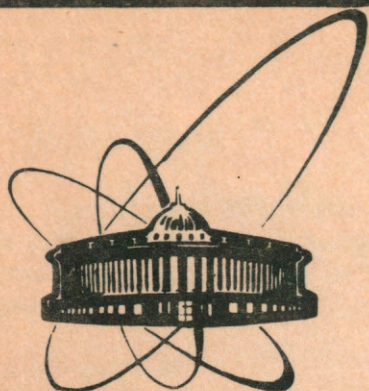


89-463



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

Б 447

P1-89-463

И.М.Беляев*, Н.В.Власов, О.П.Гаврищук,
Л.С.Золин, В.Ф.Переседов

СПИНОВЫЕ ЭФФЕКТЫ
В КУМУЛЯТИВНОМ ОБРАЗОВАНИИ ПРОТОНОВ
И ДЕЙТРОНОВ
В ПРОТОН-ЯДЕРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ ЭНЕРГИЯХ 16 ÷ 64 ГэВ

*Институт теоретической и экспериментальной физики,
Москва

Спиновые эффекты в кумулятивном образовании протонов и дейтронов в протон-ядерных взаимодействиях при энергиях $16 \div 64$ ГэВ

Измерена поляризация кумулятивных протонов, вылетающих под лабораторными углами 158° и 95° при взаимодействии первичных протонов с энергией от 16 до 64 ГэВ с ядрами Be, C, Mo. Измерения выполнены в интервале импульсов кумулятивных протонов от 505 до 1120 МэВ/с. Приводятся данные об асимметрии рассеяния кумулятивных дейтронов в интервале импульсов от 605 до 1220 МэВ/с. Зависимость поляризации от энергии частиц первичного пучка выражена слабо. Наблюдается рост поляризации от $(3,3 \pm 2,1)\%$ до $(12,0 \pm 1,0)\%$ с изменением угла с 158° до 95° . А-зависимость проявляется в уменьшении поляризации с ростом атомного номера ядра-мишени. В зависимости поляризации от импульса кумулятивных протонов наблюдается небольшой подъем при $650 \div 800$ МэВ/с для угла выхода 95° .

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1989

Перевод авторов

Belyaev I.M. et al.

P1-89-463

Spin Effects in Cumulative Production of Protons and Deuterons in Proton-Nucleus Interactions at 16-64 GeV

The polarization of cumulative protons produced at 158° and 95° laboratory angles in proton-nucleus interactions with nuclei Be, C, Mo for the beam energy of 16-64 GeV is measured. The experimental results are obtained over a momentum range of 505-1120 MeV/c for cumulative protons and of 605-1220 MeV/c for cumulative deuterons. The polarization dependence on the projectile energy is weakly expressed. The polarization of cumulative protons increases from $(3.3 \pm 2.1)\%$ to $(12.0 \pm 1.0)\%$ for angles 158° and 95° respectively. The A-dependence manifests itself in decreasing polarization with increasing the target atomic number. A weak bump of the cumulative proton polarization at a momentum range of 650-800 MeV/c and the yield angle of 95° are observed.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1989

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящей работе мы представляем данные по измерению асимметрии протонов (A_p), дейтронов (A_d) и поляризации протонов (P_p), вылетающих под углами 95° и 185° л.с. и образовавшихся в инклюзивном процессе

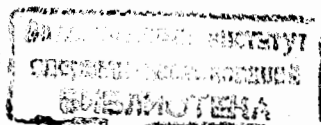


при энергии протонов первичного пучка от 16 до 64 ГэВ. Нами были опубликованы в работах^{1,2} предварительные результаты измерения поляризации кумулятивных протонов, образованных на ядре С, полученные с помощью поляриметра с дрейфовыми камерами³. Здесь приводятся результаты обработки полной статистики с демонстрацией зависимости поляризации протонов от их импульса (q), угла вылета из мишени (Θ), энергии протонов первичного пучка (E) и от атомного номера ядра (A).

Представленные данные — первые результаты по исследованию спиновых эффектов в реакции (1) при энергиях свыше 8 ГэВ в кумулятивной области образования протонов и дейтронов.

При более низких энергиях известны две группы опытов, в которых изучались спиновые эффекты в кумулятивном рождении протонов. Первая из них связана с экспериментами, использующими поляризованные протонные пучки для измерения анализирующей способности при инклюзивном рождении протонов назад в протон-ядерных взаимодействиях⁴⁻⁶ при промежуточных энергиях (≤ 800 МэВ). Эти измерения показали небольшую величину анализирующей способности $A_y < 10\%$ (для $A > 12$) при импульсах $q < 800$ МэВ/с. Примечательной способностью данных, представленных в⁶, было изменение знака анализирующей способности с кроссовером при $q \approx 800$ МэВ/с и быстрый рост A_y с увеличением q ($A_y \approx 30\%$ при $q \approx 1,0$ ГэВ/с).

Вторая группа измерений связана с исследованием поляризации кумулятивных протонов в опыте по двойному рассеянию. Эти эксперименты выполнены советскими группами физиков в ОИЯИ⁷, ЛИЯФ⁸, ИТЭФ^{10,11}. Наиболее детально измерения были выполнены в области промежуточных энергий¹⁷⁻⁹. Набор данных в этой группе опытов не дает, однако, четкой картины поведения поляризации в области



энергий $0,6 \div 8$ ГэВ. Так, при энергии 1 ГэВ^{19} была найдена близкая к нулю поляризация протонов при углах выхода от 59 до 145° , в то время как при $0,68 \text{ ГэВ}^{17}$ отмечены значительные спиновые эффекты и наличие у них угловой и А-зависимостей. Указания на большую величину поляризации ($\cong 30 \div 50\%$) получены также в экспериментах с пионными и протонными пучками в области нескольких $\text{ГэВ}^{10,11}$.

