

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 4, Number 302 (2015), 228 – 234

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF ENERGY AND ANGULAR CHARACTERISTICS OF THE GENERATED PARTICLES IN $\bar{P}P$ -INTERACTIONS AT 22.4 AND 32 GeV/c

E. G. Boos, T. Temiraliyev, M. Izbasarov, V. V. Samoilo, R. A. Tursunov, A. I. Fedosimova

Physico-Technical Institute, Almaty, Kazakhstan

Abstract. At 22.4 and 32 GeV/c in non-annihilation channel distributions on pseudorapidities of particles in interactions with large multiplicities ($n \geq 8$) differ from distributions for all multiplicities ($n \geq 2$). In the annihilation channel pseudorapidity distribution practically does not change with multiplicity for considering antiproton primary momenta.

Distributions of pairs azimuthal angles difference $\Delta\phi$ have similar quasilinear dependence in annihilation and non-annihilation channels at 22.4 and 32 GeV/c. The comparison with a hypothesis of independent emission of particles indicates the excess of pairs with small values of a difference $\Delta\phi$.

УДК 539.12

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И УГЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕНЕРИРОВАННЫХ ЧАСТИЦ В $\bar{P}P$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ 22.4 И 32 ГэВ/С

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

Физико-технический институт, Алматы, Казахстан

Аннотация. При 22,4 и 32 ГэВ/с в неаннигиляционном канале распределения по псевдобыстроатам частиц во взаимодействиях с большой множественностью ($n \geq 8$) отличаются от распределений для всех множественностей ($n \geq 2$). В аннигиляционном канале распределение псевдобыстроты практически не меняется с изменением множественности для рассматриваемых первичных импульсов антипротонов.

Распределения разности азимутальных углов пар $\Delta\phi$ имеют одинаковую квазилинейную зависимость в аннигиляционном и неаннигиляционном каналах при 22.4 и 32 ГэВ/с. Сравнение с гипотезой независимого испускания частиц указывает на избыток пар с малыми значениями разности $\Delta\phi$.

Множественное образование частиц в антипротон-протонных столкновениях возникают в результате аннигиляции антипротонов с протонами, а также в неаннигиляционных каналах, аналогичные неупругим процессам, протекающим в протон-протонных взаимодействиях [1-4].

В работе анализируются экспериментальные данные полученные в антипротон-протонных взаимодействиях при импульсе 32 ГэВ/с, зарегистрированных во Французской 5 м водородной пузырьковой камере (ВПК) «Мирабель» [2] и при 22.4 ГэВ/с в Дубненской 2 м ВПК «Людмила» [3], экспонированных на Серпуховском ускорителе У-70 (г.Серпухов, Россия).

Исследование азимутального углового распределения вторичных частиц, рожденных в ядерных взаимодействиях, является важнейшим источником информации о механизме этих взаимодействий. Азимутальный угол ϕ ($0 \leq \phi \leq 2\pi$) вторичной частицы определяется как угол между начальной плоскостью, содержащей продольные импульсы вторичных частиц и

импульс первичной частицы, и плоскостью, перпендикулярной направлению движения первичной частицы [5].

В работе [6] при первичном импульсе антипротона 22,4 ГэВ/с показано, что распределение вылета вторичных заряженных частиц по азимутальному углу φ не согласуется с изотропным распределением. Плотное распределение φ наблюдается в интервалах углов $30^\circ \div 150^\circ$ и $210^\circ \div 330^\circ$ в антипротон – протонной аннигиляции, а в неаннигиляционном канале в интервалах углов $45^\circ \div 135^\circ$ и $225^\circ \div 315^\circ$. В этой связи проведен анализ распределения по азимутальному углу φ вторичных заряженных частиц в антипротон – протонных взаимодействиях при 32 ГэВ/с. (статистика в 3 раза больше, чем в эксперименте при 22,4 ГэВ/с).

