

## ОБРАЗОВАНИЕ $\Delta^{++}$ -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  $\Delta^{++}$ -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, изобора, 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  $\Delta$ -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  $\Delta$ -резонансов в ядерных соударениях очень скудна. В связи с этим в настоящее время в Мире большое внимание уделяется исследованию образования  $\Delta$ -резонансов в ядерных взаимодействиях. Для получения более полной информации о роли коллективных эффектов в ядерных взаимодействиях необходимо исследовать образование  $\Delta$ -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  $\Delta$  резонанса в соударениях тяжелых ионов даны, например, в работах [1,3]. Результаты этих работ показали, что ширина и масса  $\Delta$  резонанса, образованного в столкновениях тяжелых ионов значительно отличаются от таковых для  $\Delta$  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  $\Delta(1232)$  ( $\sim 650$  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  $\Delta$  резонанса в ядрах.

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

Выделение  $\Delta^{++}$ -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  $\Delta^{++}$ -изобар в области фрагментации мишени и в области снаряда, соответственно.

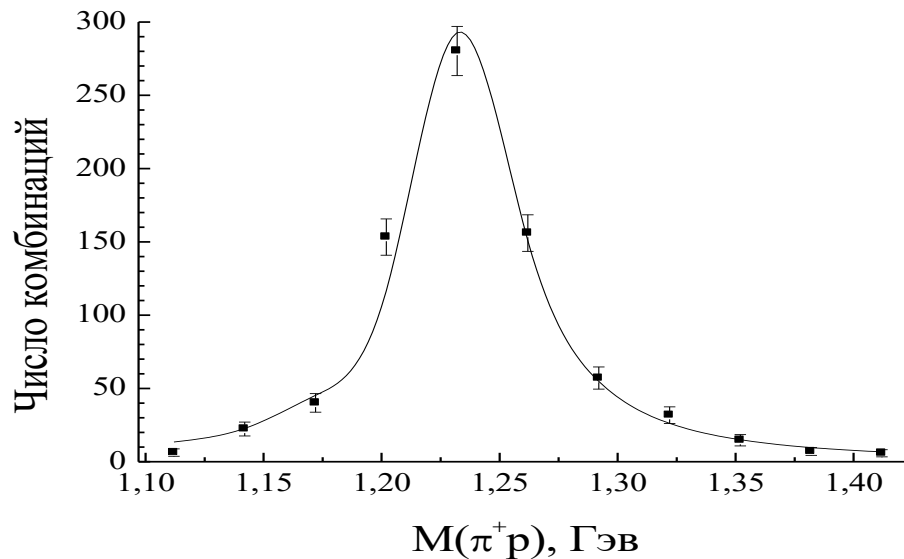


Рис. 1. Спектр эффективных масс  $\Delta^{++}$ -изобар, образованных в области фрагментации мишени.

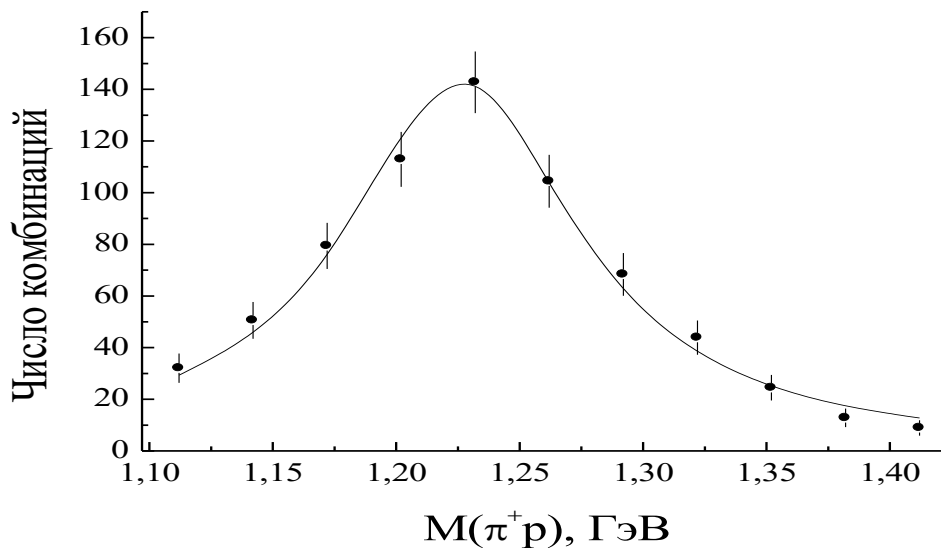


Рис. 2. Спектр эффективных масс  $\Delta^{++}$ -изобар, образованных в области фрагментации снаряда.

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

**Таблица 1. Значение массы  $M_\Delta$  и ширины массового спектра  $\Gamma$   $\Delta^{++}$ -изобар**

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

Как видно из табл. 1 ширина массового спектра  $\Delta^{++}$ -изобар, образованных в области фрагментации мишени гораздо (более чем в 2.3 раза) меньше, чем ширина  $\Delta^{++}$ -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)  $\Delta^{++}$ -изобар связано с воздействием ядерного потенциала на их характеристики. Распад  $\Delta^{++}$ -изобар, образованных в области фрагментации мишени происходит после покидания их радиус взаимодействия ядерного потенциала. Характеристики  $\Delta^{++}$ -изобар, образованных в области снаряда совпадают с таковыми,  $\Delta^{++}$ -резонансов, образованными в свободных нуклон-нуклонных взаимодействиях.

Можно сделать следующий вывод, о том, что, на ширины массового спектра  $\Delta$ -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).