Область энергий свыше $4\div 5$ ГэВ для кумулятивных эффектов в нуклонных пучках характерна установлением режима предельной фрагментации, когда основные характеристики процесса начинают демонстрировать с хорошим приближением скейлинговое поведение по энергии. Поведение спиновых эффектов в этой области является информативно ценной дополнительной характеристикой процесса.

2. ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

Измерения выполнены на ускорителе У-70 (ИФВЭ, Протвино)¹³ в опыте по двойному рассеянию с помощью поляриметра с дрейфовыми камерами. В качестве анализатора во втором рассеянии использовался углерод толщиной от 35 до 50 мм. Подробное описание алгоритмов обработки данных представлено в работах^{11,31}.

Поляризация (P_p) кумулятивных протонов определялась нами по лево-правой асимметрии (A_p) рассеяния с учетом средневзвешенного по совокупности событий значения анализирующей способности углерода (A_c).

$$P_p = A_p / \langle A_c \rangle. \quad (2)$$

Для определения $\langle A_c \rangle$ была использована аппроксимация зависимости анализирующей способности для углерода от угла рассеяния и кинетической энергии протонов $A_c(\Theta, T)$, предложенная в работе¹¹. В нашем диапазоне кинетических энергий протонов $T > 140$ МэВ и углов рассеяния $\Theta = 6\div 14^\circ$ точность аппроксимации оценивается в $\pm 2,5\%$.

Ложная асимметрия, обусловленная возможным непостоянством эффективности по площади координатных детекторов, определялась на пучке π -мезонов с импульсами $q = 300 \div 500$ МэВ/с отдельно для каждой серии измерений. π -мезонная асимметрия (A_π), параметризованная в виде полинома второй степени от угла рассеяния частицы, вводилась как коррекция с учетом ее статистической значимости при определении асимметрии протонов и дейтронов. Систематическая ошибка в определении асимметрии кумулятивных частиц, обусловленная неточностью юстировки дрейфовых камер, по координатам и углам, не превышала $0,007$ для всех серий измерений.

Импульс пионов и протонов определялся с точностью не менее 5% (для $q \geq 550$ МэВ/с) по отклонению в магнитном поле. Максимальная величина угла поворота спина в магнитном поле составляла 40° (для $q = 550$ МэВ/с). Идентификация вторичных частиц (π , p , d) производилась по времени пролета. Временное разрешение сцинтилляционных счетчиков (400 пс) позволяло эффективно разделять протоны и дейтроны вплоть до импульсов 1200 МэВ/с.

Особенностью эксперимента является его выполнение на внутреннем пучке протонов ускорителя. Экспозиция проводилась на нарастающем магнитном поле протонного синхротрона, что обеспечивало непрерывность измерений во всем диапазоне энергий первичного пучка от 16 до 64 ГэВ при минимизации систематической ошибки в определении энергетических зависимостей. В эксперименте на внутреннем пучке ускорителя можно обеспечить высокую светимость мишени, это дало возможность нам за время экспозиции порядка 10 дней обеспечить статистическую точность измерений поляризации $\pm 2\%$ в жесткой части спектра ($q > 1000$ МэВ/с) протонов при эффективности поляриметра 3% .

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ УГЛА 158° Л.С.

При обработке данных набранная статистика была распределена по 6 импульсным интервалам кумулятивных протонов и 3 интервалам по энергии первичных протонов.

На рис.1 показаны импульсные спектры регистрируемых частиц, которые отображают соотношение протонов и дейтронов для различных условий экспозиции, а также статистическую обеспеченность в различных импульсных интервалах. При анализе данных импульсный интервал для протонов мы ограничивали снизу значением 505 МэВ/с, поскольку при $q < 500$ МэВ/с анализирующая способность углерода быстро падает. Нижняя граница по импульсу для дейтронов составляла 625 МэВ/с и определялась их пробегом в веществе анализатора и детекторов установки.

Диапазон по энергии ($E = 16 \div 64$ ГэВ) первичных протонов определялся режимом работы ускорителя, при котором возможно было осуществлять равномерный сброс пучка протонов на мишень путем использования обратной связи для корректировки радиуса равновесной орбиты. На рис.2 показана скорость счета мониторов в зависимости от энергии ускоренных протонов: для различных серий измерений границы рабочего диапазона отличались на ± 2 ГэВ.

Зависимость асимметрии рассеяния кумулятивных протонов от их импульса в различных Е-интервалах для ядер Ве, С, Мо показана на рис.3. Поскольку нет существенного различия в импульсных зависимостях асимметрии для различной энергии первичных протонов, мы приводим также результат усреднения A_p по полному Е-интервалу. Энергетическая зависимость асимметрии для протонов в диапазоне их импульсов от 505 до 950 МэВ/с показана на рис.4.

