**N E W S**
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
**PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES**
ISSN 1991-346X
Volume 6, Number 316 (2017), 22 – 26

**E. Boos, T. Temiraliev, M. Izbasarov, B. Zhautykov,**
**V. Samoilov, N. Pokrovsky, R. Tursunov**

Physics and Technology Institute, Almaty, Kazahstan
*temturt@mail.ru

# ANGLE CORRELATIONS OF SECONDARY CHARGED PARTICLES IN THE REACTIONS OF ANTIPROTON-PROTON ANNIHILATION AT 32 GEV/S

**Abstract.** For discovering of the couple particles for correlations of the same azimuthal angles but sharply differing an quantity (value) at pseudorapidity experimental data with exceptionally large multiplicity (n=8,10,≥12) in antiproton-proton annihilation are analyzed.

Experimental data on antiproton-proton annihilation have been obtained in International Collaboration "Mirabelle". Analysis of the dependence for azimuthal angles difference $\varphi_{ik}= \varphi_i-\varphi_k$ between i-th and k-th particles and their rapidity $\Delta y=y_i-y_k$ (where i=1,2,…,n; i≠k at number of secondary n). Azimuthal angle φ of secondary particle is determined as angle between initial plane, contained longitudinal momenta of primary. The rapidity of particle calculate on $y=\frac{1}{2}\ln\frac{E+P_{II}}{E-P_{II}}$ form, where $E,P_{II}$ are energy and longitudinal momentum.

Analysis of dependence azimuthal angle of two particles from the rapidity difference Δy the same particles for multiplicity n=8, n=10, n≥12 was shown, that the correlations of couples at Δφ=0, Δy=0 are observed, but far couple (pair) correlations of charged particles in Δy=2/4 interval, observed on Big Hadron Collider are not observed. The Δy distribution destripted by Gauss function and Δφ distribution has symmetrical view, describing by linear relation $\frac{\Delta N}{N\Delta\varphi}= a+b\varphi$.

**Key Words**: meson, proton, antiproton, annihilation.

УДК 539.12

**Э.Г. Боос, Т. Темиралиев*, М. Избасаров,**
**Б.О. Жаутыков, В.В. Самойлов, Н.С. Покровский, Р.А. Турсунов**

Физико-технический институт, Алматы, Казахстан

# УГЛОВЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ ВТОРИЧНЫХ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В РЕАКЦИЯХ АНТИПРОТОН-ПРОТОННОЙ АННИГИЛЯЦИИ ПРИ 32 ГЭВ/С

**Аннотация.** Для обнаружения дальних корреляций пар частиц при одинаковых азимутальных углах, но резко отличающихся по величине быстрот, анализируются экспериментальные данные с предельно большой множественностью (n=8, 10, ≥12) в антипротон – протонной аннигиляции при 32 ГэВ/с. Экспериментальные данные по взаимодействиям антипротонов с протонами получены в рамках Международного сотрудничества «Мирабель».

Проведен анализ зависимости разности азимутальных углов $\varphi_{ik} = \varphi_i - \varphi_k$ между i-той и k-ой частицами и их быстротами $\Delta y = y_i - y_k$ (где i = 1,2, …, n, k = 1, 2, …, n; $i \neq k$ при числе вторичных частиц n). Азимутальный угол $\varphi$ вторичной частицы определяется как угол между начальной плоскостью, содержащей продольный импульс вторичных частиц и импульс первичной частицы, и плоскостью, перпендикулярной направлению движения первичной частицы. Быстрота частицы вычисляется по формуле $y = \frac{1}{2}\ln\frac{E+P_{||}}{E-P_{||}}$, где E, $P_{||}$ – энергия и продольный импульс.

Анализ зависимости разности азимутального угла $\Delta\varphi$ двух частиц от разности быстрот $\Delta y$ этих частиц для множественностей $n = 8, n = 10, n \geq 12$ показал, что наблюдаются корреляции пар частиц при $\Delta\varphi = 0$, $\Delta y = 0$, но не наблюдаются дальние парные корреляции заряженных частиц в интервале $\Delta y = 2 \div 4$, обнаруженные в экспериментах на Большом адронном коллайдере.

