

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

Б232

P1-87-546

НАБЛЮДЕНИЕ
КОЛЛЕКТИВНОГО ПОТОКА ЧАСТИЦ
В СТОЛКНОВЕНИЯХ ЯДЕР ^{22}Ne
С ЯДРАМИ Ag И Br В ФОТОЭМУЛЬСИИ
ПРИ ИМПУЛЬСЕ $4,1 \text{ A} \cdot \text{ГэВ}/\text{с}$

Сотрудничество: Алма-Ата - Бухарест - Гатчина -
Дубна - Душанбе - Ереван - Кошице - Краков -
Ленинград - Москва - Ржеж - Ташкент -
Тбилиси - Улан-Батор

Направлено в журнал "Zeitschrift
für Physik"

1987

Б.П.Банник, С.А.Краснов, К.Д.Толстов, Г.С.Шабратова,
А.Эль-Наги
Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

Б.У.Амеева, Н.П.Андреева, З.В.Анзон, В.И.Бубнов, А.Ш.Гайтинов,
Л.Е.Еременко, Г.С.Калачкина, Э.К.Каныгина, И.Я.Часников,
Ц.И.Шахова
Институт физики высоких энергий АН КазССР, Алма-Ата

М.Гицок, В.Топор, М.Хайдук
Центральный институт физики, Бухарест

Ф.Г.Лепехин, Б.Б.Симонов
Ленинградский институт ядерной физики АН СССР, Гатчина

В.А.Лескин
Физико-технический институт АН ТаджССР, Душанбе

Дж.А.Саломов
Таджикский государственный университет, Душанбе

Ф.А.Аветян, В.М.Крищян, Н.А.Марутян, Л.Г.Саркисова,
В.Р.Саркисян
Ереванский физический институт

С.Вокал, М.Карабова, Э.Силеш, М.Тотова
Университет г.Кошице, ЧССР

В.А.Антончик, С.Д.Богданов, А.Ю.Лихачев, В.И.Остроумов
Ленинградский политехнический институт

В.Г.Богданов, В.А.Плющев, З.И.Соловьева
Радиевый институт им. В.Г.Хлопина, Ленинград

М.И.Адамович, В.Г.Ларионова, Н.В.Масленникова, Г.И.Орлова,
Н.А.Салманова, М.И.Третьякова, С.П.Харламов, М.М.Чернявский
Физический институт АН СССР, Москва

М.Шумбера
Институт ядерной физики, Ржеж, ЧССР

Н.И.Костанашвили
Тбилисский государственный университет

Л.Сэрдамба, Р.Тогоо, Д.Турдендорж
Институт физики и техники АН МНР, Улан-Батор

1. ВВЕДЕНИЕ

Ряд работ последних лет был посвящен наблюдению коллективных эффектов, предсказываемых гидродинамическими теориями ядро-ядерных столкновений^{/1-8/}. Экспериментальные усилия направлялись, в основном, на обнаружение "коллективных потоков ядерной материи", проявляющихся в угловых распределениях фрагментов сталкивающихся ядер, в частности в зависимости угла потока от параметра столкновения^{/4/}. Эти эффекты обычно называют "отскок"^{/3-5/} /фрагментов налетающего ядра/ или "боковой выброс"^{/4,5/} /фрагментов ядра-мишени/.

Первые сообщения о наблюдении коллективных потоков ядерной материи^{/9/} связаны с работами, выполненными с помощью ядерных фотоэмульсий и хлоросеребрянных трековых детекторов. В работах наблюдался пик в угловых распределениях α -частиц, испущенных из ядра-мишени в центральных столкновениях $^{12}\text{C} + ^{108}\text{Ag}$. Положение пика соответствовало углу распространения ударной волны, предсказываемой гидродинамической моделью^{/10/}. В последней серии экспериментальных работ аналогичный пик наблюдался с меньшей определенностью^{/11/} либо вовсе отсутствовал^{/12/}.

Определенный результат был получен позднее. В угловом распределении протонов низких и средних энергий в центральных столкновениях $^{20}\text{Ne} + ^{238}\text{U}$ при энергии 393 А·МэВ наблюдался широкий максимум. Положение максимума указывало на отклонение потока частиц от направления вперед, предсказываемое гидродинамической моделью^{/2/}. Изучение двухчастичных корреляций в столкновениях ядер ^{12}C и ^{40}Ar с ядрами ^{208}Pb при энергии 800 А·МэВ дало указание на эффект отскока^{/3/}.