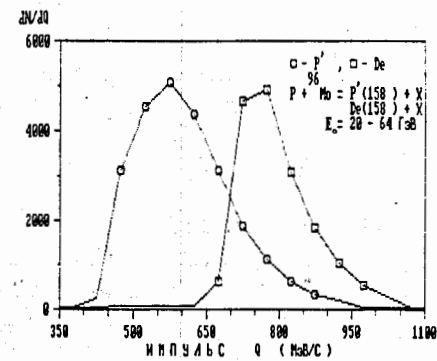
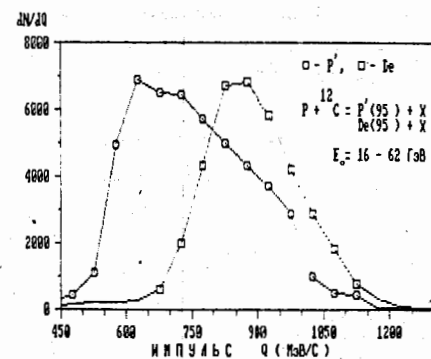
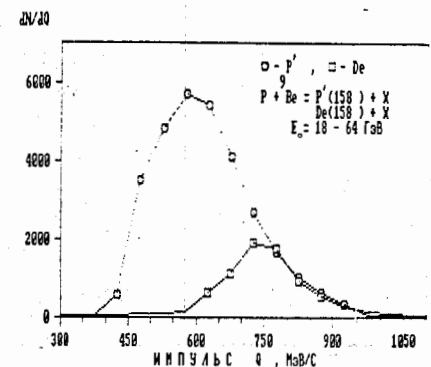


Рис.1. Импульсные спектры частиц.

Аналогичные зависимости для асимметрии рассеяния (A_D) дейтронов с импульсом $q = 625 \div 1100$ МэВ/с показаны на рис.5,6.

Ложная асимметрия поляриметра (A_{π}), определенная при рассеянии на анализаторе π -мезонов, в отдельных экспозициях на ядрах Ве, С и Мо соответственно равнялась: $-0,0012 \pm 0,0086$, $-0,015 \pm 0,020$ и $0,004 \pm 0,010$.

Зависимость поляризации кумулятивных протонов от импульса в различных энергетических интервалах представлена на рис.7. В импульсной зави-

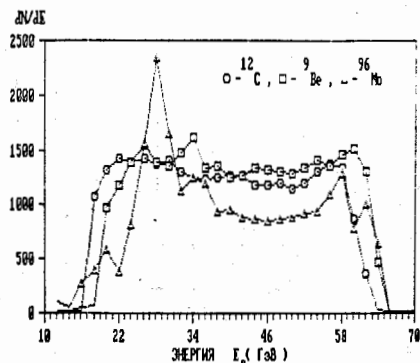


Рис.2. Растяжка сброса протонов первичного пучка на мишень.

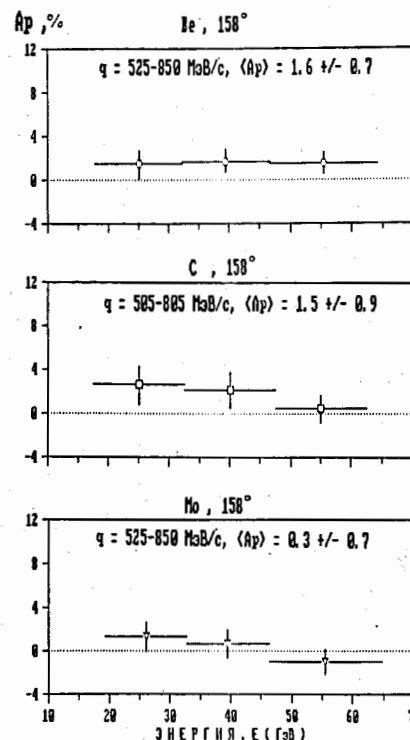
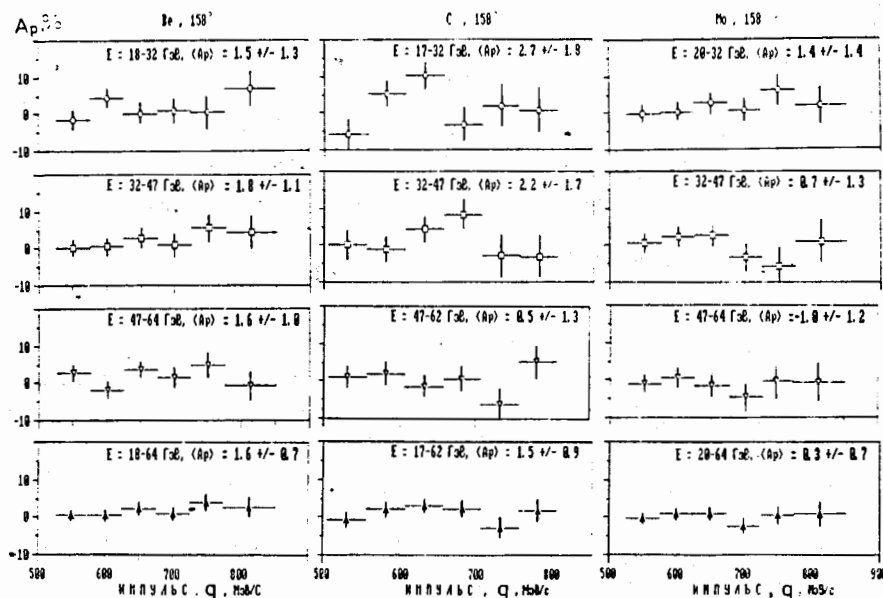


Рис.3. Импульсные зависимости асимметрии для протонов, образованных на ядрах Ве, С, Мо под углом 158° .

Рис.4. Энергетические зависимости асимметрии для протонов, образованных на ядрах Ве (o), С(□), Мо (▽) под углом 158° .

