

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Б 89

УДК 539.125.5+
539.125.56+
539.128.2
1-88-184

БРУНЦКО Душан

ИЗУЧЕНИЕ ДЕЙТРОН-ДЕЙТРОННЫХ
И АНТИДЕЙТРОН-ДЕЙТРОННЫХ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ПРИ 12,2 ГэВ/с

Специальность: 01.04.01 – экспериментальная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Дубна 1988

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий Объединённого института ядерных исследований.

Научный руководитель:
кандидат физико-математических наук
старший научный сотрудник

Борис Владимирович
Баткин

Официальные оппоненты:
доктор физико-математических наук
профессор

Валентин Григорьевич
Гришин

кандидат физико-математических наук
старший научный сотрудник

Владимир Васильевич
Аммосов

Ведущее научно-исследовательское учреждение: Институт теоретической и экспериментальной физики, Москва.

Защита диссертации состоится "____" _____ 1988 г.
в _____ час. на заседании Специализированного совета Д-047.01.02
при Лаборатории высоких энергий Объединённого института ядерных
исследований, г.Дубна Московской области, Лаборатория высоких
энергий ОИЯИ, конференц-зал.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ДВЭ ОИЯИ.

Автореферат разослан "____" _____ 1988 г.

Учёный секретарь
специализированного совета *М.Ф.Лихачёв* М.Ф.Лихачёв

Общая характеристика работы

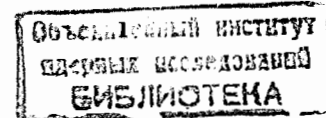
Актуальность проблемы. Исследованию адрон-ядерных и ядро-ядерных взаимодействий при высоких энергиях в последнее время уделяется всё большее внимание. Это связано прежде всего с поиском эффектов многонуклонных взаимодействий, коллективных свойств ядерной материи, с изучением особенностей адрон-ядерных и ядро-ядерных соударений, в которых проявляются кварковые степени свободы. Исследования подобного рода эффектов в случае соударений наиболее лёгких ядер обладают преимуществом относительной простоты взаимодействующих систем нуклонов.

К настоящему времени накоплен довольно значительный экспериментальный материал по взаимодействиям релятивистских адронов и ядер. Отметим, однако, что до проведения рассматриваемого в данной диссертации эксперимента свойства многократных процессов в дейтрон-дейтронных (dd) и антидейтрон-дейтронных ($\bar{d}d$) соударениях были известны только на уровне модельных представлений. Более того, использование дейтронов и антидейтронов позволяет выделить из них нейтрон-нейтронные (nn) и антинейтрон-нейтронные ($\bar{n}n$) процессы, исследования которых до настоящего момента практически не проводились.

Цель работы состояла в получении основных инклюзивных характеристик dd - и $\bar{d}d$ - взаимодействий при 12,2 ГэВ/с. Особое внимание уделялось изучению влияния многократных процессов на поведение dd - и $\bar{d}d$ - соударений. Значительное внимание уделено и изучению основных свойств nn - и $\bar{n}n$ - процессов при 6,1 ГэВ/с, которые были извлечены из dd - и $\bar{d}d$ - столкновений соответственно.

Новизна работы заключается в определении ранее неизвестных топологических сечений неупругих dd - и $\bar{d}d$ - взаимодействий при 12,2 ГэВ/с, nn - и $\bar{n}n$ - соударений и процессов $\bar{n}n$ - аннигиляции при 6,1 ГэВ/с, получении первых данных по основным инклюзивным характеристикам образования π^+ - мезонов в $\bar{d}d$ - взаимодействиях; определении оценки сечения полной $\bar{d}d$ - аннигиляции с образованием одного π^0 - мезона и получении первых данных по эксклюзивным и инклюзивным характеристикам образования π^+ - мезонов, протонов и антипротонов в $\bar{n}n$ - столкновениях при 6,1 ГэВ/с.