В последнее время выполнены работы с использованием 4π -детекторов. Анализ эксклюзивных данных, полученных на установке "Пластик-болл"^{/4/}, выявил наличие эффекта отскока фрагментов налетающего ядра и эффекта бокового выброса фрагментов ядра-мишени в столкновениях $^{93}\text{Nb} + ^{93}\text{Nb}$ и $^{40}\text{Ca} + ^{40}\text{Ca}$ при энергии 400 А·МэВ. В эксперименте со стримерной камерой^{/5/} в столкновениях $^{40}\text{Ar} + \text{KCl}$ при энергии 1,8 А·ГэВ и столкновениях $^{238}\text{U} + ^{238}\text{U}$ при энергии 0,9 А·ГэВ также наблюдалось проявление коллективного потока ядерной материи. Несколько работ выполнено с помощью фотоэмульсионной методики. В самой ранней

из них ^{/8/} изучались азимутальные угловые корреляции между различными типами вторичных частиц в центральных столкновениях $^{12}\text{C} + \text{Pb}$ при импульсе $4,5 \text{ А} \cdot \text{ГэВ/с}$. Полученные результаты могли быть объяснены существованием коллективного эффекта гидродинамической природы. В другой работе ^{/6/} анализировались поперечные импульсы фрагментов налетающего ядра в столкновениях $\text{Au} + \text{Ag}$, Vr и $\text{Xe} + \text{Ag}$, Vr при энергиях от $0,5$ до $1,2 \text{ А} \cdot \text{ГэВ}$ и был обнаружен значительный поперечный поток. В работе ^{/7/} в периферических столкновениях ядер $^{238}\text{U} + \text{Ag}$, Vr при энергии $0,85 \text{ А} \cdot \text{ГэВ}$ исследовались угловые распределения фрагментов сталкивающихся ядер, а также корреляции между ними. Наблюдались эффекты отскока и бокового выброса.

В наших работах ^{/13/} исследовались неупругие взаимодействия ядер неона-22 с ядрами фотоэмульсии при импульсе $4,1 \text{ А} \cdot \text{ГэВ/с}$. В результате анализа распределений по поперечным импульсам фрагментов налетающего ядра и характеристик азимутальных углов всех вторичных заряженных частиц было показано, что в процессе соударения остаточное ядро неона-22 приобретает значительный поперечный импульс ($\sim 0,4 \text{ ГэВ/с}$ для полного ансамбля $\text{Ne} - \text{Em}$ взаимодействий), а в группе соударений с тяжелыми ядрами имеет место боковой в поперечной плоскости вылет как родившихся частиц, так и фрагментов ядра-мишени.

В данной работе изучаются угловые распределения фрагментов налетающего ядра и ядра-мишени, а также корреляции между ними в квазипериферических столкновениях ядер ^{22}Ne с ядрами Ag , Vr в фотоэмульсии при импульсе $4,1 \text{ А} \cdot \text{ГэВ/с}$ с целью поиска проявлений коллективного потока ядерной материи.

2. ЭКСПЕРИМЕНТ

Стопки ядерных фотоэмульсий типа БР-2 облучались в пучке ядер ^{22}Ne с импульсом $4,1 \text{ А} \cdot \text{ГэВ/с}$ на синхрофазотроне ОИЯИ в Дубне. Стопки были составлены из 50 или 100 слоев с размерами $/20 \times 10 \times 0,06/ \text{ см}^3$. Интенсивность облучения составляла 10^4 частиц/ см^2 , диаметр пучка равнялся $\sim 1 \text{ см}$. Поиск событий осуществлялся методом просмотра вдоль трека: быстрым в направлении вперед и медленным в обратном направлении. Отбраковка треков с зарядом $Z < 10$ проводилась по результатам измерений зарядов на треках первичных ядер методом счета дельта-электронов. Из числа неупругих взаимодействий исключались однолучевые события с углом вылета вторичной частицы меньше 3° , без видимого проявления возбуждения ядра-мишени. Они относились к случаям упругого рассеяния на ядрах.

На полной длине просмотренных треков $947,7 \text{ м}$ было зарегистрировано 9318 неупругих взаимодействий ядер ^{22}Ne с ядрами фотоэмульсии. Средний свободный пробег до неупругого взаимодействия оказался равным $/10,2 \pm 0,1/ \text{ см}$. Другие детали эксперимента опубликованы в предыдущих работах ^{/14/}.