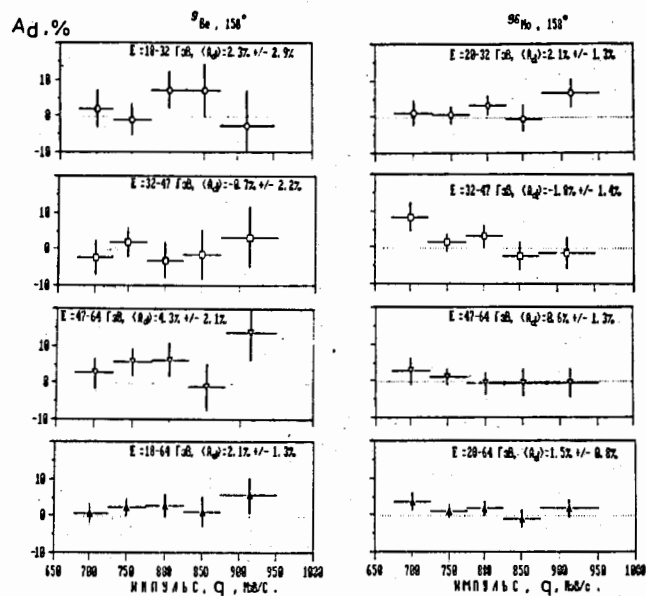


Рис.5. Импульсные зависимости асимметрии для дейтронов, образованных на ядрах Be, C, Mo под углом 158°.

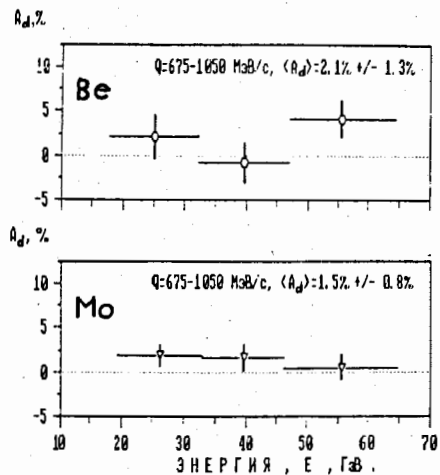


Рис.6. Энергетические зависимости асимметрии для дейтронов, образованных на ядрах Be (o), Mo (∇) под углом 158°.

симости поляризации явно выраженных особенностей не наблюдается. Энергетическая зависимость поляризации (рис.8) выражена слабо, и ее величина практически не изменяется в пределах коридора ошибок.

Величина поляризации при угле эмиссии протонов 158° для всех ядер невелика $\cong 2 \div 4\%$. Тем не менее можно отметить определенную тенденцию в A-зависимости, выраженную в уменьшении средней величины поляризации $\langle P_p \rangle$ с увеличением атомного номера ядра-мишени: $\langle P_p(\text{Be}) \rangle = (4,2 \pm 1,6)\%$, $\langle P_p(\text{C}) \rangle = (3,3 \pm 1,5)\%$ и $\langle P_p(\text{Mo}) \rangle = (0,8 \pm 1,8)\%$.

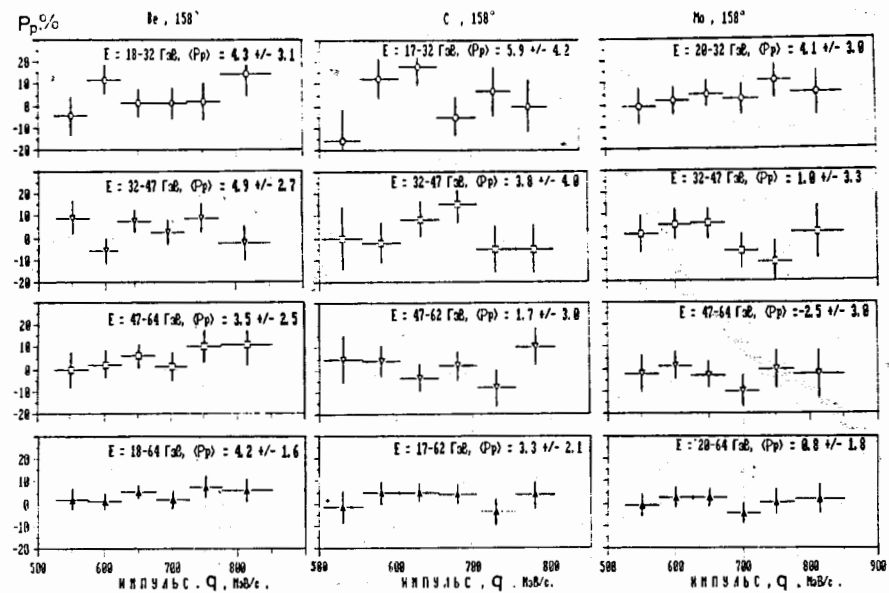


Рис.7. Импульсные зависимости поляризации для протонов, образованных на ядрах Be, C, Mo под углом 158°.

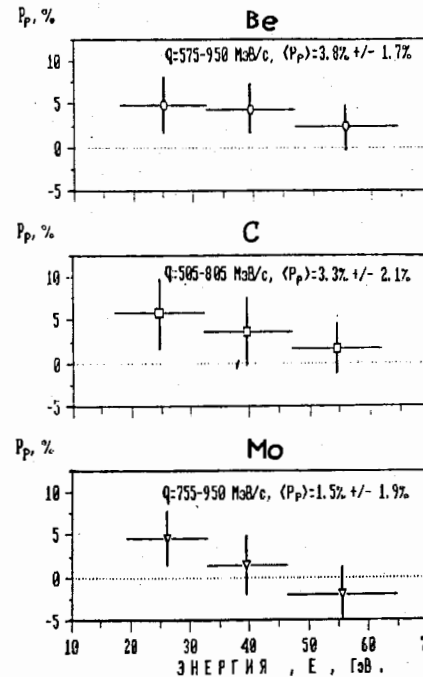


Рис.8. Энергетические зависимости поляризации для протонов, образованных на ядрах Be (o), C (□), Mo (∇) под углом 158°.

4. ИЗМЕРЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИИ ДЛЯ УГЛА 95° Л.С.

При постановке опыта под углом 95° подготовка поляриметра проводилась с большей тщательностью с целью снижения систематических погрешностей и сохранения статистической точности при расширении импульсного интервала измерений. Трековая часть была дополнена четвертой дрейфовой камерой перед анализатором-рассеивателем для увеличения точности в определении направления частиц, входящих в углеродный анализатор. Для более эффективного подавления рассеянных в анализаторе частиц на углы меньше 6° в триггер был включен дополнительный антисовпадательный сцинтилляционный счетчик, уменьшающий размер "полутени" в вето-области.

В экспериментах, выполненных ранее на внешних пучках¹⁷⁻¹¹¹, измерения поляризации кумулятивных частиц были ограничены сверху импульсом $q = 750 \div 800$ МэВ/с из-за быстрого падения сечения их образования. Поэтому акцент в измерениях был сделан на набор статистики в жесткой части спектра в области импульсов $q > 800$ МэВ/с. Используя преимущества при работе на внутреннем пучке ускорителя (большая светимость мишени), исследуемый импульсный интервал кумулятивных протонов расширили до импульсов $q = 1100$ МэВ/с. Кроме этого, одновременно с протонами измерялась асимметрия кумулятивных дейтронов, что давало возможность сравнивать относительное поведение асимметрий для кумулятивных фрагментов со спином 1/2 и 1 с минимальной систематической погрешностью.

Ложная асимметрия (A_l), периодически измеряемая нами экспериментально по асимметрии рассеяния π -мезонов, составляла в среднем $A_l = 0,009 \pm 0,010$.

Диапазон по энергии первичных протонов E изменялся от 17 до 62 ГэВ при непрерывном наведении внутреннего пучка на тонкую углеродную мишень (рис.2). Диапазоны анализа по импульсу составили: для протонов $q = (520 \div 1120)$ МэВ/с, для дейтронов $q = (740 \div 1220)$ МэВ/с. Для анализа импульсной и энергетической зависимостей набранная статистика распределялась по трем интервалам первичной энергии и 7 интервалам по импульсу.

Измеренные величины асимметрии рассеяния протонов (A_p) в зависимости от их импульсов показаны на рис.9а. В импульсной зависимости наблюдается максимум асимметрии протонов $A_p = (6,7 \pm 1,0)\%$ в районе $q = (650 \div 800)$ МэВ/с, который более четко выражен в двух первых E -интервалах. Средняя величина асимметрии протонов $A_p = (4,8 \pm 0,5)\%$ и практически не зависит от E (рис.10). Для кумулятивных дейтронов (рис.9б) величина лево-правой асимметрии рассеяния в пределах ошибок не отличается от нуля $A_d = (0,71 \pm 0,52)\%$. Пред-

