

6. Кудрик Я.Я., Абдизжалиев С.К. Особенности температурной зависимости тока насыщения прямосмещенных диодов Шоттки $\text{TiB}_x\text{-n-6H SiC}$. // Известия вузов радиоэлектроника.

7. Abdizhaliev S.K., Ismailov K.A., Kamalov A.B., Kudrik Ya.Ya. Effect of microwave treatment on the parameters of $\text{Au-TiB}_x\text{-GaAs (SiC 6H)}$ surface-barrier structures. // Semiconductor Physics Quantum Electronics & Optoelectronics. 2003. Т. 6, № 2. -Р. 202-204.

8. Boltovets N.S., Zorenko A., Ivanov V.N., Vlaskina S.I., Konakova R.V., Kudrik Ya.Ya., Litvin P. M., Litvin O. S., Milenin V.V., Abdizhaliev S.K. Peculiarities of the formation and thermal stability of barrier contacts in high-sensitivity silicon carbide detector diodes// Technical Physics Letters, Volume 29, -Р. 22–25, 2003.

РЕЗЮМЕ. Ушбу ишда $\text{Au-TiB}_x(\text{ZrB}_x)\text{-n-SiC 6H}$ юкори частотали детектор диодларининг электр параметрлари ва хусусиятлари кўрсатилган. Ушбу диодлардан кенг қувват диапазонида (шу жумладан 1 ваттгача қувват) фойдаланиш учун қувват сенсори сифатида фойдаланиш имконияти ўрганилди.

РЕЗЮМЕ. В этой работе представляется электрические параметры и характеристики микроволновых детекторных диодов $\text{Au-TiB}_x(\text{ZrB}_x)\text{-n-SiC 6H}$. Была изучена возможность использования этих диодов в качестве датчиков мощности для применения в широком диапазоне мощностей (включая мощность до 1 Вт).

SUMMARY. In this work, the electrical parameters and characteristics of the ultrahigh frequency detector diodes $\text{Au-TiB}_x(\text{ZrB}_x)\text{-n-SiC 6H}$ are presented. The possibility of using these diodes as power sensors for applications in a wide range of capacities (including power up to 1 W) has been studied.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЕ Δ^0 -ИЗОБАР В ЦЕНТРАЛЬНЫХ $p^{12}\text{C}$ - И $d^{12}\text{C}$ -СОУДАРЕНИЯХ ПРИ 4.2 А ГэВ/с

Р.Бекмирзаев – доктор физико-математических наук, профессор
Джизакский государственный педагогический университет

К.Олимов – доктор физико-математических наук, профессор

Б.Юлдашев – доктор физико-математических наук, профессор, академик
Физика – технический институт, АН РУз

М.Султанов – кандидат физико-математических наук, доцент
Самаркандский архитектурно-строительный университет

С.Юлдашев – докторант
Самаркандский государственный университет

Таянч сўзлар: ядро, нуклон, Δ -изобар, эффективная масса, масса спектрининг кенглиги, зарядланган зарралар, марказий тўқнашув, тезлаткич, пропан камераси, углерод.

Ключевые слова: ядро, нуклон, Δ -изобара, эффективная масса, ширина массового спектра, заряженные частицы, центральное соударение, ускоритель, пропановая камера, углерод.

Key words: nucleus, nucleon, Δ -isobar, effective mass, mass spectrum width, charged particles, central collision, accelerator, propane chamber, carbon.

Введение. Как нам известно, до сегодняшнего дня не создана теории сильных взаимодействий. Здесь важный рол играет изучении множественные процессы, где рождаются множество вторичных заряженных и нейтральных частиц образованных в неупругих адрон – ядерных и ядро – ядерных взаимодействиях в широком энергетическом интервале. Для получение полезную информации необходимо анализировать процессы, где участвует много нуклонов при взаимодействии.