Распределение $\Delta y$ описывается функцией Гаусса, а распределение $\Delta\varphi$ имеет симметричный вид ,описывающейся линейной зависимостью вида $\frac{\Delta N}{N\Delta\varphi} = a + b\varphi$.

**Ключевые слова**: мезон, протон, антипротон, аннигиляция.

В экспериментах на встречных пучках протонов и ядер [1-3] наблюдались дальние корреляции пар частиц при одинаковых азимутальных углах, но резко отличающихся по величине квазибыстрот в области энергии, достижимой на Большом адронном коллайдере (*LHC*). Природа (механизм) дальней корреляции еще не известна. В этой связи представляет интерес анализ экспериментальных данных с предельно большой множественностью ($n = 8,10,\geq 12$) в антипротон – протонной аннигиляции при 32 ГэВ/с.

Взаимодействия антипротонов с протонами регистрировались на французской водородной пузырьковой камере «Мирабель» при экспонировании пучком антипротонов на Серпуховском ускорителе У – 70 (Россия). Экспериментальный материал получен в рамках Международного сотрудничества под эгидой Института физики высоких энергий (Серпухов, Россия).

В сотрудничестве на примерно 200 тысяч событиях полностью измерены угловые и энергетические характеристики вторичных частиц. Среди этих неупругих взаимодействий обнаружено 47376 событий антипротон – протонной аннигиляции $\tilde{p}p \to m(\pi^+\pi^-)X^0$, где $m$ – число $\pi^+\pi^-$ пар и $X^0$ - вклад нейтральных частиц.

Азимутальный угол φ вторичной частицы определяется как угол между начальной плоскостью, содержащей продольный импульс вторичных частиц и импульс первичной частицы, и плоскостью, перпендикулярной направлению движения первичной частицы. Быстрота частиц вычисляется по формуле

$$y = \frac{1}{2}\ln\frac{E+P_{||}}{E-P_{||}},$$

где $E, P_{||}$ - энергия и продольный импульс.

На рис. 1 приведены зависимости быстроты $y$ от азимутального угла φ вторичных частиц в реакции антипротон – протонной аннигиляции для множественностей n = 8, n = 10, n = 12, а также распределения переменных φ и $y$ при импульсе антипротона 32 ГэВ/с. Распределения частиц по азимутальному углу построены с шириной интервала 0,2618 радиан, что соответствует углу $15^0$, а ширина интервала быстроты равна 0,25. Средние значения величин φ и $y$ и их дисперсии приведены в таблице 1. Распределения частиц по азимутальному углу становятся более изотропными с увеличением множественности, а распределения по быстроте имеют форму распределения Гаусса.

