

ОБРАЗОВАНИЕ Δ^{++} -ИЗОБАР В ОБЛАСТИ ФРАГМЕНТАЦИИ МИШЕНИ И СНАРЯДА ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ДЕЙТРОНОВ С ЯДРАМИ УГЛЕРОДА ПРИ 4.2 ГЭВ/С НА НУКЛОН

К. Олимов

Р.Н. Бекмирзаев

Магистр М. Боймуродов

*Физико-технический институт Академии наук республики Узбекистан
Джизакский государственный педагогический университет*

Аннотация: В представляемой работе приводятся экспериментальные данные по образованию Δ^{++} -изобар в области фрагментации мишени и снаряда во взаимодействиях дейтронов с ядрами углерода при первичном импульсе 4.2 ГэВ/с на нуклон. Приведены а также методика выделения резонансных частиц. Экспериментальный материал получен с помощью 2-х метровой пропановой пузырьковой камеры облученной с пучком дейтронов с импульсом 4.2 ГэВ/с на синхрофазотроне ЛВЭ ОИЯИ.

Ключевые слова: резонанс, изобара, дейтрон, углерод, мишень, снаряд, взаимодействие.

PACS: 25.10.+s, 25.70.Ef

При высоких энергиях в адрон- и ядро-ядерных соударениях наблюдалось проявление коллективных эффектов. Благодаря коллективным эффектам в адрон- и ядро-ядерных соударениях при высоких энергиях образуются так называемые кумулятивные частицы, вылетающие в кинематически запрещенную область для свободных адрон-нуклонных взаимодействий. Характеризуются же эти эффекты взаимодействием большего числа конститuentных кварков (>3), чем в каждом нуклоне и, возможно, проявлением цветных степеней свободы взаимодействующих объектов. Анализ экспериментальных данных по образованию Δ -изобар в ядерных взаимодействиях при высоких энергиях привел к заключению, что они рождаются в результате коллективного возбуждения нуклонов ядра-мишени.

Несмотря на то что в последнее время по образованию кумулятивных частиц в адрон- и ядро-ядерных соударениях при высоких энергиях было накоплено большое количество экспериментальных данных, экспериментальная информация по образованию Δ -резонансов в ядерных соударениях очень скудна. В связи с этим в настоящее время в Мире большое внимание уделяется исследованию образования Δ -резонансов в ядерных взаимодействиях. Для получения более полной информации о роли коллективных эффектов в ядерных взаимодействиях необходимо исследовать образования Δ -резонансов отдельно в области фрагментации ядра-мишени и в области снаряда.

Считается что процессом, отвечающим за рождение мезонов в центральных столкновениях тяжелых ионов при релятивистских энергиях, является возбуждение барионных резонансов во время ранней фазы сжатия столкновения [1]. В целом, средняя масса возбужденных барионных резонансов и число пионов, образованных в результате цепочки их распадов, увеличиваются с ростом бомбардирующей энергии [1]. Этот механизм является основным в образовании пионов, который используется в ядерных транспортных моделях для описания динамики соударений релятивистских тяжелых ионов [2,3]. Экспериментальные результаты по возбуждению Δ резонанса в соударениях тяжелых ионов даны, например, в работах [1,3]. Результаты этих работ показали, что ширина и масса Δ резонанса, образованного в столкновениях тяжелых ионов значительно отличаются от таковых для Δ резонанса, рожденного в столкновениях свободных нуклонов. Таким образом, свойства адронов модифицируются в плотной ядерной среде в ядро-ядерных соударениях, что ведет к значительному уменьшению массы $\Delta(1232)$. Это явление объяснялось в рамках термальной и изобарной моделей [1,4].

Большинство экспериментов по образованию $\Delta(1232)$ резонанса в легких ядрах было проведено при первичных энергиях, изменяющихся от порога рождения $\Delta(1232)$ (~ 650 МэВ на нуклон) до нескольких ГэВ на нуклон. Многие из этих экспериментов были посвящены изучению образования $\Delta(1232)$ в зависимости от переданной энергии $Q = E_0 - E_t$ в реакциях перезарядки $A(^3\text{He}, t)$ с различными легкими ядрами мишени. В ранних работах было показано, что пик сечения образования $\Delta(1232)$ резонанса при $Q \approx 300$ МэВ в реакциях $A(^3\text{He}, t)$ смещен в сторону меньших значений Q в сравнении с соответствующим пиком в реакции $p(^3\text{He}, t)\Delta^{++}$. Это смещение было подтверждено в последующих экспериментах и ассоциировалось с коллективным (не нуклонным) возбуждением Δ резонанса в ядрах.

В настоящей работе представлены новые экспериментальные данные о различных характеристиках Δ^{++} -изобар, образованных в области фрагментации мишени и снаряда во взаимодействиях дейтронов с ядрами углерода при импульсе 4.2 ГэВ/с.

Выделение Δ^{++} -изобар проводилось, применяя процедуру, приведенную в работе [5]. Разделение области фрагментации мишени и снаряда проводилось по импульсу протонов: протоны с импульсами в интервале $0.2 < p < 1.25$ ГэВ/с относились к области фрагментации мишени, а с импульсами $p > 1.25$ ГэВ/с – к области снаряда. На рис. 1 и 2 приведены массовые спектры Δ^{++} -изобар в области фрагментации мишени и в области снаряда, соответственно.