Распределения вторичных заряженных частиц по азимутальному углу φ в неаннигиляционном канале антипротон – протонных взаимодействий при 32 ГэВ/с приведены для всех множественностей ($n \geq 2$) на рисунке 1a и для множественностей $n \geq 8$ на рисунке 1b, а для антипротон – протонной аннигиляции, приведены для всех множественностей ($n \geq 2$) на рисунка 1c и для множественностей $n \geq 8$ на рисунке 1d.

Из рисунка 1 видно, что распределения по φ во взаимодействиях с большой множественностью ($n \geq 8$) не отличаются от распределений для всех множественностей ($n \geq 2$), а также наблюдается идентичность распределений φ в аннигиляционном и неаннигиляционном каналах.

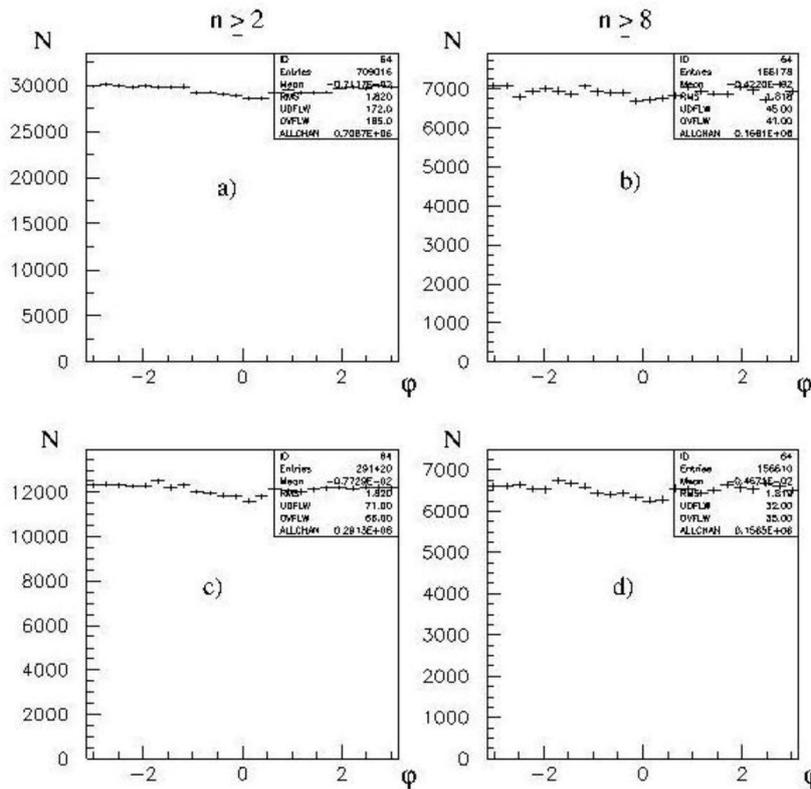


Рисунок 1 – Распределения частиц по азимутальному углу при 32 ГэВ/с: a, b – неаннигиляционный канал, c, d – антипротон-протонная аннигиляция

Распределения псевдобыстрот $\eta = \lg \text{tg} \Theta$ частиц, образованных во взаимодействиях антипротонов с протонами при двух первичных импульсах антипротона 22.4 и 32 ГэВ/с, которые приведены соответственно на рисунке 2 a, b для неаннигиляционных $\bar{p}p$ -взаимодействий для всех множественностей $n \geq 2$ и для множественностей $n \geq 8$. На рисунке 3 представлены аналогичные данные как на рисунке 2 для аннигиляционного канала $\bar{p}p$ -взаимодействий. Среднее значение $\langle \eta \rangle$ и дисперсия D_η приведены в таблице 1.