Научная ценность работы. Получен и проанализирован большой экспериментальный материал по dd - и $\bar{d}d$ - взаимодействиям при 12,2 ГэВ/с. Из dd - и $\bar{d}d$ - взаимодействий извлечены и проанализированы nn - и $\bar{n}n$ - столкновения при 6,1 ГэВ/с.



Показано, что dd - и $\bar{d}d$ - взаимодействия при 12,2 ГэВ/с удовлетворительно вписываются в рамки глауберовского представления, в частности, показано, что доля многократных столкновений в cd - и $\bar{c}d$ - соударениях соответствует модельному ожиданию. Определено отношение средней множественности заряженных частиц $\langle n_{ch} \rangle$ и дисперсии D для $n\eta$ - и $\bar{n}\eta$ - взаимодействий, совпадение значений которых указывает на существование раннего скейлингового характера $n\eta$ - и $\bar{n}\eta$ - взаимодействий. Этот факт не подтверждает предположение, в рамках которого наступление раннего скейлинга в случае $\bar{N}N$ - соударений обусловлено аннигиляционными процессами.

Определены сечения каналов $\bar{p}p (\bar{n}n) \rightarrow \pi$ - мезоны, значения которых ранее оценивались только с помощью дополнительных предположений.

Практическая ценность работы заключается в следующем:

- разработана методика измерения фильмовой информации, полученной на водородной пузырьковой камере "ЛЮДМИЛА" с внутренней трекочувствительной мишенью;

- разработана процедура определения оптических констант, в результате которой, помимо самих оптических констант, возможно точно установить положение мишени в рабочем объеме камеры и определить значение коэффициента усадки мишени;

- создано программное обеспечение "off-line" обработки фильмовой информации для камеры "Людмила" с внутренней трекочувствительной мишенью.

Результаты, полученные в данной работе, используются в ЛВЭ ОИЯИ при проведении $\bar{d}A$ - эксперимента. Вся совокупность полученных результатов может использоваться при планировании новых исследований по ядро-ядерным взаимодействиям и для развития теоретических моделей.

Объем диссертации. Диссертация состоит из введения, трёх глав и заключения. Диссертация содержит 129 страниц, 49 рисунков, 21 таблицу и библиографический список литературы из 79 наименований.

Содержание диссертации

Во введении подчеркивается актуальность проблемы, сформулирована основная цель работы, приведены новые методические и научные результаты, полученные автором, и изложены основные положения, вынесенные на защиту.

В первой главе излагаются методические особенности процесса получения и обработки данных cd - и $\bar{c}d$ - экспериментов. Приведены основные характеристики камеры "Людмила" с внутренней

трекочувствительной мишенью (ВТМ) и канала сепарированных частиц № 9 серпуховского ускорителя У-70 ИФВЭ.

Наличие ВТМ приводит к некоторым особенностям при обработке экспериментального материала. Это связано с тем, что треки, выходящие из ВТМ в рабочий объем камеры, имеют несколько (как минимум два) сегментов (см.рис.1). Для эффективной работы программы геометрической реконструкции (ПР) оказалось необходимым фиксировать на уровне измерений точки входа трека во внутреннюю стенку ВТМ каждого реконструируемого сегмента. В связи с этим была разработана методика измерений, которая описана в следующих разделах главы.

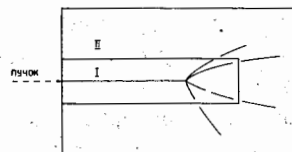


Рис.1. Схематическое изображение взаимодействия, зарегистрированного в ВТМ на одной из стереопроекций: I - рабочая область внутри ВТМ; II - рабочая область вне ВТМ.