Треки вторичных частиц после измерений событий подразделялись на следующие типы:

а/ черные треки (b) с пробегом в эмульсии $L \leq 3 \text{ мм}$, что соответствует кинетической энергии протона $T \leq 26 \text{ МэВ}$;

б/ серые треки (g) с относительной ионизацией $I^* = I/I_0 > 1,4$ и пробегом $L > 3 \text{ мм}$, что соответствует кинетической энергии протона в области от 26 до 400 МэВ. Здесь I - ионизация на треке данной частицы;

I_0 - минимальная ионизация, которой обладали треки однозарядных фрагментов налетающего ядра, испущенных под углами менее 3° . Треки b и g называются треками сильноионизирующих частиц (h);

в/ ливневые (s) треки с величиной $I^* \leq 1,4$. С целью разделения π -мезонов и однократно заряженных фрагментов ядра ^{22}Ne /протонов, дейтронов и трития/ измерялось многократное кулоновское рассеяние частиц, имеющих угол вылета меньше 5° . Было найдено, что соотношение выходов $^1\text{H} : ^2\text{H} : ^3\text{H}$ равно 63:27:10. Однозарядные фрагменты ^{22}Ne не включались при дальнейшем анализе в число s-частиц;

г/ треки многозарядных фрагментов налетающего ядра с зарядами $Z \geq 2$. Разделение фрагментов по зарядам проводилось методами счета числа дельта-электронов или числа разрывов с длиной, больше определенной.

В соответствии с типом трека все испускаемые при взаимодействии частицы подразделялись на фрагменты ядра-снаряда ФС с зарядами $Z = 1, 2, 3 \dots 10$, фрагменты ядра-мишени ФМ /к ним относились h-частицы, то есть и g- и b-частицы/ и частицы из области взаимодействия / s-частицы/.

Для каждого события определялся уносимый ФС полный заряд $Z^* = \sum p_i Z_i$, где p_i - число фрагментов с зарядом Z_i . Число провзаимодействовавших нуклонов ядра-снаряда определялось как $\nu = A - (A/Z)Z^*$, где A и Z - масса и заряд ядра-снаряда. Для каждого трека были измерены: полярный угол θ - пространственный угол между направлением первичного трека и данным треком, и азимутальный угол Φ - угол между проекцией данного трека на азимутальную плоскость, перпендикулярную к направлению первичного трека, и перпендикуляром к этому направлению, лежащим в азимутальной плоскости и одновременно в плоскости фотоэмульсионного слоя. Направление отсчета угла Φ со стороны первичного трека - от перпендикуляра по часовой стрелке.

3. КРИТЕРИЙ ОТБОРА

Использовались два исходных набора событий при неупругих взаимодействиях ядер ^{22}Ne с ядрами фотозмульсии. Первый набор состоял из 4307 событий, измеренных в эксперименте. Вторым содержал 4976 событий, смоделированных на ЭВМ по каскадно-испарительной модели ^{15}C с учетом условий эксперимента. Для дальнейшего анализа в обоих наборах отбирались события с числом ФМ, равным $N_h \geq 8$, содержащие по крайней мере два ФС с зарядами $Z \geq 2$. Таким способом были выделены взаимодействия с ядрами Ag, Вг с большой множественностью ФС и ФМ. Для экспериментального набора - 366 событий "ЭКС", для смоделированного - 155 событий "КИМ".

4. МНОЖЕСТВЕННОСТИ

Средние характеристики по множественности ФС и ФМ различных типов приведены в табл. 1. Здесь $\langle n_s \rangle$, $\langle n_g \rangle$ и $\langle n_b \rangle$ обозначают средние числа s-, g- и b-частиц соответственно, а $\langle n_{PF}(Z=1) \rangle$, $\langle n_{PF}(Z=2) \rangle$ и $\langle n_{PF}(Z=3) \rangle$ - средние числа ФС соответственно с зарядами $Z=1$, $Z=2$ и $Z=3$. Распределения по множественности показаны на рис. 1 и 2, из которых, так же как и из таблицы, можно видеть, что каскадно-испарительная модель плохо описывает экспериментальные характеристики по множественности в отобранном классе событий. Даже число отобранных в эксперименте событий /366 событий ЭКС/ оказалось больше, чем получено по модели /155 событий КИМ/, хотя набор событий, разыгранных по модели /4976/, больше экспериментального /4307/. Средние множественности s- и g-частиц в событиях ЭКС заметно больше, чем в КИМ. Есть различия между ЭКС и КИМ в распределениях множественностей n_s и n_g /рис.1а,б/.

