

ИЗУЧЕНИЕ УГЛОВЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ПРОДУКТОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ 1 ГэВ ПРОТОНОВ С ЯДРАМИ ^{40}Ar .

*Л.В.Баканов, В.Е.Бунаков, К.Н.Ермаков,
В.Д.Лебедев, В.В.Мирошкин, М.М.Нестеров,
В.В.Пашук, М.В.Стабников, Н.А.Тарасов, М.Г.Тверской*

С помощью гибридной газожидкостной камеры исследованы угловые распределения частиц, образующихся при расщеплении ядер протонами с энергией 1 ГэВ. Показано, что полученные результаты могут быть описаны методом внутриядерного каскада. Рассчитаны зоны уплотнения ядерного вещества, возникающие при развитии в ядре каскадного процесса.

Гидродинамическими расчетами [1 – 3] предсказывается возникновение в ядрах ударных волн и характерных угловых и энергетичес-

ких распределений частиц-продуктов. Экспериментальному обнаружению этих предсказаний посвящен ряд работ [4 – 9]. Однако результаты исследований, выполненных до настоящего времени, противоречивы. Анализ угловых распределений продуктов расщепления ядер различными частицами, выполненный в работах [4 – 7], позволил авторам сделать заключение о том, что полученные ими данные согласуются с предсказаниями теории. В работе [8], хотя и подтверждается возможность существования ударных волн в ядрах, но указывается на отличие результатов от полученных ранее в работе [5]. Наконец, некоторые авторы [9] указывают на отсутствие угловых корреляций вторичных частиц, которых следовало бы ожидать, если бы испускание частиц было связано с образованием в ядре фронта ударной волны. Следует отметить, что постановка эксперимента в условиях, достаточно близких к тем, которые предполагаются при теоретическом рассмотрении, не проста. Это обстоятельство затрудняет анализ и сопоставление полученных экспериментальных данных. В работе указывается, что наибольшего сжатия ядерного вещества при взаимодействии быстрых частиц с ядрами следует ожидать в том случае, когда транспортная длина налетающего нуклона в ядре будет минимальна ($E_0 \sim 800 - 1000 \text{ Мэв/Н}$). С этой точки зрения целесообразна постановка эксперимента на пучке протонов с энергией $\sim 1 \text{ Гэв}$. Для анализа взаимодействия протонов с ядрами при этой энергии имеется надежная расчетная модель-метод внутриядерного каскада (МВК), а множественность является достаточно надежным критерием центральности соударения. Ситуация при анализе взаимодействия ионов с ядрами [10] в этом смысле представляется существенно менее определенной. Поэтому кажется более оправданным искать эффекты, связанные с формированием ударных волн в ядрах, переходя от легких частиц (протонов) к более тяжелым, постепенно увеличивая массу налетающего ядра.

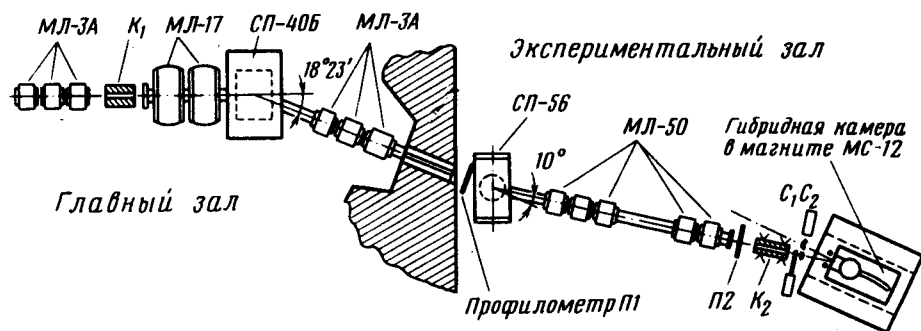


Рис. 1. Схема эксперимента

В данной работе авторы поставили своей целью провести исследование угловых распределений продуктов расщепления ядер быстрыми протонами в условиях, достаточно близких к тем, которые были положены в основу теоретического рассмотрения. Представлялось важным использовать в эксперименте чистую ядерную мишень и, таким образом рассмотреть ситуацию на простейшем уровне. Было выполнено облучение ядер ^{40}Ag протонами с энергией 1 Гэв , для чего была использована гибридная газожидкостная камера [11]. Количество ядер примесей

в мишени не превышало $0,5\%$. Схема эксперимента приведена на рис. 1. Для анализа было отобрано 113 случаев расщепления с множественностью $n \geq 5$ (736 треков). Взаимодействия, происшедшие ближе 5 см (по пучку) от стенки газовой мишени, не рассматривались. На рис. 2 представлено угловое распределение вторичных частиц относительно направления налетающих протонов для этой выборки. Там же показано аналогичное распределение, рассчитанное по МВК и нормированное на число отобранных взаимодействий. Видно, что оба распределения достаточно близки, тогда как ожидаемое положение максимума, рассчитанного в рамках гидродинамической модели [2] (стрелка на рис. 2), заметно отличается от наблюдаемого в эксперименте. Поскольку эффективность отбора следов не равнялась единице, то при теоретическом анализе были учтены геометрические ограничения. С помощью МВК, который достаточно хорошо описал наши данные, было рассчитано изменение плотности нуклонов в модели ядра в процессе развития каскада во времени. При этом были рассмотрены центральные соударения протона и ядра с постоянной плотностью. Расчет показал, что в процессе развития каскада в ядре возникают зоны уплотнения, распространяющиеся по ядру со временем (см. рис. 3). Видно, что $10 - 20\%$ -ные превышения плотности над исходной охватывают значительную часть объема ядра. Развитие уплотнений таково, что за время прохождения ими ядра не успевает сформироваться четкий фронт ударной волны в том виде, как он описан в работах [2, 5]. Следует отметить, что модельные расчеты для ядер больших размеров показывают, что в них со временем фронт становится еще менее резким.