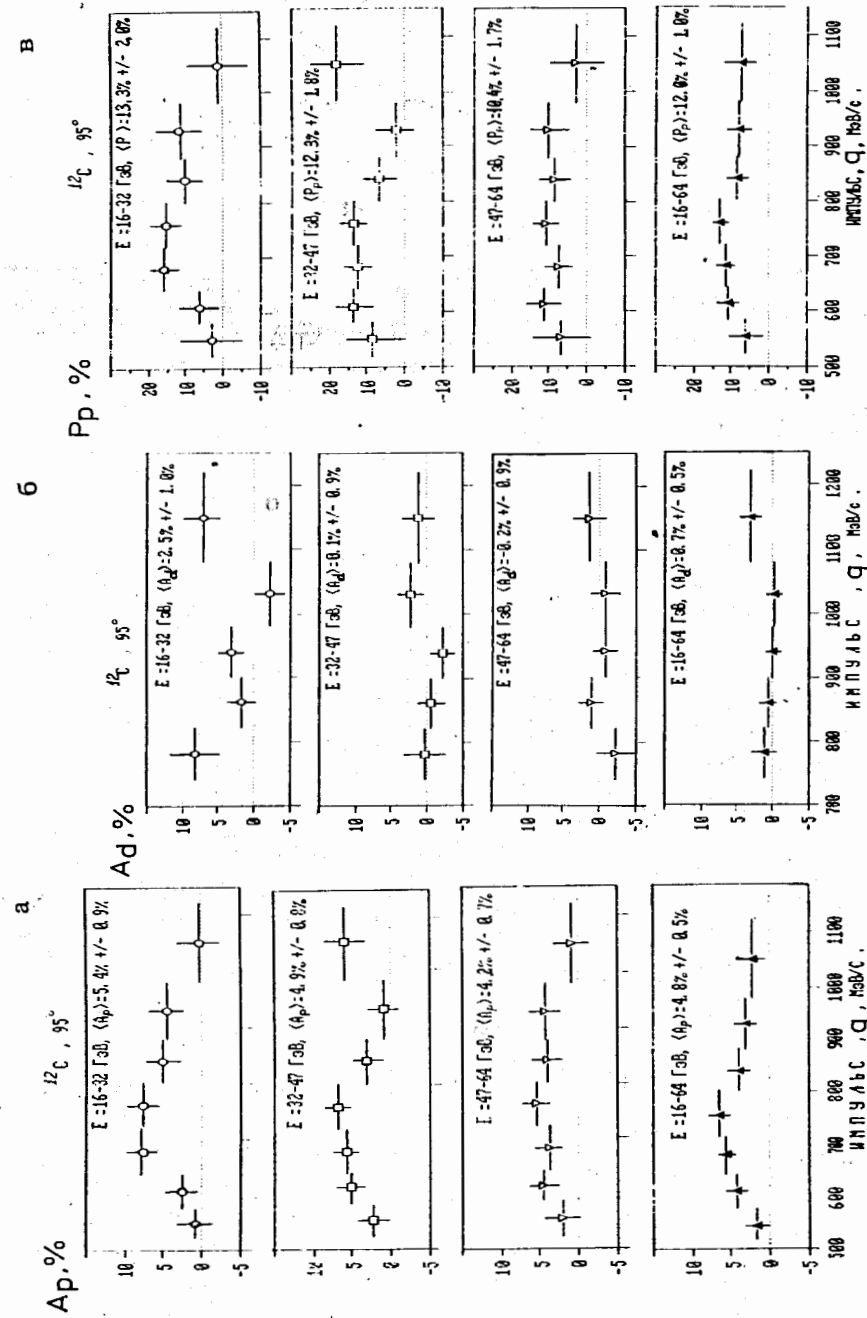


Рис.9. Импульсные зависимости асимметрии протонов (а), дейтронов (б) и поляризации протонов (в), образованных под углом 95° на ядре С.

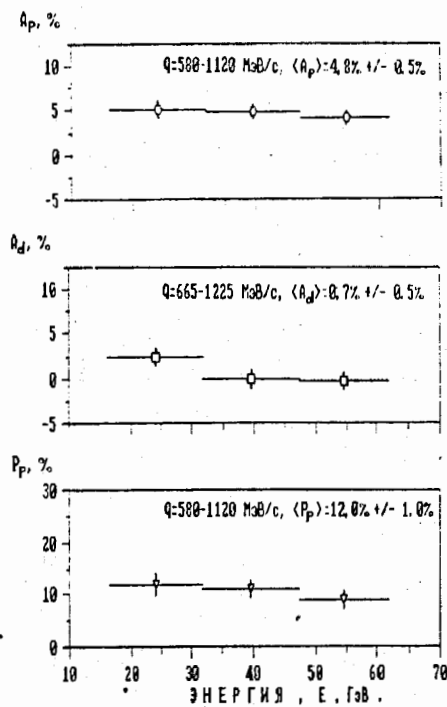


Рис.10. Е-зависимости асимметрии протонов, дейтронов и поляризации протонов, образованных под углом 95° на ядре С.

ставляется маловероятным наличие механизма, который может обусловить появление значительной векторной поляризации кумулятивных дейтронов, поэтому наблюдаемый нулевой эффект асимметрии рассеяния дейтронов можно расценивать как естественный результат. В сравнении с ним значительная величина асимметрии рассеяния протонов воспринимается как косвенное подтверждение реальности эффекта поляризации кумулятивных протонов с углом вылета 95°.

Зависимость величины поляризации кумулятивных протонов от импульса q в различных Е-интервалах

показана на рис.9в. В Е-интервале 16 ÷ 32 ГэВ отчетливо проявляется подъем поляризации при $q = 650 \div 800$ МэВ/с, где она достигает величины 17 ÷ 18%. Усредненная по импульсу поляризация от энергии первичных протонов практически не зависит (рис.10), ее изменение не выходит за пределы ошибок, и в среднем $\langle P_p \rangle = (12,0 \pm 1,0)\%$.

5. УГЛОВАЯ И А-ЗАВИСИМОСТИ ПОЛЯРИЗАЦИИ

Сопоставление результатов для углов 158° и 95° л.с. позволяет сделать вывод о наличии угловой зависимости поляризации протонов в кумулятивном процессе (1): в случае углеродной мишени для угла 158° средняя величина поляризации $\langle P_p \rangle = (3,3 \pm 2,1)\%$, а для угла 95° $\langle P_p \rangle = (12,0 \pm 1,0)\%$.

Как отмечалось выше, в серии измерений с ядрами Ве, С, Мо просматривается тенденция к убыванию величины поляризации кумулятивных протонов с ростом атомного номера ядра (рис.11). Естественно предположить, что подобная А-зависимость поляризации может быть связана с деполяризацией при увеличении кратности перерассеяния с ростом А рожденных кумулятивных протонов на квазисвободных нуклонах ядра.

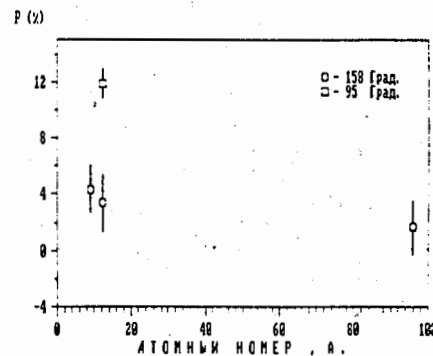


Рис.11. А-зависимость поляризации кумулятивных протонов.

Механизм генерации кумулятивных протонов, по-видимому, нельзя сводить только к акту первичного взаимодействия в ядре. Количественные предсказания эффекта поляризации кумулятивных протонов, основанные на моделях их рождения, рассматривающих только первичную стадию их формирования, не дают адекватного описания экспериментальных данных. Так, попытка количественного описания поляризационных данных при промежуточных энергиях^{18,9} на основе модели прямого выбивания¹¹³ успеха не имела. Модель жесткого соударения партонов¹¹⁴ дает предсказания, согласующиеся с наблюдаемыми нами зависимостями от угла и энергии пучка, но предполагает существенно больший уровень поляризации и ее независимость от сорта мишени.