Общая схема измерения и математической обработки событий приведена на рис.2. Автором создан весь комплекс программ, включая ПР и программу кинематического анализа (ПКА), с помощью которого в результате обработки формировались ленты суммарных результатов (ЛСР) - ЛСР1 - инклюзивного типа и ЛСР2 - эксклюзивного типа после ПКА. Программы $TINPAT$ x/ и $EDIT$ xx/, входящие в общую схему (см.рис.2), модифицированы с учётом условий cd - и $\bar{c}d$ - экспериментов.

Для работы ПР необходимо знание оптических констант (ОК) установки. Более того, нужны и данные о пространственном положении мишени внутри камеры (см.рис.3) и информация об усадке мишени при рабочей температуре. В связи с этим была модифицирована программа $MING$ +/ включением дополнительных реперных плоскостей - поверхностей верхней и нижней стенок мишени с нанесёнными на них реперными метками. Основная особенность ПР по сравнению со стан-

x/ Буздавина Б.В., Иванов В.Г., ОИЯИ, IO-6856, Дубна, (1973).

xx/ Kellner G., CERN EP/DHR 78 - 3, Geneva, (1978).

+/ Леднишки Р., Сайтов И.С., ОИЯИ, Б2-IO-7737, Дубна, (1974).

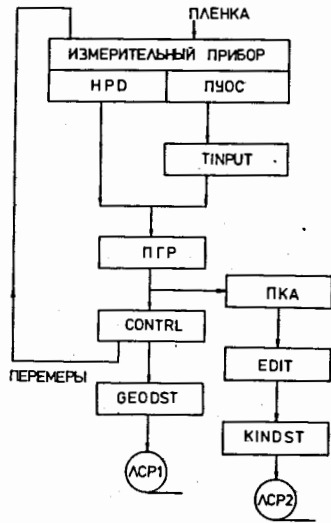


Рис.2. Общая схема измерения и обработки.

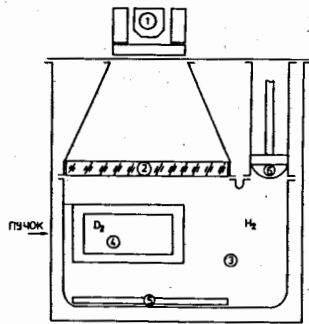


Рис.3. Схематическое изображение камеры "Людмила" с BTM: 1 - стереофотоаппарат с осветителем; 2 - стекло-иллюминатор; 3 - рабочий объем камеры; 4 - BTM; 5 - раструбовое зеркало; 6 - криогенная часть механизма расширения.

x) Размеры и конструкция BTM не позволяют использовать метод, предложенный в работе ^{++/}, поэтому был применен нами подход, основанный на фиксации точек входа трека в стенку BTM.

^{++/} Horlitz G. et al., Nucl. Instr. & Meth., v. 68, 2, p. 213, (1969), Lentz H., Williams P.R., RL-73-026, Chilton, April, (1973), Fischer G.M., RL-73-53, Chilton, May, (1973).

дартной версией связана с наличием нескольких оптических сред, что учитывалось в процедуре пространственного восстановления треков ^{x)}. Фиксация точки входа трека в стенку BTM в процедуре "TRACK-MATCH" используется как эффективный фильтр отбора нужных проекций для реконструкции трека в пространстве. Массовый фит производится отдельно для сегментов внутри и вне мишени с помощью стандартных процессоров геометрической программы системы HYDRA с учётом наличия соответствующих оптических сред. Сшивка сегментов трека осуществляется с помощью процессора FTRX^{++/}. Окончательный набор статистики представлял ~ 40000 и ~ 60000 стереофотографий для dd - и $\bar{d}\bar{d}$ - взаимодействий соответственно. На уровне просмотра было зарегистрировано ~ 28000 $d\bar{d}$ - и

$\sim 10000 \bar{d}\bar{d}$ - взаимодействий. Были измерены все $\bar{d}\bar{d}$ - события и около 1000 $d\bar{d}$ - событий, использованных для методических целей. После измерения и математической обработки выделено 4854 полностью восстановленных $\bar{d}\bar{d}$ - событий с наличием хотя бы одной кинематической гипотезы.