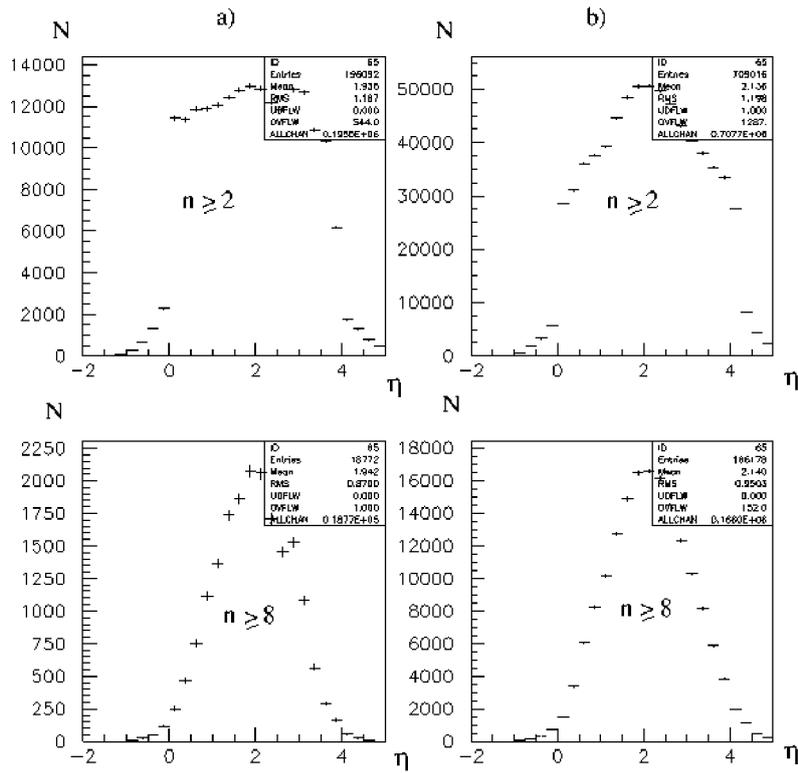


Рисунок 2 – Распределение псевдобыстроты частиц в неаннигиляционном канале $\bar{p}p$ -взаимодействий при импульсе 22.4 – (а) и 32 ГэВ/с – (б)

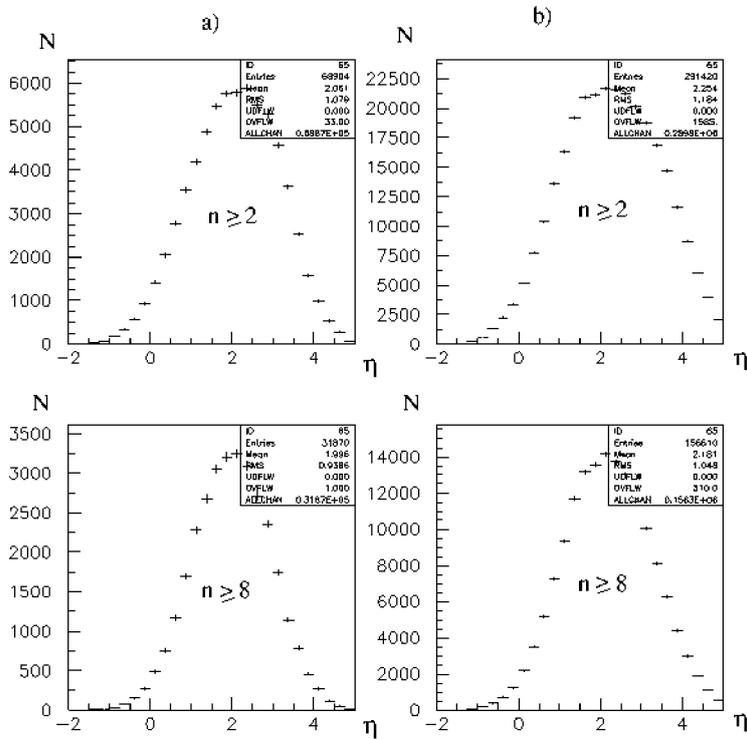


Рисунок 3 – Распределение псевдобыстроты частиц в аннигиляционном канале $\bar{p}p$ -взаимодействий при импульсе 22.4 –(а) и 32 ГэВ/с – (б)