В случае зрительного механизма¹¹⁵ образованный при разрушении кваркового кластера кумулятивный протон должен иметь нулевую поляризацию.

Таким образом, известные модельные оценки величины поляризации не показывают удовлетворительного согласия с наблюдаемым поведением поляризации в кумулятивной области. В этой связи нам представляется оправданным подход к объяснению спиновых эффектов при кумулятивном образовании барионов, связанный с учетом роли вторичных взаимодействий в ядре. К выводу о необходимости рассмотрения взаимодействий в конечном состоянии при анализе спиновых эффектов в рождении протонов назад, в частности, пришли авторы работы¹¹⁶ в результате сопоставления данных об анализирующей способности в реакциях (1) и данных по измерению pp-корреляций для протонов, рожденных назад в рА-реакции.

Сделанные нами предварительные оценки величины поляризации, возникающей при упругом перерассеянии кумулятивных протонов с импульсом 500 ÷ 1000 МэВ/с на квазисвободных нуклонах ядра, показывают, что угловая А-зависимость и величина поляризации могут быть удовлетворительно объяснены механизмом перерассеяния. В настоящее время мы проводим подобный анализ на более детальном уровне.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты измерений асимметрии рассеяния и поляризации кумулятивных протонов, образованных в реакции (1), отражающие энерге-

тическую, импульсную, угловую и А-зависимости, приведены в табл.1-7. Представленные данные позволяют сделать следующие выводы:

1. Поляризация кумулятивных протонов, образованных в протон-ядерных взаимодействиях при энергии протонного пучка от 17 до 64 ГэВ, имеет незначительную ($\approx 10\%$), но достоверно отличную от нуля величину.

2. Из исследованных нами зависимостей поляризации (E, A, q, Θ) наиболее сильно проявляется угловая; в случае ядра углерода при изменении угла Θ от 95° до 158° величина поляризации уменьшается

втрое: $\langle P_p(C, 95^\circ) \rangle = (12,0 \pm 1,0)\%$ и $\langle P_p(C, 158^\circ) \rangle = (3,3 \pm 2,1)\%$; А-зависимость проявляется в уменьшении поляризации с возрастанием атомного номера мишени: $\langle P_p(Be, 158^\circ) \rangle = (4,2 \pm 1,6)\%$ и $\langle P_p(Mo, 158^\circ) \rangle = (0,8 \pm 1,8)\%$; энергетическая (E) и импульсная (q) зависимости выражены слабо в широком интервале значений E ($16 \div 64$ ГэВ) и q ($500 \div 1100$ МэВ/с).

3. Впервые измерена поляризация в жесткой части спектра кумулятивных протонов, рождаемых назад ($q > 900$ МэВ/с); заметного изменения спиновых эффектов, подобного отмеченному в работе¹⁶ их быстрому росту в этой области q, не обнаружено.

Таблица 1. $p + {}^9\text{Be} \rightarrow p(158^\circ) + X$

E, ГэВ	$\langle q \rangle$, МэВ/с	$\langle T \rangle$, МэВ	q, МэВ/с	T, МэВ	AZ +/- dAZ	PZ +/- dPZ
18-32	550	149	525-575	137-162	-1.6 +/- 2.7	-4.6 +/- 8.9
	600	175	575-625	162-189	4.6 +/- 2.6	12.2 +/- 6.7
	650	203	625-675	189-218	0.3 +/- 2.8	1.5 +/- 6.2
	700	232	675-725	218-248	1.0 +/- 3.3	1.4 +/- 6.9
	750	263	725-775	248-279	0.6 +/- 4.4	2.1 +/- 8.7
	813	303	775-850	279-328	7.2 +/- 4.8	14.8 +/- 10.0
$\langle E \rangle = 25$	688	233	525-850	137-328	1.5 +/- 1.3	4.3 +/- 3.1
32-47	550	149	525-575	137-162	0.3 +/- 2.3	0.1 +/- 7.7
	600	175	575-625	162-189	0.5 +/- 2.3	2.4 +/- 5.9
	650	203	625-675	189-218	2.9 +/- 2.5	6.3 +/- 5.5
	700	232	675-725	218-248	1.0 +/- 3.1	1.5 +/- 6.4
	750	263	725-775	248-279	5.7 +/- 3.8	11.0 +/- 7.4
	813	303	775-850	279-328	4.5 +/- 4.2	11.1 +/- 8.6
$\langle E \rangle = 40$	688	233	525-850	137-328	1.8 +/- 1.1	4.9 +/- 2.7
47-67	550	149	525-575	137-162	2.9 +/- 2.2	9.5 +/- 7.5
	600	175	575-625	162-189	-2.0 +/- 2.1	-6.0 +/- 5.5
	650	203	625-675	189-218	3.7 +/- 2.3	7.9 +/- 5.0
	700	232	675-725	218-248	1.5 +/- 2.7	2.9 +/- 5.5
	750	263	725-775	248-279	4.8 +/- 3.4	9.6 +/- 6.7
	813	303	775-850	279-328	-0.7 +/- 3.8	-2.3 +/- 7.9
$\langle E \rangle = 55$	688	233	525-850	137-328	1.6 +/- 1.0	3.5 +/- 2.5
18-64	550	149	525-575	137-162	0.8 +/- 1.4	2.5 +/- 4.6
	600	175	575-625	162-189	0.6 +/- 1.3	1.6 +/- 3.5
	650	203	625-675	189-218	2.6 +/- 1.4	5.7 +/- 3.2
	700	232	675-725	218-248	1.2 +/- 1.7	2.0 +/- 3.6
	750	263	725-775	248-279	4.1 +/- 2.2	8.2 +/- 4.3
	813	303	775-850	279-328	3.0 +/- 2.4	6.6 +/- 5.1
$\langle E \rangle = 41$	688	233	525-850	137-328	1.6 +/- 0.7	4.2 +/- 1.6