Вторая глава посвящена изучению инклюзивных характеристик dd - и $\bar{d}\bar{d}$ - взаимодействий при 12,2 ГэВ/с. Важным вопросом при определении топологических сечений неупругих $d\bar{d}$ - и $\bar{d}d$ - взаимодействий является учёт систематических потерь однолучевых событий. Для определения числа однолучевых событий была использована информация о найденных двухлучевых взаимодействиях с медленными останавливающимися в камере протонами, вылетающими в заднюю полусферу в лабораторной системе координат (л.с.к.).

При определении инклюзивных характеристик $\bar{d}\bar{d}$ - взаимодействий были введены поправки, связанные с наличием в пучке антинейтронов фоновых адронов. Доля таких фоновых событий по проведённой оценке ^{+x/} составила ~ 32%. Топологические сечения неупругих dd - и $\bar{d}\bar{d}$ - взаимодействий с учётом невидимого в камере протона-спектратора представлены в таблице 1 (сечения в мб). Характеристики по множественности $d\bar{d}$ - и $\bar{d}\bar{d}$ - соударений приведены в таблице 2.

Таблица 1

n_{ch}	0	2	4	6	8	10	12	G_{in}
$\bar{d}\bar{d}_{in}$	$4,9 \pm 0,08$	$29,7 \pm 3,7$	$59,2 \pm 2,1$	$37,6 \pm 1,3$	$11,7 \pm 0,7$	$2,6 \pm 0,3$	$0,31 \pm 0,08$	$146,0 \pm 2,4$
$d\bar{d}_{in}$	-	$33,2 \pm 2,1$	$53,0 \pm 0,9$	$11,6 \pm 0,3$	$0,89 \pm 0,10$	$0,056 \pm 0,023$	-	$98,6 \pm 2,4$

Таблица 2

	$\langle n_{ch} \rangle$	D	$\langle n_{ch} \rangle / D$	f_2^-
$\bar{d}\bar{d}_{in}$	$4,42 \pm 0,07$	$2,07 \pm 0,05$	$2,14 \pm 0,05$	$-1,14 \pm 0,05$
$d\bar{d}_{in}$	$3,60 \pm 0,03$	$1,35 \pm 0,02$	$2,67 \pm 0,04$	$-0,35 \pm 0,02$

^{+x/} Граменицкий И.М. и др., ОИЯИ, I-84-788, Дубна, (1984).

Влияние многократных процессов $\bar{d}d$ - и cd - взаимодействий изучалось и с помощью сравнения характеристик по множественности заряженных частиц в $\bar{d}d$ (cd)- и $\bar{N}N$ (NN) - процессах. При этом в однократных ($\bar{N}N$ (NN))-процессах учитывалось наличие заряженных спектров. В результате этого сравнительного анализа оказалось, что наличие многократных процессов увеличивает среднюю множественность заряженных частиц $\langle n_{ch} \rangle$ и при этом дисперсия распределения по числу заряженных частиц остается практически неизменной.

Доля многократных процессов cd - взаимодействий, в которых участвует более двух нуклонов, определялась двумя независимыми способами. Первый способ основан на прямом выделении однократных взаимодействий по наличию быстрого протона-спектратора (в л.с.к.), второй - путём сравнения средней множественности заряженных частиц cd - взаимодействий с величиной средней множественности, полученной из известных данных по NN - взаимодействиям при 6,1 ГэВ/с. Значение доли многократных процессов в первом случае оказалось равным $(10,1 \pm 2,8)\%$, во втором - $\approx 14\%$. В случае $\bar{d}d$ - взаимодействий использовался только второй способ и получен соответствующий результат $\approx 12\%$. Значения доли многократных процессов в cd - и $\bar{d}d$ - взаимодействиях оказались в согласии с теоретической оценкой, полученной в рамках глауберовского представления.