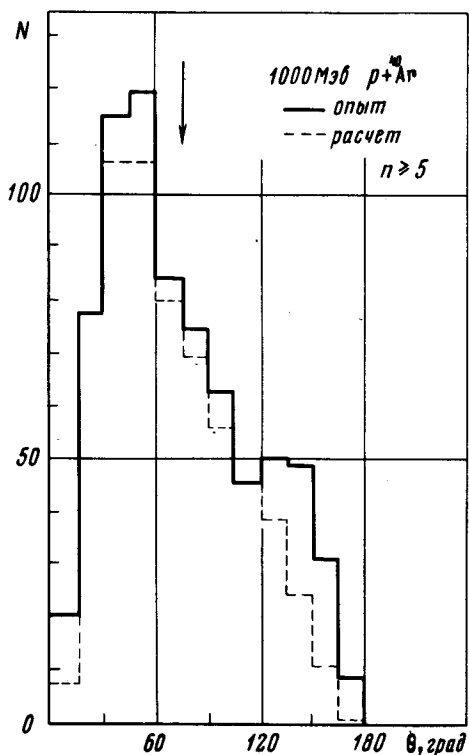


Рис. 2. Угловые распределения заряженных частиц из расщеплений ^{40}Ar протонами с энергией 1 ГэВ

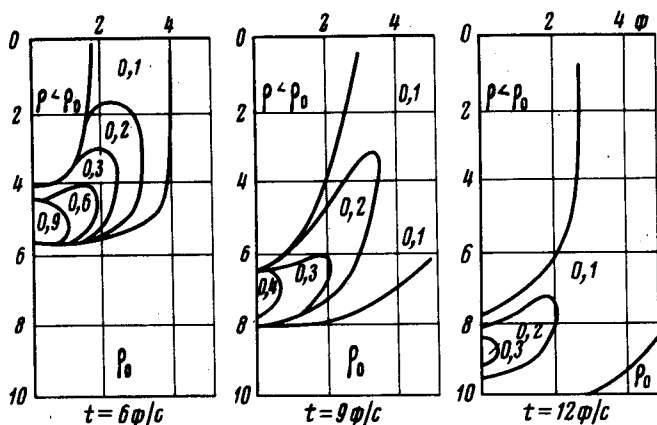


Рис. 3. Изменение плотности ядерного вещества при развитии каскада в три разных момента времени. Показано превышение плотности ядерного вещества над исходной

В результате проделанного исследования показано следующее: угловые распределения вторичных частиц достаточно хорошо описываются МВК; при рассмотрении развития каскада в ядре в рамках МВК в нем под воздействием протонов с энергией 1 Гэв формируется волна уплотнения, перемещающаяся со временем; эта волна существенно отличается от вида предсказанного гидродинамической моделью [2] — отсутствует четкий фронт ударной волны и связанный с его наличием конус Маха. Положение угла наиболее вероятного вылета заряженных частиц из ядра ^{40}Ar не соответствует расчету по этой модели.

Авторы признательны Л.А.Сливу за интерес к работе, а Т.Я.Родд, Л.Х.Валямовой, А.И.Кузнецовой, Р.А.Монастырной за помощь в ее выполнении.

Институт ядерной физики
им. Б.П.Константинова
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
22 февраля 1977 г.

Литература

- [1] J.Hofmann et al. Труды междунар. конференции по избранным вопросам структуры ядра. т. 2, стр.370, ОИЯИ, Д-9920, 1976
- [2] A.E.Glassgold et. al. Ann. of Phys., 6, 1, 1959.
- [3] M.I.Sobel et. al. Nucl. Phys., A251, 502, 1975.
- [4] T.Siemiarczuk, P.Zielinski. Phys. Rev., C13, 2439, 1976.
- [5] H.G.Baumgardt et. al. Z.Physik, A273, 359, 1975.
- [6] H.J.Crawford et. al. Phys. Rev.Lett., 34, 329, 1975.
- [7] L.P.Remsberg, D.G.Perry. Phys. Rev. Lett., 35, 361, 1975.
- [8] A.M.Poskanzer et. al. Phys. Rev. Lett., 35, 1701, 1975.
- [9] Е.С.Басова, А.И.Бондаренко, К.Г.Гуламов, У.Г.Гулямов, Ш.З.Насыров, Л.Н.Свечникова, Г.М.Чернов. Письма в ЖЭТФ, 24, 257, 1976.

[10] Л.И.Ба́зь и др. Препринт ИАЭ № 16/821, 1976; К.К.Gudima,
V.D.Топеев. Препринт ОИЯИ, Е4-9765, 1976.

[11] Л.В.Баканов, К.Н.Ермаков, В.Д.Лебедев, В.В.Мирошкин,
В.В.Пащук, М.В.Стабников, М.Г.Тверской, Письма в ЖЭТФ,
24, 320, 1976.