Таблица 1

Средние множественности фрагментов и s-частиц

Число отобранных событий	$\langle n_s \rangle$	$\langle n_g \rangle$	$\langle n_b \rangle$	$\langle n_{PF}(Z=1) \rangle$	$\langle n_{PF}(Z=2) \rangle$	$\langle n_{PF}(Z=3) \rangle$
ЭКС 366	$8,38 \pm 0,27$	$7,58 \pm 0,23$	$7,63 \pm 0,17$	$1,26 \pm 0,06$	$1,97 \pm 0,04$	$0,39 \pm 0,03$
КИМ 155	$5,33 \pm 0,22$	$5,83 \pm 0,27$	$7,93 \pm 0,39$	$3,18 \pm 0,14$	$1,98 \pm 0,05$	$0,18 \pm 0,03$

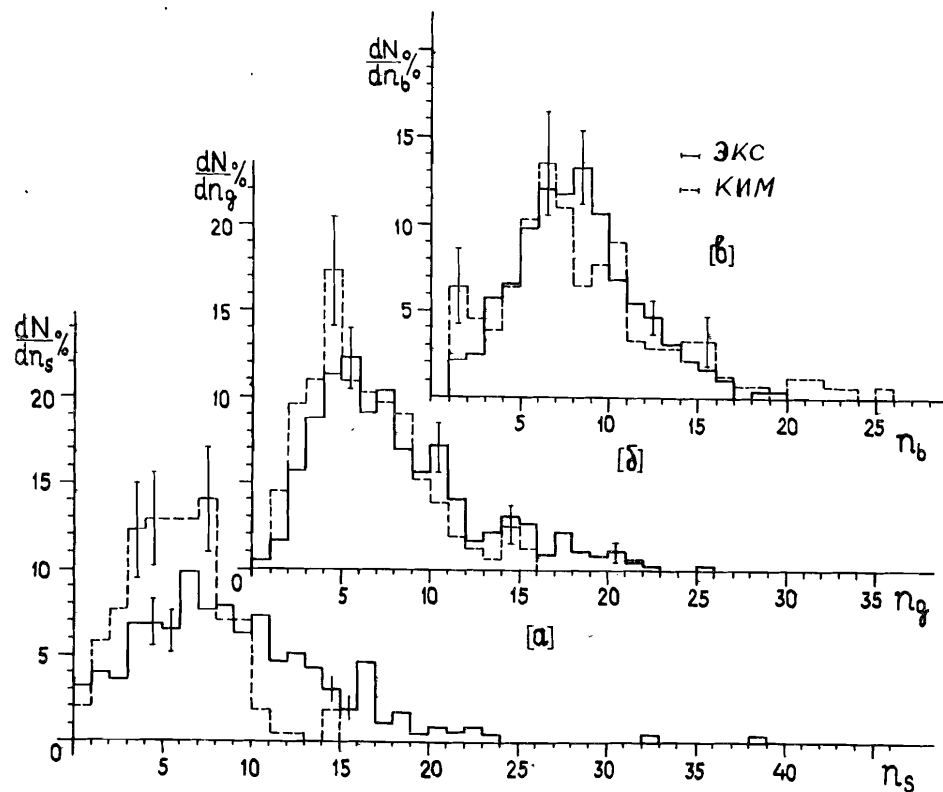


Рис. 1. Распределения по множественности: а - s-частиц, б - g-частиц, в - b-частиц. Непрерывная линия - эксперимент, штриховая - каскадно-испарительная модель. Нормированы на 100 событий.

Для ЭКС событий они шире, чем в КИМ. Что касается b-частиц, ситуация здесь иная: хотя значения $\langle n_b \rangle$ в ЭКС и КИМ согласуются между собой, n_b -распределения /рис. 1в/ сильно отличаются, для ЭКС событий они уже, чем в КИМ. На рис. 2а видно, что в КИМ завышено число ФС с $Z=1$. Это, по-видимому, отражается на величине $\langle n_g \rangle$. Анализ табл. 1, рис. 1 и 2 показывает, что каскадно-испарительная модель плохо описывает процессы фрагментации. Ниже будут рассмотрены угловые характеристики ФС и ФМ для сравнения с предсказаниями гидродинамической модели относительно явлений отскока и бокового выброса.

3. КРИТЕРИЙ ОТБОРА

Использовались два исходных набора событий при неупругих взаимодействиях ядер ^{22}Ne с ядрами фотоэмульсии. Первый набор состоял из 4307 событий, измеренных в эксперименте. Второй содержал 4976 событий, смоделированных на ЭВМ по каскадно-испарительной модели ^{15}C с учетом условий эксперимента. Для дальнейшего анализа в обоих наборах отбирались события с числом ФМ, равным $N_h \geq 8$, содержащие по крайней мере два ФС с зарядами $Z \geq 2$. Таким способом были выделены взаимодействия с ядрами Ag , Vr с большой множественностью ФС и ФМ. Для экспериментального набора - 366 событий "ЭКС", для смоделированного - 155 событий "КИМ".