Определены инклюзивные сечения образования заряженных π^- - мезонов в $\bar{d}d$ - взаимодействиях, значения которых оказались равными $G_{\pi^+} = G_{\pi^-} = 189,0 \pm 5,8$ мб. Инвариантное X -распределение π^- - мезонов, рассчитанное в $\bar{N}N$ - системе (т.е. \sqrt{s} соответствовал полной энергии $\bar{N}N$ - системы) в интервале $-0,78 < X < -0,24$, аппроксимировалось выражением $f(x) = A(1-|x|)^n$, где A, n - свободные параметры. Результаты аппроксимации приведены в таблице 3, где представлены значения показателя n для разных $\bar{N}N$ - процессов при 6,1 ГэВ/с.

Таблица 3

n	χ^2/NUF	n_{pp}	$n_{\bar{p}n}$	$n_{p\bar{p}}$	$n_{\bar{p}\bar{p}}$
$2,29 \pm 0,24$	$2,5/7$	$3,13 \pm 0,09$	$2,7 \pm 0,5$	$4,36 \pm 0,41$	$2,48 \pm 0,18$

Как следует из таблицы 3, значение n для $\bar{d}d$ - взаимодействий меньше, чем для $\bar{N}N$ - соударений. Анализ, основанный на моделировании ядро-ядерных взаимодействий по методу Монте-Карло, показал, что

ферми-движение для поведения показателя n играет незначительную роль. Подобное поведение формы спектра π^- - мезонов можно объяснить с точки зрения перераспределения частиц на нескольких нуклонах (антинуклонах) взаимодействующих дейтрона и антинейтрона. Допустим, что при $\bar{N}N$ - соударении образуется π^- - мезон, который взаимодействует со вторым быстрым антинуклоном. Такой процесс должен привести к увеличению импульса π^- - мезона и, соответственно, к наблюдаемому уменьшению показателя n по сравнению с $\bar{N}N$ - взаимодействиями.

В конце главы приведена оценка сечения полной $\bar{d}d$ - аннигиляции в π^- - мезонном состоянии с образованием одного π^+ - мезона, значение которой равно $\sim 0,014$ мб.

Третья глава посвящена изучению характеристик nn - и $\bar{n}\bar{n}$ - взаимодействий при 6,1 ГэВ/с. В таблице 4 представлены топологические сечения nn -, $\bar{n}\bar{n}$ - столкновений и процессов $\bar{n}n$ - аннигиляции при 6,1 ГэВ/с, полученных на основании разности топологических сечений $\bar{n}\bar{n}$ - и nn - взаимодействий.

Таблица 4

n_{ch}	$G(\bar{n}n)$ (мб)	$G(nn)$ (мб)	$G^A(\bar{n}n)$ (мб)
0	$3,0 \pm 0,3$	$4,3 \pm 0,4$	-
2	$25,2 \pm 1,9$	$19,3 \pm 0,8$	$2,86 \pm 0,11$
4	$11,4 \pm 1,4$	$5,0 \pm 0,6$	$6,4 \pm 1,5$
6	$6,02 \pm 0,36$	$0,19 \pm 0,17$	$5,8 \pm 1,1$
8	$0,62 \pm 0,36$	$0,01 \pm 0,01$	$0,61 \pm 0,36$
G_{in}	$46,2 \pm 2,6$	$28,8 \pm 1,1$	$15,7 \pm 1,9$

Анализ по множественности (см. таблицу 5) показал, что отношение средней множественности заряженных частиц $\langle n_{ch} \rangle$ и дисперсии D в пределах ошибок одинаково для nn - и $\bar{n}\bar{n}$ - взаимодействий, что не подтверждает существующего объяснения наступления раннего скейлинга в $\bar{N}N$ - взаимодействиях из-за влияния аннигиляционных процессов. На рис. 4 приведены KNO - распределения разных типов $N(\bar{N})N$ - столкновений. Видно, что для nn - и $\bar{n}\bar{n}$ - взаимодействий наблюдается некоторое отклонение от кривой Слеттери, аппроксимирующей поведение pp - столкновений при $E_{\text{лаб.с.}} > 50$ ГэВ.