Одна из фундаментальных задач в современной ядерной физике является изучение нуклонной степени свободы. В начале была обнаружена протон – нейтронный состав ядра, затем квазинуклонов, пионов, барионных резонансов, партонов, кварков и глюонов. Работы посвященные этим событием было освещено в многочисленных научных и популярных работах и обзорах [1-11]. Что касается барионных резонансов, актуальности образование Δ резонанса на сегодняшний день продолжает оставаться важной темой для исследований, как экспериментаторов, так и теоретиков. Это связано с тем, что Δ резонансы может образоваться в различных сильных и электромагнитных взаимодействиях под действием различных частиц-пионов, барионов, ядер, γ -квантов и электронов. Кроме этого, не все существующие теоретические модели не позволяют однозначно описать всю суммарную экспериментальных данных по рождению Δ резонанса. Получен-

ные результаты в этих работах показали, что разные характеристики (ширина и масса) Δ резонанса, рожденного в столкновениях ядер отличаются от таковых для Δ резонанса, рожденного в столкновениях свободных нуклонов.

В настоящее время экспериментальных данных по образованию Δ -изобар в адрон- и ядро ядерных соударениях при высоких энергиях очень мало, имеются лишь несколько работ. Изучение образование барионных резонансов в центральных адрон- и ядро ядерных соударениях при промежуточных и высоких энергиях почти отсутствует. Из ранее полученных результатов по барионным резонансам показывают, что ширина массы Δ^0 -изобары на 20–25% меньше ($\Gamma = 85\text{--}95$ МэВ), (по нашим результатам, в центральных $p^{12}\text{C}$ - и $d^{12}\text{C}$ -соударениях при 4.2 А ГэВ/с ($\Gamma = 85\text{--}95$ МэВ)) чем таковая ($\Gamma = 120$ МэВ) для изобар, рожденных в нуклон-нуклонных или пион-нуклонных соударениях. Впервые в работе [7] в $p^{12}\text{C}$ -соударениях при 4.2 ГэВ/с проводилось исследование образования Δ^0 -резонанса

ядра мишени ядерный потенциал не позволяет изобаре распасться до момента покидания им ядерного потенциала. Им было показано, что время жизни Δ^0 изобары, образованной внутри ядра мишени состоит из двух частей: время прохождения через ядро и время распада свободной Δ^0 -изобары. В связи с этим представляет определенный интерес исследования образования Δ^0 -резонансов в центральных $p^{12}\text{C}$ - и $d^{12}\text{C}$ -соударениях при 4.2 А ГэВ/с.

Экспериментальный материал и полученные результаты

Использованный экспериментальный материал в данной работе получен с помощью 2-метровой пропановой пузырьковой камеры ЛВЭ ОИЯИ, облученной пучками протона и ядер дейтрона и при импульсе 4.2 ГэВ/с на нуклон на Дубненском синхрофазотроне и состоит из 6736 $p\text{C}$ -, 7071 $d\text{C}$ -событий.

Отрицательные π -мезоны идентифицируются визуально только по знаку заряда. Среди них примесь неидентифицируемых электронов не превышает 5%, а отрицательных странных частиц – 1%. Нижняя граница импульса, начиная с которой заряженные пионы уверенно идентифицируются, составляет 70 МэВ/с.

Все вопросы связанной с методической особенностью эксперимента приведены в [12–17]. В отличие от [17] в данной работе учтены вклады в импульсные характеристики вторичных π^- -мезонов, длина проекции треков у которых составляет меньше 4 см. Для таких π -мезонов были измерены только их углы вылета, естественно невозможно было вычислить их импульсы из-за короткой длины проекции треков в рабочем объеме камеры. Восстановление импульсов таких π^- -мезонов проводилось следующим образом. Были построены импульсные спектры π^- -мезонов с длиной проекции треков больше 4 см, разбивая их на 18 гистогрмм по их углу вылета θ ($0 \leq \theta \leq 180^\circ$) в лабораторной системе с шириной углового интервала $\Delta\theta=10^\circ$. Далее, в соответствии с измеренным углом вылета π^- -мезонов, длина проекции треков у которых меньше 4 см, случайным образом разыгрывался значение их импульса по той или иной импульсной гистограмме.