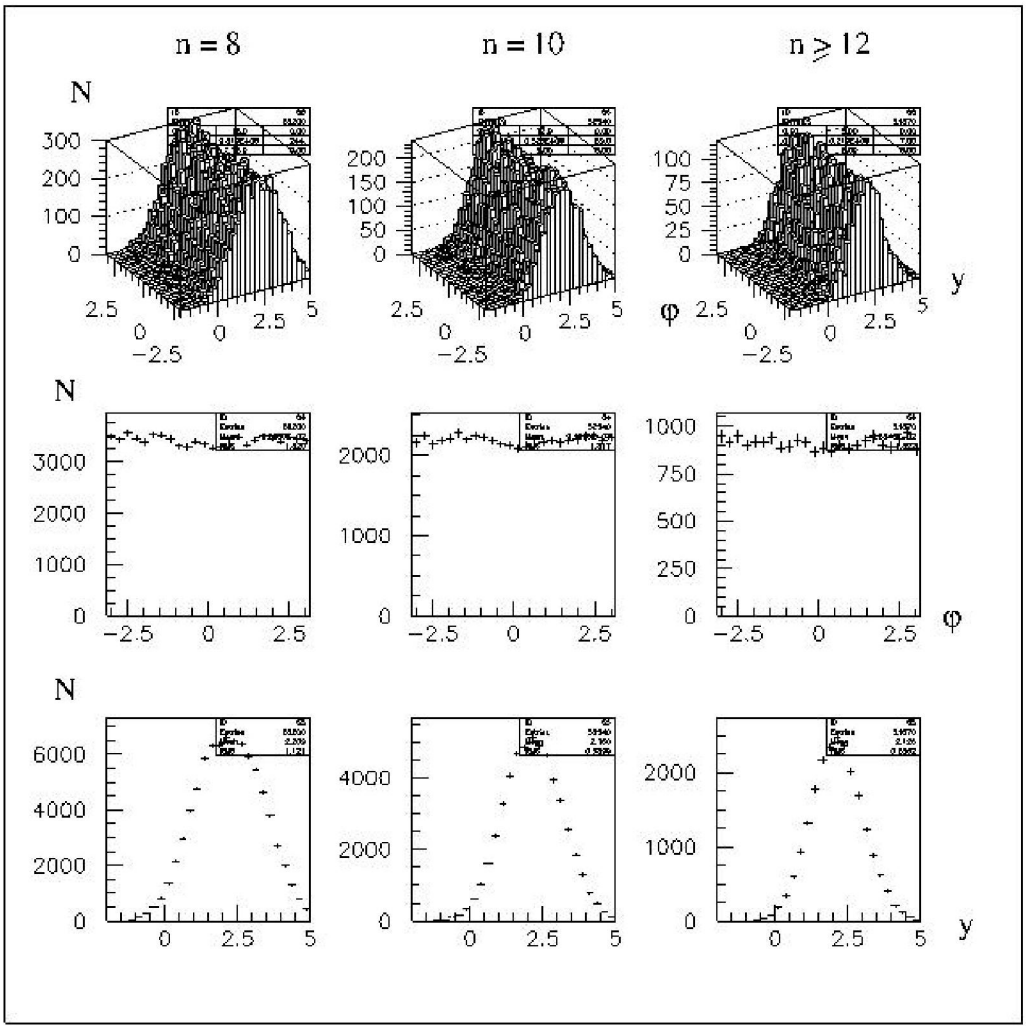


Рисунок 1 – Зависимость быстроты *y* от азимутального угла φ и распределения φ и *y* в аннигиляционном канале при 32 ГэВ/с

Таблица 1 – Количество событий N, средние значения <φ> и <y> дисперсии $D_\varphi, D_y$ в событиях антипротон – протонной аннигиляции при 32 ГэВ/с.

| Множественность n | N | n·N | <φ> | $D_\varphi$ | <y> | $D_y$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 10275 | 82200 | $-0{,}66\cdot10^{-2}$ | 1,820 | 2,209±0,016 | 1,121 |
| 10 | 5254 | 52540 | $-0{,}16\cdot10^{-3}$ | 1,817 | 2,160±0,018 | 0,990 |
| 12 | 1727 | 21870 | $-0{,}88\cdot10^{-3}$ | 1,822 | 2,126±0,028 | 0.886 |

Проведен анализ зависимости разности азимутальных углов $\Delta\varphi_{ik} = \varphi_i - \varphi_k$ между *i* – ой и *k* – ой частицами и их быстротами $\Delta y_{ik} = y_i - y_k$, где *i* = 1, 2, …,*n*; k = 1, 2, …,*n*; $i \neq k$ при числе вторичных частиц *n*. На рис. 2 приведены зависимости разности быстрот $\Delta y_{ik}$ двух частиц от разности азимутальных углов $\Delta\varphi_{ik}$ этих частиц и распределения $\Delta\varphi_{ik}$ и $\Delta y_{ik}$ для множественностей $n = 8, n = 10, n \geq 12$. Количество пар в событии равно $n(n-1)/2$, где n – число частиц в событии. Средние значения величин $\Delta y_{ik}$ и $\Delta\varphi_{ik}$ и их дисперсии приведены в таблице 2.