4. МНОЖЕСТВЕННОСТИ

Средние характеристики по множественности ФС и ФМ различных типов приведены в табл. 1. Здесь $\langle n_s \rangle$, $\langle n_g \rangle$ и $\langle n_b \rangle$ обозначают средние числа s-, g- и b-частиц соответственно, а $\langle n_{PF}(Z=1) \rangle$, $\langle n_{PF}(Z=2) \rangle$ и $\langle n_{PF}(Z=3) \rangle$ - средние числа ФС соответственно с зарядами $Z=1$, $Z=2$ и $Z=3$. Распределения по множественности показаны на рис. 1 и 2, из которых, так же как и из таблицы, можно видеть, что каскадно-испарительная модель плохо описывает экспериментальные характеристики по множественности в отобранном классе событий. Даже число отобранных в эксперименте событий /366 событий ЭКС/ оказалось больше, чем получено по модели /155 событий КИМ/, хотя набор событий, разыгранных по модели /4976/, больше экспериментального /4307/. Средние множественности s- и g-частиц в событиях ЭКС заметно больше, чем в КИМ. Есть различия между ЭКС и КИМ в распределениях множественностей n_s и n_g /рис.1а,б/.

Таблица 1

Средние множественности фрагментов и s-частиц

Число отобранных событий	$\langle n_s \rangle$	$\langle n_g \rangle$	$\langle n_b \rangle$	$\langle n_{PF}(Z=1) \rangle$	$\langle n_{PF}(Z=2) \rangle$	$\langle n_{PF}(Z=3) \rangle$
ЭКС 366	$8,38 \pm 0,27$	$7,58 \pm 0,23$	$7,63 \pm 0,17$	$1,26 \pm 0,06$	$1,97 \pm 0,04$	$0,39 \pm 0,03$
КИМ 155	$5,33 \pm 0,22$	$5,83 \pm 0,27$	$7,93 \pm 0,39$	$3,18 \pm 0,14$	$1,98 \pm 0,05$	$0,18 \pm 0,03$

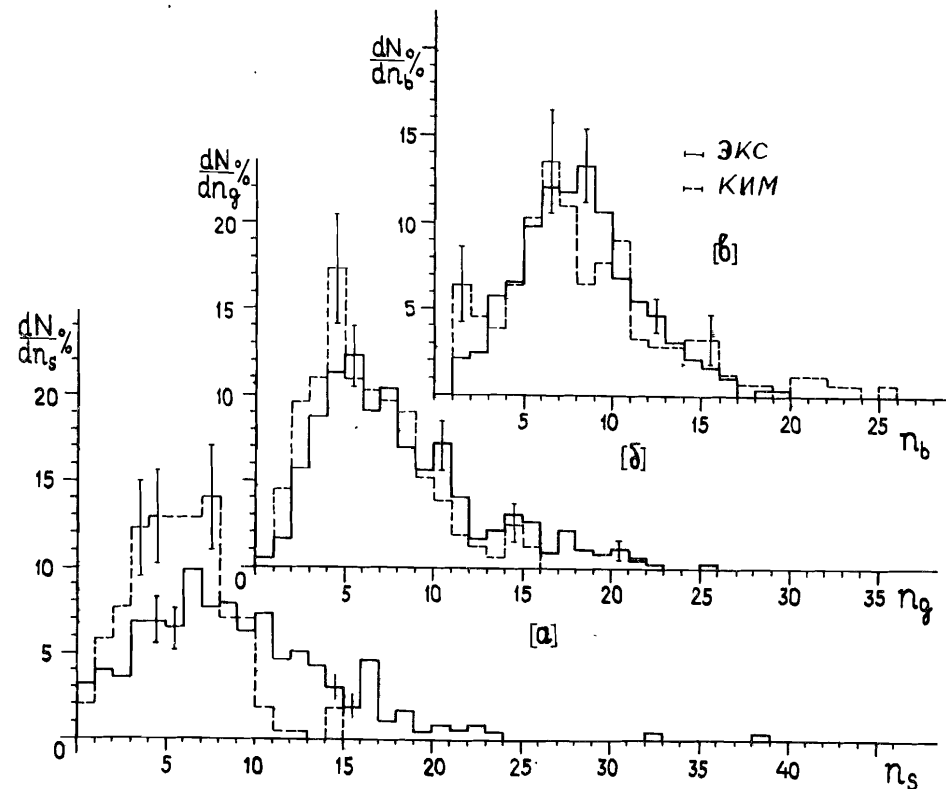


Рис. 1. Распределения по множественности: а - s-частиц, б - g-частиц, в - b-частиц. Непрерывная линия - эксперимент, штриховая - каскадно-испарительная модель. Нормированы на 100 событий.