В условиях полной геометрии с помощью 2-м пропановой пузырьковой камеры нами было изучено образование Δ^0 -резонансов образованных в центральных $p^{12}\text{C}$ - и $d^{12}\text{C}$ -соударениях при 4.2 А ГэВ/с. Для того чтобы как можно больше уменьшить фоновый вклад от некоррелированных $p\pi$ пар, был проанализирован угол между протоном и пионом. При распаде Δ -изобары на лету угол α между вылетающим протоном и пионом в лабораторной системе определяется соотношением

$$\cos \alpha = \frac{1}{p_p p_\pi} \left(E_p E_\pi - \frac{M_\Delta^2 - M_\pi^2 - M_p^2}{2} \right), \quad (1)$$

где p_p и p_π – импульсы протона и пиона, E_p и E_π – их энергии, и $M_\Delta = 1232 \text{ МэВ}/c^2$. Это значение было сравнено с косинусом экспериментально измеренного угла β ,

$$\cos \beta = \frac{\mathbf{p}_p \mathbf{p}_\pi}{p_p p_\pi}, \quad (2)$$

Экспериментальное распределение dn/dM по инвариантной массе пар $(p\pi^\pm)$ было построено используя следующие критерии:

1. Были использованы только комбинации удовлетворяющие неравенству

$$|\cos \beta - \cos \alpha| < \varepsilon, \quad (3)$$

где ε – параметр обрезания, теоретически лежащий в интервале $[0, 2]$. При этом, чем точнее измерены импульсы протона и пиона, тем ниже должен быть верхний предел этого интервала.

2. Протоны, имеющие импульс $p > 3 \text{ ГэВ}/c$ и угол вылета относительно первичного

пучка $\theta < 4^\circ$ в ^4HeC -соударениях при импульсе 4.2 ГэВ/с на нуклон, считались спектаторными и исключались из дальнейшего анализа.

3. Протоны, испущенные из углеродной мишени и имеющие импульс в лабораторной системе координат $p < 0.2 \text{ ГэВ}/c$, считались испарительными и исключались из дальнейшего рассмотрения.

Следует отметить, что из всех вышеприведенных критериев (1) – (3), наиболее эффективным является критерий (1), который позволяет получить наибольшее подавление фона.

Экспериментальные распределения были получены, используя вышеуказанные критерии, путем комбинирования протонов и пионов в каждом отдельном событии. Фоновые распределения строилось по тем же критериям, что и экспериментальные распределения, но комбинировались протоны и пионы, подобранные случайным образом из разных событий. Для учета влияния топологии событий при получении фоновых распределений комбинировались события с равными множествами частиц. Число разыгранных фоновых комбинаций по каждому изучаемому резонансу было в пять и более раз больше, чем соответствующее число комбинаций в экспериментальном распределении. По сравнению с экспериментальными, фоновые распределения нормировались на число комбинаций в эксперименте. Чтобы получить массовое распределение резонанса, было проанализировано распределение разности между спектрами экспериментальных и фоновых инвариантных масс, данное соотношением

$$D(M) = \frac{dn}{dM} - a \frac{dn^b}{dM}, \quad (4)$$

где a – это нормировочный фактор. Интерпретируя распределение $D(M)$ как чистый Δ -сигнал, мы аппроксимировали его релятивистской формулой Брейта – Вигнера [9]:

$$b(M) = \frac{\Gamma M M_\Delta}{(M^2 - M_\Delta^2)^2 + \Gamma^2 M_\Delta^2}, \quad (5)$$

где M_Δ и Γ – масса и ширина

значениях ε и a . Наилучшие значения параметров ε и a были определены из анализа поведения функции $\chi^2(\varepsilon, a)$ путем нахождения минимума $\chi^2(\varepsilon, a)$.

В настоящей работе представлены новые экспериментальные данные о различных характеристиках Δ^0 -изобар, образованных в центральных $p^{12}C$ - и $d^{12}C$ -соударениях при 4.2 А ГэВ/с.