Таблица 5

	$\bar{n}n$	$n\bar{n}$	$\bar{n}n^A$	$\bar{p}p^A$
$\langle n_{ch} \rangle$	$2,97 \pm 0,10$	$2,08 \pm 0,05$	$4,5 \pm 0,2$	$4,27 \pm 0,30$
D	$1,70 \pm 0,07$	$1,19 \pm 0,04$	$1,6 \pm 0,1$	
$\langle n_{ch} \rangle / D$	$1,75 \pm 0,07$	$1,75 \pm 0,06$	$2,8 \pm 0,2$	$2,73 \pm 0,14$
f_2^{--}	$-0,76 \pm 0,06$	$-0,69 \pm 0,03$	$-1,6 \pm 0,1$	$-1,6 \pm 0,1$
f_2^{cc}	$-0,08 \pm 0,06$	$-0,66 \pm 0,03$	$-1,9 \pm 0,1$	

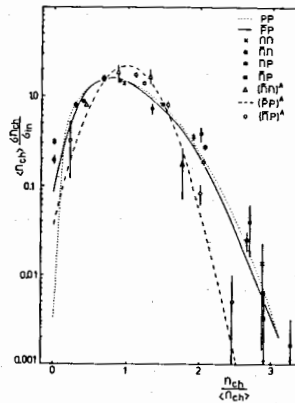


Рис.4. КМ0 - распределения разных типов NN - и $\bar{N}N$ - процессов при 6,1 ГэВ/с.

Изучались эксклюзивные и инклюзивные характеристики

$\bar{n}n$ - взаимодействий при 6,1 ГэВ/с. Определены сечения эксклюзивных $\bar{n}n$ - каналов, в том числе сечения каналов с двойной перезарядкой для $n_{ch} \leq 2$, значения которых соответственно равны $2,5 \pm 0,4$ мб и $2,2 \pm 0,6$ мб. Поскольку изоспиновая симметрия связывает процессы с рождением нейтральных и заряженных нуклонов в $\bar{n}n$ - и $\bar{p}p$ - взаимодействиях, совместное изучение этих процессов при одинаковых энергиях позволяет получить дополнительную информацию о каналах аннигиляции и неаннигиляции. Используя информацию о сечениях $\bar{n}n$ - каналов и 0-лучевых $\bar{p}p$ - взаимодействиях при 5,7 ГэВ/с, можно получить сечение 0-лучевой $\bar{p}p(\bar{n}n)$ - анни-

гиляции, значение которого оказалось равным

$$\begin{aligned} \sigma_0^A &= \sigma_0^{\bar{p}p} - \sigma(\bar{p}p \rightarrow \bar{n}n) - \sigma(\bar{n}n \rightarrow \bar{p}p) \approx 0, \\ &= 0,46 \pm 0,50 \text{ мб}. \end{aligned}$$

Обычно σ_0^A полагают равным нулю, что не противоречит полученному результату.

Аналогичным образом совместные данные по $\bar{n}n$ - и $\bar{p}p$ - взаимодействиям позволяют безмодельным образом определить и сечения $\bar{p}p(\bar{n}n)$ - аннигиляции для $n_{ch} = 2, 4, 6$. На рис.5 представлены сечения $\bar{p}p(\bar{n}n)$ - аннигиляции для $n_{ch} \leq 6$ вместе с нашей точкой. Видно, что наш результат подтверждает значения этих сечений, полученных с помощью использования некоторых дополнительных предположений о форме спектра недостающих масс.