Таблица 1 – Количество частиц N , среднее значение $\langle \eta \rangle$ и дисперсия D_η

Эксперимент	Параметр		
	N частиц	$\langle \eta \rangle$	D_η
Неаннигиляционный канал			
22.4 ГэВ/с ($n \geq 2$)	196092	1.936±0.004	1.187
22.4 ГэВ/с ($n \geq 8$)	18772	1.942±0.014	0.870
32 ГэВ/с ($n \geq 2$)	709016	2.136±0.003	1.198
32 ГэВ/с ($n \geq 8$)	166178	2.140±0.005	0.950
Аннигиляционный канал			
22.4 ГэВ/с ($n \geq 2$)	68904	2.061±0.008	1.079
22.4 ГэВ/с ($n \geq 8$)	31870	1.996±0.011	0.939
32 ГэВ/с ($n \geq 2$)	291420	2.254±0.004	1.184
32 ГэВ/с ($n \geq 8$)	156610	2.181±0.006	1.048

Из данных таблицы 1 видно, что распределение частиц по квазибыстротам для всех множественностей $n \geq 2$ шире, чем во взаимодействиях с множественностью $n \geq 8$ в неаннигиляционных и аннигиляционных каналах при одиноковом первичном импульсе антипротона. Различие более заметно в неаннигиляционном канале. Максимумы распределений и средние значения псевдобыстроты приходятся ожидаемому значению $\eta \sim 2$ при первичном импульсе 22.4 ГэВ/с и $\eta \sim 2.2$ при 32 ГэВ/с. С ростом первичной энергии от 22.4 и до 32 ГэВ происходит смещение η -распределений в сторону увеличения на величину $\Delta \langle \eta \rangle \sim 0.2$. Эта закономерность повторяется и в аннигиляционных каналах.

Распределение разности псевдобыстрот $\Delta \eta$ двух частиц в зависимости от разности азимутального угла $\Delta \varphi$ этих частиц и распределение по $\Delta \eta$, $\Delta \varphi$ в аннигиляционном канале для всех множественностей ($n \geq 2$) приведены на рисунке 4 при первичном импульсе антипротона 22.4 ГэВ/с (a) и при 32 ГэВ/с (b).

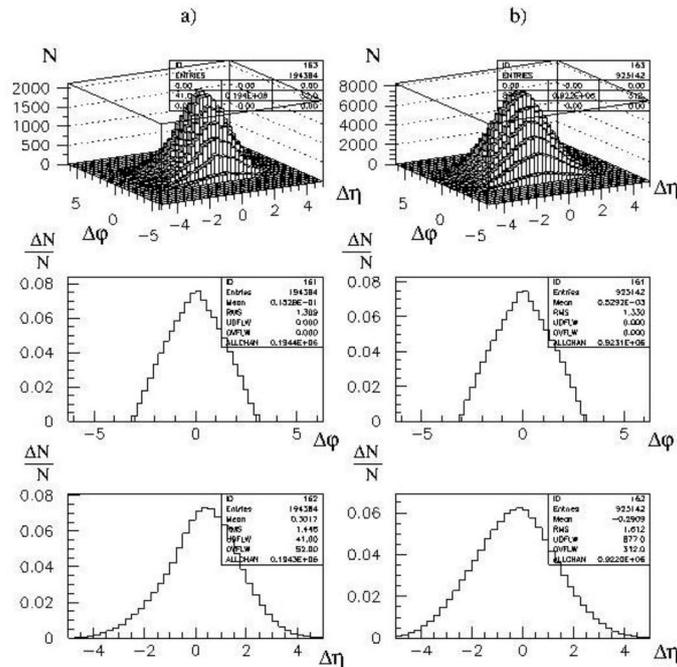


Рисунок 4 – Зависимость $\Delta \eta_{ik}$ от $\Delta \varphi_{ik}$ и распределения $\Delta \eta$, $\Delta \varphi$ в аннигиляционном канале при импульсе 22.4 ГэВ/с (a) и при 32 ГэВ/с (b) для $n \geq 2$

На рисунке 5 приведены аналогичные данные, как на рисунке 4, для неаннигиляционного канала $\tilde{p}p$ - взаимодействий при импульсе 22,4 ГэВ/с – (а) и при 32 ГэВ/с (b).