Поскольку, что в обоих соударениях среднее число протонов оказалось близки к 1 (см. табл.), к центральным соударениям относились те $p^{12}C$ - и $d^{12}C$ -соударения, в которых число протонов-участников ≥ 3 . На рис. 1 и 2 приведены массовые спектры Δ^0 -изобар в рассматриваемых соударениях, соответственно.

Таблица. Значение массы M_Δ и ширины массового спектра Γ Δ^0 -изобар

Тип соударений	Среднее число протонов-участников	M_Δ , МэВ	Γ , МэВ	$\chi^2/\text{чис. степ. воб.}$
$p^{12}C$	0.91 ± 0.01	1235 ± 3	51 ± 6	0.69
$d^{12}C$	1.12 ± 0.01	1234 ± 2	44.9 ± 3.8	0.54

Значения массы, ширины массы и средняя число протонов-участников образованных в центральных pC - и $d^{12}C$ -соударениях приведены в таблице.

Как видно из табл. 1 ширина массового спектра Δ^0 -изобар, в обоих типах соударений близко к друг другу.

Получены средние множественности протонов участников образованных в центральных $p^{12}C$ - и $d^{12}C$ -соударениях при 4.2 А ГэВ/с и они оказались совпадающими в пределах статистических погрешностей, составляя 0.91 ± 0.01 и 1.12 ± 0.01 , соответственно (см. табл.).

На рис. 1 и 2 представлены экспериментальное и фоновое распределение эффективных масс протонов и π^- -мезонов в центральных $p^{12}C$ - и $d^{12}C$ -соударениях. Экспериментальное распределение по инвариантной массе пар $(p\pi^-)$ было получено путем комбинирования протонов и пионов в каждом отдельном экспериментальных событии. Фоновое распределение по инвариантной массе пар $(p\pi^-)$ было получено путем комбинирования протонов и пионов, подобранных случайным образом из разных событий.

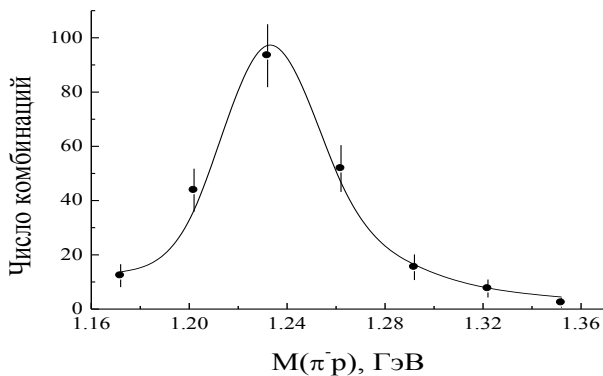


Рис.1. Распределение по эффективной массе π^-p -пар в центральных соударениях $p^{12}C$ -взаимодействий при 4.2 ГэВ/с при значениях параметров $\varepsilon = 0.25$, $a = 0.4$

Сплошные кривые – результаты аппроксимации экспериментальных спектров формулой (5)

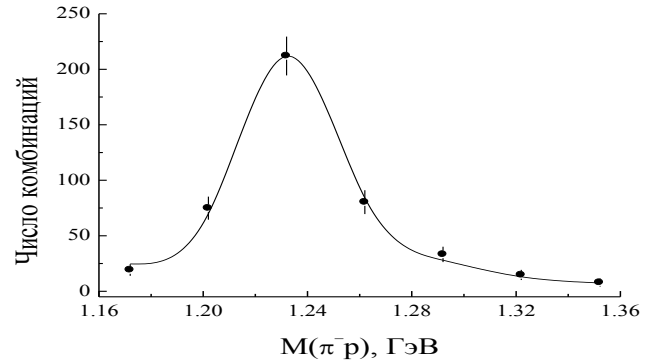


Рис. 2. Распределение по эффективной массе π^-p -пар в центральных соударениях $d^{12}C$ -взаимодействий при 4.2 ГэВ/с при значениях параметров $\varepsilon = 0.18$, $a = 0.13$. Сплошные кривые – результаты аппроксимации экспериментальных спектров формулой (5).