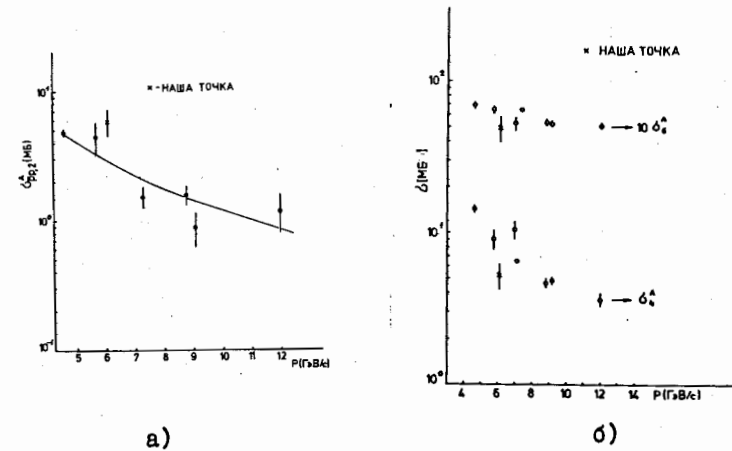


Рис.5. Зависимость сечения $\bar{p}p$ - аннигиляции для множественности $n_{ch} = 2$ (а) и $n_{ch} = 4,6$ (б) от импульса пучка. Приведённая кривая соответствует интерполяционной формуле, не включающей нашу точку.

В заключении сформулированы основные результаты работы:

1. Разработана методика измерения событий, полученных при использовании водородной пузырьковой камеры "Людмила" с внутренней трекочувствительной мишенью. Определены оптические константы установки "Людмила" с ВТМ для дейтронного и антидейтронного облучения и создано математическое обеспечение обработки фоновой информации, полученной на установке "Людмила" с ВТМ, в том числе программы геометрической реконструкции и кинематического анализа.

2. Определены топологические сечения неупругих dd - и $\bar{d}d$ - взаимодействий при 12,2 ГэВ/с и основные характеристики распределений по множественности заряженных частиц. На основании сравнительного анализа dcl - и $\bar{d}d$ - соударений показано, что многократные процессы dd - и $\bar{d}d$ - взаимодействий отличаются от однократных процессов повышенной средней множественностью заряженных частиц при практически неизменном значении дисперсии.

3. Получена оценка доли многократных столкновений в dcl - и $\bar{d}d$ - взаимодействиях, согласующаяся с теоретической оценкой, определённой в рамках глауберовского представления.

4. Получены одночастичные инклюзивные спектры π^- - мезонов в $\bar{d}d$ - взаимодействиях при 12,2 ГэВ/с. Обнаружено более жёсткое поведение инвариантного X - распределения π^- - мезонов по сравнению с $\bar{N}N$ - взаимодействиями при 6,1 ГэВ/с, что может служить указанием на проявление процессов многократного рассеяния π^- - мезонов на нуклонах и антинуклонах взаимодействующих лёгких ядер.

5. Получена оценка сечения полной $\bar{d}d$ - аннигиляции в π^- - мезонные состояния с одним π^0 - мезоном.

6. Проведён анализ множественности заряженных частиц для $\bar{n}n$ - и nn - взаимодействий при 6,1 ГэВ/с, в результате которого показано следующее:

- значения отношения $\langle n_{ch} \rangle / D$ для nn - и $\bar{n}n$ - взаимодействий совпадают в пределах ошибок и близки к величинам подобного отношения для $\bar{p}p$ - и $\bar{n}p$ - взаимодействий. Совпадение

$\langle n_{ch} \rangle / D$ для nn - и $\bar{n}n$ - процессов не подтверждает ранее принятого мнения, объясняющего разницу этих величин для $\bar{p}p$ - и $p\bar{p}$ - взаимодействий влиянием аннигиляционных процессов;

- наблюдается отклонение KNO - распределений nn - и $\bar{n}n$ - столкновений от KNO - кривых, соответствующих $p\bar{p}$ - и $\bar{p}p$ - взаимодействиям.

