182	605	0,506 ± 0,041	0,170	211	0,576 ± 0,079	0,162
c	540	0,421 ± 0,036	0,179	514	0,510 ± 0,045	0,168	162	0,548 ± 0,086	0,172

Количество событий, группирующихся вдоль направления движения сталкивающихся частиц, в реакции антипротон - протонной аннигиляци составляет 91%, 84%, 71%, а в реакции перезарядки 69%, 66%, 53% соответственно при множественностях n=4, n=6 и n≥8.

Из данных таблицы следует, что число эллипсоидов вращения системы заряженных π - мезонов, ориентированных по линии соударения первичных частиц, в 4 раза превышает число событий, ориентированных в направлении осей Y и Z в реакции антипротон-протонной аннигиляции и в 2 раза - в реакции перезарядки. Распределение сферисити в группе событий (a) в обеих рассматриваемых реакциях, смещается в сторону больших значении S с ростом множественности. Среднее значение $< S >$ больше в реакции перезарядки протона и антипротона $\tilde{p}p \to m(\pi^+\pi^-)n\tilde{n}X^0$ по сравнению с реакцией антипротон - протонной аннигиляции $\tilde{p}p \to m(\pi^+\pi^-)X^0$. Распределение сферисити событий для групп частиц, ориентированных в направлении осей Y и Z в пределах однократной статистической ошибки совпадают друг другом в обеих реакциях.

В реакции перезарядки соударяющихся протонов и антипротонов в нейтрон -антинейтронную пару $\tilde{p}p \to m(\pi^+\pi^-)n\tilde{n}X^0$ распределения сферисити событий S в группах a), b) и c) с различным числом мезонов приведены на рис. 2. Число событий группирующихся вдоль