Из рисунков видно, что для большинства пар $(p\pi^-)$ экспериментальный спектр dn/dM содержит большой вклад от некоррелированных пар протонов и пионов.

Кривые на рисунках – результат аппроксимации экспериментальных спектров эффективных масс протон и π^- пар $M(\pi^-p)$ по релятивистской формуле Брейта-Вигнера [9]: Результаты аппроксимации приведены в табл. 1.

Экспериментальные распределения получены используя разных разработанных критерии, путем комбинирования протонов и π^- -мезонов в каждом отдельном событии. Фоновые распределения строилось по тем же критериям, что и экспериментальные распределения, но комбинировались протоны и пионы, подобранные случайным образом из разных событий.

Из рисунков 1, 2 видно, что спектры хорошо описывается данной формулой со значениями $M_{pC} = 1235 \pm 3$ МэВ/с², $M_{dC} = 1234 \pm 2$ МэВ/с² и $\Gamma_{pC} = 51 \pm 6$ МэВ и $\Gamma_{dC} = 44.9 \pm 3.8$ МэВ для изучаемых центральных $p^{12}C$ - и $d^{12}C$ -соударений. Средние значения по эффективной массы и полуширины для обоих типов соударений в пределах ошибок совпадают. При этом доля π^- -мезонов от распада Δ^0 -изобар оказалась равной $36 \pm 4\%$. Этот результат в пределах статистических погрешностей совпадает с данными работы [11].

Закключение. В данной работе мы впервые представили экспериментальные данные по образованию Δ^0 -изобар образованных в центральных $p^{12}C$ - и $d^{12}C$ -соударений. Значения массы и ширины массы Δ^0 -резонансов образованных в центральных pC - и $d^{12}C$ -соударениях в пределах статистических погрешностей независимо от типа взаимодействий совпадают. Средняя число протонов-участников отличаются от друг – друга. Ширины массового спектра этих резонансов в центральной области соударений в среднем 2.4 раза меньше, чем ширина массового спектра Δ -изобары, образованной в свободных нуклон-нуклонных столкновениях. За уменьшение ширины массового спектра Δ -изобар, образованных в центральной области соударений ответственен ядерный потенциал, который не позволяет их распасться пока они не покидают сфера воздействия этого потенциала.

Литература

1. Higgins D. *Phys. Rev. D* 19, 731. 1979.
2. Olimov K. et al., *Int. J. Mod. Phys. E* 29. 2050058. 2020.
3. Olimov K. et al., *Int. J. Mod. Phys. E* 29. 2050042. 2020.
4. Olimov K. et al., *Int. J. Mod. Phys. E* Vol. 30, №. 10. 2021. 2150086
5. Olimov Kh. et al., *Physical Review C*, Vol 75 067901. 2007.
6. Бекмирзаев Р.Н., Олимов Х. Ядерная физика, том 86, № 1, -С. 240–244, 2023.
7. Olimov K. et al., *Int. J. Mod. Phys. E* Vol. 30, №. 10, 2150086. 2021.
8. Bekmirzaev R. et al., *The Third International Forum “Physics -2024”*. -Samarkand: 2024.
9. D. Kripic et al., *Phys. Rev. C* 65. 2002. 034909.
10. Kh. K. Olimov, *Phys. Atom. Nucl.* 73 (2010) 433.
11. Olimov X.K., Mahnaz Q. Haseeb Imran Khan et al. *Phys. Rev. C* 85, 2012.
12. Армутлийски Д. и др., Препринт №P1-87-905, ОИЯИ 1987; ЯФ 49, 182, 1989.
13. Бацкович С. и др., Препринт №P1-88-858, ОИЯИ. – Дубна: 1988.
14. Галоян А.С. и др., Препринт № P1-2002-219, ОИЯИ. –Дубна: 2002.
15. Галоян А.С. и др., Препринт № P1-2002-54, ОИЯИ. –Дубна: 2002.
16. Олимов К. ЯФ 73,459 (2010).
17. Олимов К., Бекмирзаев Р.Н., Петров В.Н. и др., ДАН РУз, №4, 29. 2011.