Видно, что распределения разности азимутальных углов пар $\Delta\varphi$ имеют одинаковую квазилимитную зависимость в аннигиляционных и неаннигиляционных каналах при импульсе первичного антипротона 22,4 и 32 ГэВ/с.

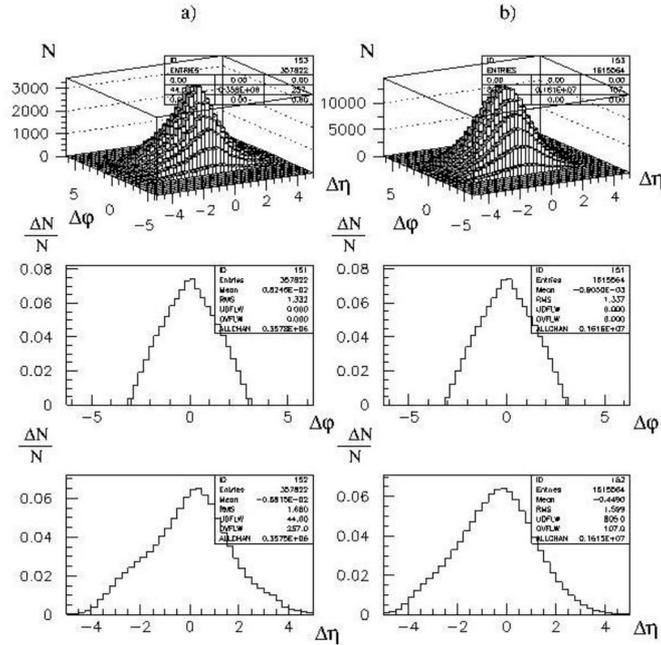


Рисунок 5 – Зависимость $\Delta\eta_{ik}$ от $\Delta\varphi_{ik}$ и распределения $\Delta\eta$, $\Delta\varphi$ в неаннигиляционном канале при импульсе 22.4 (а) и 32 ГэВ/с (b) для $n \geq 2$

Средние значения величины $\Delta\eta$, $\Delta\varphi$ и их дисперсии для неаннигиляционного и аннигиляционного каналов для всех множественностей приведены в таблице 2. В таблице 2 также приведены данные для множественностей $n \geq 8$ при первичном импульсе 22.4 ГэВ/с [6] и при 32 ГэВ/с [7].

Распределение $\Delta\eta_{ik}$ описывается достаточно хорошо функцией Гаусса, в то время как распределение по $\Delta\varphi_{ik}$ имеет симметричный вид, описываемый линейной зависимостью вида

$$\frac{\Delta N}{N \Delta\varphi_{ik}} = a - b \Delta\varphi_{ik}, \text{ где } a_{NA} = 0.290 \pm 0.003; b_{NA} = 0.103 \pm 0.002 \text{ в неаннигиляционном канале и}$$

$$a_A = 0.290 \pm 0.003; b_A = 0.103 \pm 0.002 \text{ в аннигиляционном канале.}$$

Из сопоставления этих данных следует, что в азимутальной плоскости взаимодействия валентные кварки (антикварки) не изменяет вида азимутального углового распределения вторичных мезонов. Это одна из существенных особенностей проявления квантовой хромодинамики в процессах мягкой адронизации.