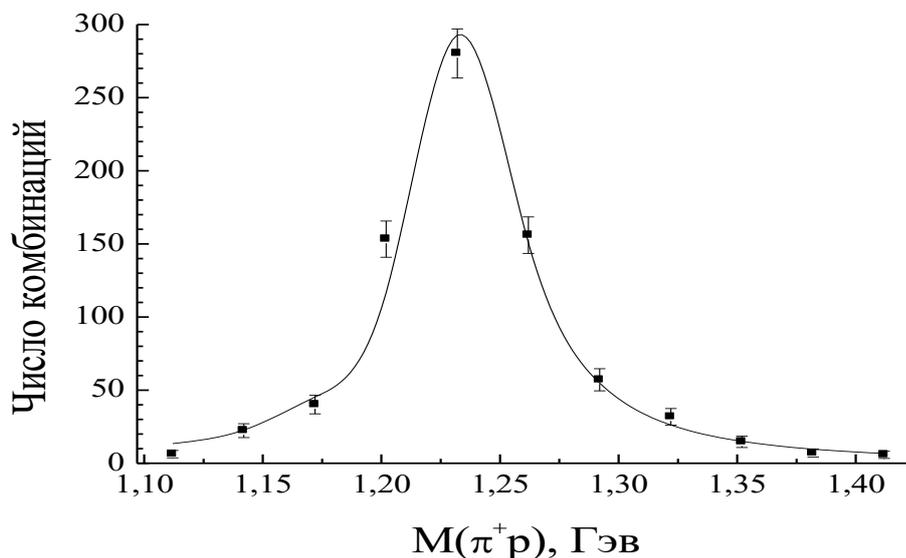


Рис. 1. Спектр эффективных масс Δ^{++} -изобар, образованных в области фрагментации мишени.

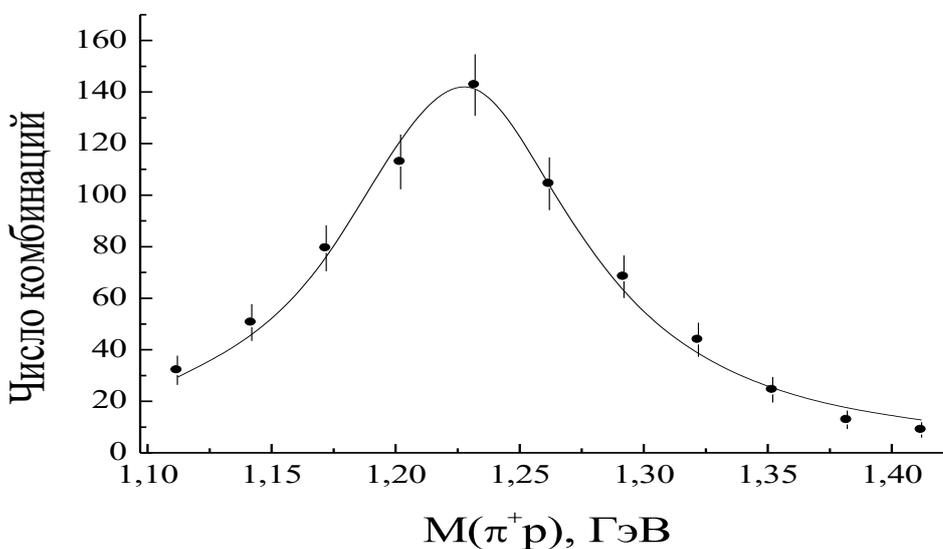


Рис. 2. Спектр эффективных масс Δ^{++} -изобар, образованных в области фрагментации снаряда.

Кривые на рисунках – результат аппроксимации экспериментальных спектров эффективных масс протон и π^+ пар $M(\pi^+p)$ по релятивистской формуле Брейта-Вигнера [6]: Результаты аппроксимации приведены в табл. 1.

Таблица 1. Значение массы M_Δ и ширины массового спектра Γ Δ^{++} -изобар

Область фрагментации	M_{Δ} , МэВ	Γ , МэВ	$\chi^2/\text{чис. степ. своб.}$
Область фрагментация мишени	1235 ± 2	54 ± 3	2.58/7
Область фрагментация снаряда	1228 ± 3	117 ± 8	0.73/7

Как видно из табл. 1 ширина массового спектра Δ^{++} -изобар, образованных в области фрагментации мишени гораздо (более чем в 2.3 раза) меньше, чем ширина Δ^{++} -резонансов, образованных в области фрагментации снаряда. Этот результат совпадает с данными работы [5] и подтверждает их вывод о том, что уменьшение ширины (увеличение времени жизни) Δ^{++} -изобар связано с воздействием ядерного потенциала на их характеристики. Распад Δ^{++} -изобар, образованных в области фрагментации мишени происходит после покидания их радиус взаимодействия ядерного потенциала. Характеристики Δ^{++} -изобар, образованных в области снаряда совпадает с таковыми, Δ^{++} -резонансов, образованными в свободных нуклон-нуклонных взаимодействиях.

Можно сделать следующий вывод, о том, что, на ширины массового спектра Δ -резонанса оказывает существенное влияние ядерный потенциал, препятствуя их распаду пока они не покидают ядро.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1] Kh. K. Olimov, Phys. Rev. C **76**, 055202 (2007).
- [2] G. F. Bertsch, S. Das Gupta, Phys. Rep. **160**, 189 (1988).
- [3] W. Cassing, K. Niita, S.J. Wang, Z. Phys. A **331**, 439 (1988).
- [4] D. Pelte, arXiv: nucl-ex/9902006v1.
- [5] K. Olimov, G. Khudaiberdyev, A. K. Olimov et al., // Intern. Journ. of Modern Physics E Vol. 30, No. 10, 2150086 (2021). <https://doi.org/10.1142/S0218301321500865>.
- [6] D. Higgins, Phys. Rev. D **19**, 731 (1979).