РЕЗЮМЕ. Ушбу маколада бирламчи импульслари 4,2 А GeV/c бўлган марказий $p^{12}\text{C}$ - ва $d^{12}\text{C}$ - тўқнашувларида ҳосил бўлган Δ^0 -изобарларининг турли характеристикалари бўйича экспериментал маълумотлар келтирилган. Марказлик даражаси сифатида ушбу ҳодисаларда ҳосил бўлган иштирокчи протонлар сони олинган. Иштирокчи протонларнинг ўртача кўплигининг экспериментал қийматлари ўрганилаётган тўқнашувлар учун аниқланади. Иккала турдаги тўқнашувларда ҳам ушбу изобарларнинг эффектив массасининг қиймати ва масса спектрининг кенглиги бир-бирига тўғри келганлиги кўрсатилган.

РЕЗЮМЕ. В настоящей работе представлены экспериментальные данные о различных характеристиках Δ^0 -изобар, образованных в центральных $p^{12}\text{C}$ - и $d^{12}\text{C}$ -соударениях при 4.2 А ГэВ/с. В качестве степени центральности принято число протонов-участников, образованных в этих событиях. Экспериментальные значения средней множественности протонов-участников определены для изучаемых столкновений. Выявлено, что в обоих типах соударений значение эффективной массы и ширины массового спектра этих изобар оказались совпадающими друг с другом.

SUMMARY. The present paper presents experimental data on various characteristics of Δ^0 -isobars formed in central $p^{12}\text{C}$ - and $d^{12}\text{C}$ - collisions at 4.2 А GeV/c. Take the number of participating protons formed in these events as the degree of centrality. Experimental values of the average multiplicity of participant protons are determined for the studied collisions. It is shown that in both types of collisions the value of the effective mass and the width of the mass spectrum of these isobars were found to coincide with each other.

UO‘K 62-21474

PO‘LAT YUZASIGA PLAZMA NITRIDINI TA‘SIR ETTIRISH NATIJASIDA UNING ISHQALANISHGA BARDOSHLIGINI OSHIRISH VA PARAMETRLARINI ASOSLASH

S.A.Kengboyev – katta o‘qituvchi

Toshkent kimyo-texnologiya institutining Shahrisabz filiali

Tayanch so‘zlar: issiqlik bilan ishlov berish, yadro, mikron, kimyoviy tozalash, plazma nitridlash, vaqt, metal yuzasi, geterogen, metallografik sinov, harorat.

Ключевые слова: термическая обработка, сердечник, микрон, химическая обработка, плазменное нитрование, время, поверхность металла, гетерогенный, металлографическое испытание, температура.

Key words: heat treatment, core, micron, chemical treatment, plasma nitration, time, metal surface, heterogeneous, metallographic testing, temperature.

Kundalik hayotda ham, sanoatda ham hayotimizni osonlashtiradigan, yaxshilaydigan mahsulotlar va xavfsizroqlari juda muhim. Shuni hisobga olgan holda, doimiy ravishda takomillashtirish zarurati mavjud bo‘lgan ishlab chiqarishga yondashuv zarur. Sirt xususiyatlarini yaxshilash usullaridan biri mahsulotning ishlab chiqarilishidan keyin uning yuzasiga ishlov berish, odatda uning qattiqlashishiga qaratilgan bo‘ladi. Materiallarning, ayniqsa metallarning sirtini mustahkamlash zarurati har qachongidan ham ko‘proq talabga ega bo‘lmoqda [1]. Bu metall materiallarga muntazam ravishda o‘sib borayotgan talab tufaylidir, yuqori qattqlik bilan, yuqori kuch, abraziv yeyilishga qarshilik ko‘rsatish va eng muhimi ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish orqali olinadi. Ko‘pincha

zamonaviy sirt qattqligini oshirish usullarida kimyoviy qoplama va plazma nitridlanishidir [2].