Если принять, что максимально возможные разности $\Delta\varphi_{ik}$ совпадают с данными эксперимента, т.е. $(\Delta\varphi_{ik}) = \pm 3.14$ радиан, то максимальная плотность частиц

$$\left(\frac{dw}{d\Delta\varphi_{ik}}\right)_{\max} = \frac{1}{2\pi} = \frac{1}{6.28} = 0.16 \text{ значительно меньше экспериментального значения}$$

$$\left(\frac{dw}{d\Delta\varphi_{ik}}\right)_{\max} = 0.290 \pm 0.003.$$

Таблица 2 – Количество частиц N , среднее значение разности квазибыстрот $\Delta\eta$ и азимутального угла $\Delta\varphi$ и их дисперсии $D_{\Delta\eta}$ и $D_{\Delta\varphi}$

Эксперимент	Параметр				
	N частиц	$\langle \Delta\varphi \rangle$	$D_{\Delta\varphi}$	$\langle \Delta\eta \rangle$	$D_{\Delta\eta}$
Неаннигиляционный канал					
22.4 ГэВ/с ($n \geq 2$)	357822	0.0082	1.332	- 0.0068	1.680
22.4 ГэВ/с ($n \geq 8$)	69146	- 0.0014	1.291	0.1327	1.249
32 ГэВ/с ($n \geq 2$)	1615564	0.0009	1.337	-0.4490	1.599
32 ГэВ/с ($n \geq 8$)	627225	0.0028	1.318	-0.1886	1.358
Аннигиляционный канал					
22.4 ГэВ/с ($n \geq 2$)	194384	0.0153	1.309	0.3017	1.446
22.4 ГэВ/с ($n \geq 8$)	121911	0.0132	1.295	0.3294	1.317
32 ГэВ/с ($n \geq 2$)	923142	0.0005	1.330	-0.2909	1.612
32 ГэВ/с ($n \geq 8$)	649217	0.0036	1.320	-0.1803	1.500

Количественно экспериментальные данные существенно расходятся с моделью изотропного и независимого вылета вторичных частиц.

Из этого сопоставления можно сделать вывод, что количество коррелированных «узких» пар частиц в эксперименте значительно превышает величину, ожидаемую при равномерном, изотропном и некоррелированном испускании заряженных мезонов.

Количественное значение этого отличия может являться важным экспериментальным критерием для выбора физической модели мягкой адронизации кварков в неупругих антипротон – протонных взаимодействиях.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ward C.N., Ward P.R. et al. // Nucl. Phys. 1979, v. B153, p. 299.
- [2] Власов Е.В., Бабинцев В.В. и др. // Препринт ИФВЭ, 81 – ОЭИПК, Е – 122, Серпухов, 1981.
- [3] Boos E.G., Ermilova D.I. et al. // Nuovo Cimento, 1978, v. 47A, p. 377.
- [4] Абрамовский В.А. // Вестник Нижегородского Государственного университета, 2013, т. 2, № 75, стр. 59 – 63.
- [5] Азимов С.А., Чернов Г.М. Статистические методы в физике высоких энергий. // Издательство «Фан» Узбекской ССР, Ташкент, 1970.
- [6] Boos Э.Г., Темиралиев Т. и др. // Труды IX конференции научного объединения немцев Казахстана, Алматы, 2014, стр. 88-95.
- [7] Boos Э.Г., Темиралиев Т. и др. // Вестник НАЕН РК (в печати).

REFERENCES

- [1] Ward C.N., Ward P.R. et al. // Nucl. Phys. 1979, v. B153, p. 299.
- [2] Vlasov E.V., Babintsev V.V., et al. Preprint ИФВЭ 81 - ОЭИПК, Е - 122, Serpukhov, 1981. (in Russ.).
- [3] Boos E.G., Ermilova D.I. et al. Nuovo Cimento, 1978, v. 47A, p. 377.
- [4] Abramovskiy V.A. Journal of the Nizhny Novgorod State University, 2013, vol. 2, № 75, pp. 59 - 63. (in Russ.).
- [5] Azimov S.A., Chernov G.M. Statistical methods in high-energy physics. Publishing house "Fan" of the Uzbek SSR, Tashkent, 1970. (in Russ.).
- [6] Boos E.G., Temiraliev T., et al. Proceedings of the IX Conference of the Scientific Association of Germans of Kazakhstan, Almaty, 2014, pp. 88-95. (in Russ.).
- [7] Boos E.G., Temiraliev T., et al. Herald NAEN RK (in press). (in Russ.).