Для ЭКС событий они шире, чем в КИМ. Что касается b-частиц, ситуация здесь иная: хотя значения $\langle n_b \rangle$ в ЭКС и КИМ согласуются между собой, n_b -распределения /рис. 1в/ сильно отличаются, для ЭКС событий они уже, чем в КИМ. На рис. 2а видно, что в КИМ завышено число ФС с $Z=1$. Это, по-видимому, отражается на величине $\langle n_g \rangle$. Анализ табл. 1, рис. 1 и 2 показывает, что каскадно-испарительная модель плохо описывает процессы фрагментации. Ниже будут рассмотрены угловые характеристики ФС и ФМ для сравнения с предсказаниями гидродинамической модели относительно явлений отскока и бокового выброса.

лучить переданный фрагментам средний поперечный импульс P_t . Среднее значение угла θ_p векторов \vec{V}_p равно $\langle \theta_p \rangle = 0,73 \pm 0,03$. Если считать, что импульс каждого фрагмента равен $4,1$ ГэВ/с на нуклон, переданный средний поперечный импульс будет равен $P_t = 52$ МэВ/с на нуклон.

Гидродинамическая модель предсказывает, что максимум распределения угла потока смещается в сторону больших углов при уменьшении параметра столкновения, и следовательно - с увеличением множественности. В связи с этим интересно было сравнить распределения угла θ_T для ФМ при различных значениях множественности N_h . Статистика событий не позволяла провести сравнение для нескольких интервалов значений N_h . На рис. 4 приведены распределения $dN/d\cos\theta$ для двух групп событий: $N_h < 14$ и $N_h \geq 14$. Для множественности $N_h \geq 14$ можно заметить смещение максимума распределения в сторону увеличения угла θ_T . Такой эффект бокового выброса фрагментов ядра-мишени наблюдался в работах [4,5].

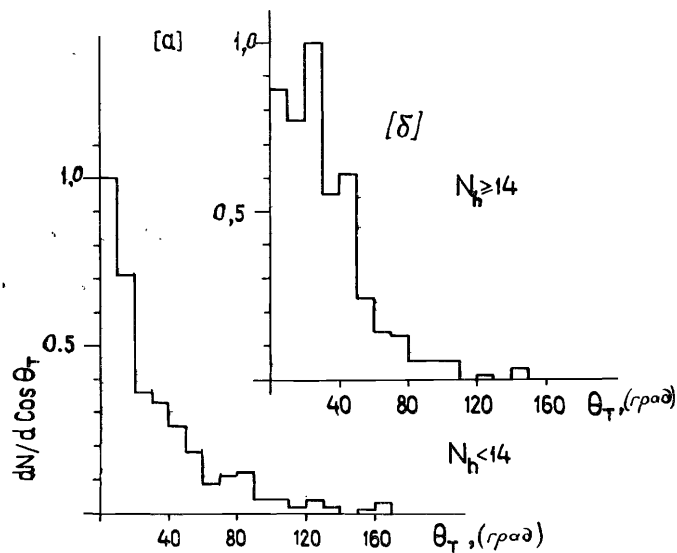


Рис. 4. Угловые распределения суммарных векторов фрагментов ядер Ag, Br: а - события с $N_h < 14$, б - события с $N_h \geq 14$, в произвольных единицах.

На рис. 5 показано распределение разности углов Φ_p и Φ_T , задающих направления суммарных векторов \vec{V}_p и \vec{V}_T в проекции

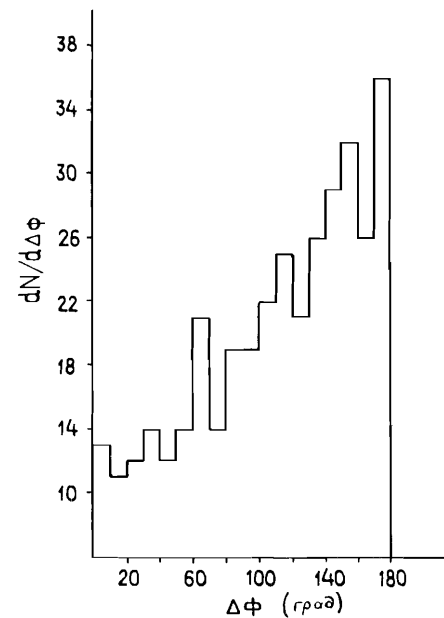


Рис. 5. Распределение по углу $\Delta\Phi$ между суммарными векторами фрагментов ядер ^{22}Ne и фрагментов ядер Ag, Br в проекции на азимутальную плоскость.

на азимутальную плоскость, $\Delta\Phi = |\Phi_p - \Phi_T|$. Среднее значение $\Delta\Phi = 107 \pm 3^\circ$. В распределении обнаруживается явная тенденция к противоположной направленности векторов. Это может служить указанием на то, что в изучаемых событиях предпочтительнее реализуется ситуация, когда суммарные векторы потоков частиц \vec{V}_p и \vec{V}_T лежат в одной плоскости, а их проекции на азимутальную плоскость направлены в противоположные стороны. Это согласуется с гидродинамической картиной столкновения ядер.

6. ИМПУЛЬСНЫЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФРАГМЕНТОВ

Если считать, что суммарный вектор \vec{V}_p направлен вдоль суммарного вектора импульсов, то, зная углы испускания фрагментов относительно вектора \vec{V}_p и спроектировав их на плоскость, задаваемую направлением движения налетающего ядра и вектором \vec{V}_p , можно получить компоненты импульсов фрагментов в системе покоя налетающего ядра $P_{proj} = 4100 \cdot A_F \cdot \theta_{proj}$ МэВ/с, где A_F - масса фрагмента, θ_{proj} - проекция угла испускания относительно \vec{V}_p . Распределения P_{proj} можно сравнить с теоретическими расчетами.

Поскольку значения A_F при $Z = 2$ не были известны, удобно было провести сравнение в терминах угла θ_{proj} , введя в расчеты весовые факторы, соответствующие экспериментальному выходу фрагментов различной массы.

Фрагментацию ядер при высокой энергии в квантовомеханическом подходе с использованием приближения "внезапного возбуждения" и волновой функции ядра, взятой из модели оболочек, рассматривали авторы работы [17]. Найдено, что импульсные распределения /компонент импульсов/ фрагментов в системе покоя

налетающего ядра в первом приближении хорошо аппроксимируются распределениями Гаусса со стандартными отклонениями

$$\Delta = [m\omega A_F(A_P - A_F)/2A_P]^{1/2} \quad /1/$$

где A_P - массовое число налетающего ядра, A_F - массовое число фрагмента, m - масса протона в МэВ, $\omega = 42 A_P^{-1/3} - 25 A_P^{-2/3}$.

По формуле /1/ вычислялись величины Δ для фрагментов различной массы. Стандартные отклонения соответствующих угловых распределений $\delta\theta_{proj} = \Delta \cdot 57,3/4100 \cdot A_F$. При определении взвешенных значений $\Delta\theta_{proj}$ использовались весовые факторы, найденные в нашем эксперименте^{/13/} для однозарядных фрагментов и в работе^{/18/} для фрагментов с зарядом $Z = 2$. Результаты расчета приведены в табл. 2.

Таблица 2

Стандартные отклонения угловых и импульсных распределений фрагментов ядра ^{22}Ne .

Изотоп	Вес	Δ , МэВ/с	$\delta\theta_{proj}$, град	$\Delta\theta_{proj}$, град	
				расчет	эксперим.
^1H	0,63	76	1,05	0,92	$0,93 \pm 0,01$
^2H	0,27	104	0,73		
^3H	0,10	125	0,58		
^3He	0,24	125	0,58	0,51	$0,56 \pm 0,01$
^4He	0,76	140	0,49		

На рис. 6 показаны экспериментальные распределения угла θ_{proj} для фрагментов с зарядами $Z = 1$ и $Z = 2$, а также результат фитирования распределения Гаусса

$$N(\theta_{proj}) = \text{const} \cdot \exp(-\theta_{proj}^2 / 2\Delta^2\theta_{proj}^2) \quad /2/$$

Полученные значения стандартных отклонений $\Delta\theta_{proj}$ даны в табл.2. Сравнение рассчитанных и экспериментальных значений $\Delta\theta_{proj}$ показывает хорошее согласие теории с экспериментом. Это косвенно свидетельствует о том, что угол потока энергии фрагментов налетающего ядра отличен от 0° .

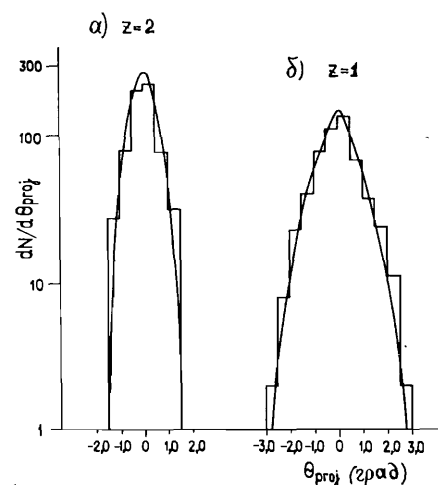


Рис. 6. Угловые распределения фрагментов ядра ^{22}Ne с зарядами $Z = 1$ и $Z = 2$ относительно суммарного вектора в проекции на плоскость реакции.

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование выделенного класса квазипериферических столкновений ядер ^{22}Ne с ядрами фотоэмульсии Ag , Br при импульсе $4,1 \text{ А} \cdot \text{ГэВ/с}$ показало:

а/ каскадно-испарительная модель не воспроизводит характеристики столкновений;

б/ угловые распределения результирующих векторов фрагментов показывают существование коллективных потоков частиц: эффекта отскока фрагментов налетающего ядра и эффекта бокового выброса фрагментов ядра-мишени.