7. Определены сечения $\bar{n}n$ - каналов, в том числе каналов с двойной перезарядкой для топологии $n_{ch} \leq 2$.

8. Определены сечения отдельных каналов $\bar{n}n$ - и $\bar{p}p$ - аннигиляции. Показано, что сечения этих каналов для $\bar{p}p$ - взаимодействий, полученные ранее с использованием некоторых дополнительных предположений о форме спектра недостающих масс, согласуются с нашими результатами.

Основные результаты диссертации докладывались на международных конференциях в Брайтоне (1983 г.), в Лейпциге (1984 г.), в Будапеште (1987 г.), на конференции чехословацких физиков в Братиславе (1985 г.), а также представлялись на совещаниях Камерного комитета ОИЯИ, на семинарах ЛВЭ ОИЯИ и НЭОВК ЛВЭ ОИЯИ, на совещаниях Международного сотрудничества "ЛЮДМИЛА" и опубликованы в работах /1-10/.

Литература

1. А.С.Артеян, ..., Д.Брунцко, ..., В.И.Иванов, Программа геометрической реконструкции для установки "Людмила" с внутренней трекочувствительной мишенью, Сообщение ОИЯИ, IO-84-450, Дубна, 1984.
2. Б.В.Батня, ..., Д.Брунцко, ..., В.И.Молостова, Определение оптических констант для установки "Людмила" с внутренней трекочувствительной мишенью, Сообщение ОИЯИ, I-84-779, Дубна, 1984.
3. Б.В.Батня, ..., Д.Брунцко, ..., В.Н.Семёнов, Методика измерения и обработки $\bar{d}d$ - и dd - взаимодействий на материалах установки "Людмила" с внутренней трекочувствительной мишенью, Сообщение ОИЯИ, PI-85-476, Дубна, 1985.
4. B.V.Batyuna, ..., D.Bruncko, ..., A.Z.Kirakosian, Characteristics of charged particle multiplicity for $\bar{n}n$ and nn interactions and $\bar{n}n$ annihilation processes at 6,1 GeV/c. Czech.J.Phys.B36, (1986), 1273, Препринт ОИЯИ, PI-85-864, Дубна, 1985.
5. Б.В.Батня, ..., Д.Брунцко, ..., С.В.Левонян, Программа кинематического анализа событий для установки "Людмила" с внутренней трекочувствительной мишенью, Сообщение ОИЯИ, PI-85-711, Дубна, 1985.
6. Б.В.Батня, ..., Д.Брунцко, ..., Х.Каназирски, Определение топологических сечений в dd - взаимодействиях при 12 ГэВ/с, Сообщение ОИЯИ, PI-87-340, Дубна, 1987.

7. Б.В.Батюня, ..., Д.Брунцко, ..., Х.Каназирски, Определение топологических сечений неупругих $\bar{d}d$ - взаимодействий при импульсе 12 ГэВ/с, Препринт ОИЯИ, РИ-87-523, Дубна, 1987.
8. Б.В.Батюня, ..., Д.Брунцко, ..., Х.Каназирски, Изучение $\eta\pi$ - взаимодействий при 6,1 ГэВ/с, Препринт ОИЯИ, РИ-87-792, Дубна, 1987.
9. Б.В.Батюня, ..., Д.Брунцко, ..., Х.Каназирски, Изучение инклюзивных характеристик $\bar{d}d$ - взаимодействий при 12 ГэВ/с, Сообщение ОИЯИ, РИ-87-849, Дубна, 1987.
10. Б.В.Батюня, ..., Д.Брунцко, ..., Х.Каназирски, Определение доли многократных процессов в dd - взаимодействиях при 12 ГэВ/с, Препринт ОИЯИ, РИ-88-45, Дубна, 1988.

Рукопись поступила в издательский отдел
21 марта 1988 года.