**ИМПУЛЬСИ 22.4 ЖӘНЕ 32 ГЭВ/С $\bar{P}P$ - ӘРЕКЕТТЕСТІКТЕРДЕ ПАЙДА БОЛҒАН
БӨЛШЕКТЕРДІҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ БҰРЫШТЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН
САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ**

Э. Г. Боос, Т. Темірәлиев, М. Избасаров, В. В. Самойлов, Р. А. Турсунов, А. И. Федосимова

Физика-техникалық институты, Алматы, Қазақстан

Аннотация. 22.4 және 32 ГэВ/с импульстерінде аннигиляциялық емес арнада көптігі үлкен ($n \geq 8$) эркеттестіктерде бөлшектердің псевдотездігі бойынша үлестірілімінің барлық көптіктер үшін ($n \geq 2$) үлестірілімінен айырмашылығы бар. Қарастырылатын антипротонның бастапқы импульстерінде аннигиляциялық арнада псевдотездік үлестірілімінің көптіктің өзгеруіне қарай өзгерісі байқалмайды.

22.4 және 32 ГэВ/с импульстерінде аннигиляциялық және аннигиляциялық емес арналарда жұптардың азимуталдық бұрыштарының айырымының $\Delta\phi$ үлестірілімінде біркелкі квазисызықтық тәуелділік орындалады. Бөлшектердің тәуелсіз ұшып шығу болжамымен салыстыру айырым шамасы $\Delta\phi$ аз бөлшектер жұбының басымдығын көрсетеді.

Поступила 07.07.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 4, Number 302 (2015), 234 – 241

THE TECHNIQUE OF USING A SPREADSHEET IN PHYSICS AT SCHOOL COURSE SCENARIO CREATION OF A COMMON STRUCTURE OF THE TRANSFORMER

Zh. A. Musiraliev

Kazakh state women's teacher training university, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: musiraliev1945@mail.ru

Key words: Transformer, spreadsheet, MS Excel, physics

Abstract. In this paper, we consider the use of a spreadsheet for designing transformers. Displaying visibility and ease of use MS Excel to determine the parameters of plates and the number of turns of the windings. Scripting to give it a name, and changed to a range of cells. In this case, the cells the mouse to highlight the cell on the page, easy band. If it does not preclude the window can be set aside. At the end of the script window to program the cell to sense the script window. This scenario is changing the meaning of the cells in the window. User can change any of its. Such 32 hours. At the end of the script. The transformer can be designed in a number of restrictions. There is a separation of the magnetic power cord. The magnetic attraction is the geometrical characteristics of sense. Sok recognized enough power to limit the area of the window may have a short window rolls for wrapping.

МЕКТЕП КУРСЫНДАҒЫ ФИЗИКА ПӘНІНЕ ЭЛЕКТРОНДЫҚ КЕСТЕНІ ҚОЛДАНУ ӘДІСІ ТРАНСФОРМАТОРДЫҢ ЖАЛПЫ ҚҰРЫЛЫМЫН ЖАСАУ СЦЕНАРИИ

Ж. А. Мүсіралиев

Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: трансформатор, электрондық кесте, MS Excel, физика.

Аннотация. Жұмыста электрондық кестені трансформаторды жобалау есебіне қолдану жолы қарастырылған. Трансформатордың пластиналарының параметрлерін, орам сандарын анықтау үшін MS Excel-ді пайдаланудың өте қолайлы және тиімді екендігі көрсетілді. Сценарииді жасауда қолданушы оған ат беруге, және өзгерген ұяшықтардың диапазонын енгізуге міндетті. Бұл жағдайда ұяшықтар қою рамкамен коршалғандықтан, жұмыс парақта крек ұяшықты тышқанмен ерекшелу арқылы, диапазонды беру оңай.