Один из авторов, А.Эль-Наги, благодарит дирекцию ОИЯИ за предоставленную возможность работать в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Nagamia S. Preprint LBL-14034, 1982.
2. Stock R. et al. - Phys.Rev.Lett., 1981, vol.44, p.1243.
3. Csernai L.P., Greiner W. - Phys.Lett., 1981, vol.99b, p.85.
4. Gustafsson H.A. et al. - Phys.Rev.Lett., 1984, Vol.52, p.1590.
5. Bachwald G. et al. - Phys.Rev.Lett., 1984, vol.52, p.1594.
6. Renfordt R.E. et al. - Phys.Rev.Lett., 1984, vol.53, p.763.
7. Strobele H. et al. - Phys.Rev., 1983, vol.27C, p.1349.
8. Beavis D. et al. - Phys.Rev.Lett., 1985, vol.54, p.1652.

6. Csernai L.P. et al. - Phys.Rev., 1986, vol.34C, p.1270.
7. Heckmann H.H. et al. - Phys.Rev., 1986, vol.34C, p.1333.
8. Вокал С. и др. Сообщение ОИЯИ, P1-84-552, Дубна, 1984.
9. Baumgardt H.G. et al. - Z.Phys.A., 1975, vol.273, p.359.
Schopper E., Baumgardt H.G. - J.Phys., 1979, vol.G5, p.231.
10. Sceid W., Müller H., Greiner W. - Phys.Rev.Lett., 1974, vol.32, p.741.
11. Heckmann H.H. et al. - Phys.Rev., 1978, vol.17C, p.1651.
12. Bannik V.P., El-Naghy A. et al. - Z.Phys.A., 1978, vol.283, p.283-286; El-Naghy A. - Nuovo Cimento, 1978, A71, p.245.
13. Андреева Н.П. и др. ОИЯИ, P1-86-828, Дубна, 1986.
Краснов С.А. и др. ОИЯИ, P1-87-239, Дубна, 1987.
Краснов С.А. и др. ОИЯИ, P1-87-348, Дубна, 1987.
14. Holincki R. et al. - In: 18th ICRC, Late Volume, Paper HE-2, 2-30, Bangalore, India, 1983.
Банник В.П. и др. Письма в ЖЭТФ, 1984, т.39, вып.4, с.184.
Bannik V.P. et al. - JETP Lett., 1984, vol.39, No.4, p.219.
Вокалова А. и др. Сообщения ОИЯИ, P1-84-532, Дубна, 1984.
Bannik V.P. et al. - Z.Phys.A., 1985, vol.321, p.249.
Андреева Н.П., и др. Препринт ОИЯИ, P1-86-8, Дубна, 1986.
Амеева В.И. и др. - Изв.АН СССР, сер.физ., 1986, т.50, № 11, с.2103.
15. Barashenkov V.S. et al. JINR Preprint E2-83-117, Dubna, 1983.
16. Danielewicz P., Gyulassy M. - Phys.Lett., 1983, vol.129B, p.283.
17. Lepore J.V., Riddell D.J. Report LBL-3086, 1974.
18. Heckmann H.H. et al. - Phys.Rev., 1978, vol.17C, p.1735.

Рукопись поступила в издательский отдел
15 июля 1987 года.

Банник В.П. и др.

P1-87-546

Наблюдение коллективного потока частиц в столкновениях ядер ^{22}Ne с ядрами Ag и Br в фотоэмульсии при импульсе 4,1 А·ГэВ/с

В столкновениях ядер ^{22}Ne с ядрами фотоэмульсии Ag, Br при импульсе 4,1 А·ГэВ/с отобраны случаи квазипериферических взаимодействий с испусканием большого числа фрагментов. Каскадно-испарительная модель не воспроизводит характеристики событий. Угловые распределения и корреляции между фрагментами налетающего ядра и ядра-мишени показывают "отскок" фрагментов налетающего ядра и "боковой выброс" фрагментов ядра-мишени.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

Перевод авторов.

Bannik V.P. et al.

P1-87-546

Observation of Particle Collective Flux in the Collisions of 4.1 A·GeV/c ^{22}Ne with Ag, Br Emulsion Nuclei

In the collisions of 4.1 A·GeV/c ^{22}Ne with Ag, Br emulsion nuclei, events exhibiting projectile and target fragmentation have been selected. The characteristics of these events are not reproduced by the cascade-evaporation model. The angular distributions and correlation between projectile and target fragments have shown the "bounce off" of the former and the "side splash" of the latter.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1987