Таблица 2. $p + {}^{12}\text{C} \rightarrow p(158^\circ) + X$

E, ГэВ	$\langle q \rangle$, МэВ/с	$\langle T \rangle$, МэВ	q, МэВ/с	T, МэВ	AZ +/- dAZ	PZ +/- dPZ
17-32	530	139	505-555	127-152	-5.7 +/- 4.1	-15.6 +/- 14.4
	580	165	555-605	152-178	5.4 +/- 3.6	13.0 +/- 9.5
	630	192	605-655	178-206	10.4 +/- 3.8	18.7 +/- 8.5
	680	221	655-705	206-235	3.0 +/- 4.4	-4.7 +/- 8.8
	730	251	705-755	235-266	2.2 +/- 5.9	7.0 +/- 11.2
	780	282	755-805	266-298	0.9 +/- 6.2	0.3 +/- 12.0
$\langle E \rangle = 25$	655	211	505-805	127-298	2.7 +/- 1.8	5.9 +/- 4.2
32-47	530	139	505-555	127-152	0.3 +/- 4.0	0.1 +/- 14.1
	580	165	555-605	152-178	-0.9 +/- 3.5	-2.0 +/- 9.3
	630	192	605-655	178-206	4.5 +/- 3.5	8.9 +/- 7.9
	680	221	655-705	206-235	8.5 +/- 4.1	15.8 +/- 8.3
	730	251	705-755	235-266	-2.8 +/- 5.7	-5.0 +/- 10.9
	780	282	755-805	266-298	-3.0 +/- 5.9	-4.9 +/- 11.5
$\langle E \rangle = 40$	655	211	505-805	127-298	2.2 +/- 1.7	3.8 +/- 4.0
47-62	530	139	505-555	127-152	1.1 +/- 3.0	4.9 +/- 10.5
	580	165	555-605	152-178	1.8 +/- 2.6	4.5 +/- 7.0
	630	192	605-655	178-206	-1.4 +/- 2.7	-3.4 +/- 6.0
	680	221	655-705	206-235	0.8 +/- 3.2	2.0 +/- 6.3
	730	251	705-755	235-266	-6.1 +/- 4.3	-8.1 +/- 8.1
	780	282	755-805	266-298	5.3 +/- 4.4	10.9 +/- 8.5
$\langle E \rangle = 55$	655	211	505-805	127-298	0.5 +/- 1.3	1.7 +/- 3.0
17-62	530	139	505-555	127-152	-0.6 +/- 2.1	-1.5 +/- 7.3
	580	165	555-605	152-178	2.3 +/- 1.8	5.0 +/- 4.8
	630	192	605-655	178-206	3.3 +/- 1.9	5.3 +/- 4.2
	680	221	655-705	206-235	2.3 +/- 2.2	4.3 +/- 4.4
	730	251	705-755	235-266	-2.5 +/- 2.9	-3.5 +/- 5.6
	780	282	755-805	266-298	2.0 +/- 3.1	4.0 +/- 5.9
$\langle E \rangle = 40$	655	211	505-805	127-298	1.5 +/- 0.9	3.3 +/- 2.1

4. Асимметрия рассеяния кумулятивных дейтронов, образованных на ядрах Be, C, Mo при углах 95° и 158°, в пределах ошибок измерений ($\cong 2\%$) равна нулю. Этот вывод можно распространить и на векторную поляризацию кумулятивных дейтронов, если анализирующая способность углерода существенно отлична от нуля ($\geq 10\%$).

5. Наиболее вероятным механизмом, ответственным за наблюдаемую поляризацию кумулятивных протонов, является, видимо, их перерассеяние на квазисвободных нуклонах ядра.

Таблица 3. $p + {}^{96}\text{Mo} \rightarrow p(158^\circ) + X$

E, ГэВ	$\langle q \rangle$, МэВ/с	$\langle T \rangle$, МэВ	q, МэВ/с	T, МэВ	AZ +/- dAZ	PZ +/- dPZ
20-32	550 600 650 700 750 813	149 175 203 232 263 303	525-575 575-625 625-675 675-725 725-775 775-850	137-162 162-189 189-218 218-248 248-279 279-328	-0.3 +/- 2.5 0.5 +/- 2.5 2.7 +/- 2.8 1.0 +/- 3.4 6.3 +/- 4.3 2.2 +/- 5.0	-0.9 +/- 8.5 2.1 +/- 6.5 5.3 +/- 6.1 2.8 +/- 6.9 11.1 +/- 8.5 5.4 +/- 10.3
$\langle E \rangle = 26$	688	233	525-850	137-328	1.4 +/- 1.4	4.1 +/- 3.0
32-47	550 600 650 700 750 813	149 175 203 232 263 303	525-575 575-625 625-675 675-725 725-775 775-850	137-162 162-189 189-218 218-248 248-279 279-328	0.8 +/- 2.5 2.3 +/- 2.5 2.7 +/- 2.9 -3.2 +/- 3.8 -5.6 +/- 4.9 1.3 +/- 5.8	1.5 +/- 8.7 6.0 +/- 6.6 6.1 +/- 6.5 -6.5 +/- 7.7 -11.3 +/- 9.7 2.2 +/- 12.1
$\langle E \rangle = 40$	688	233	525-850	137-328	0.7 +/- 1.3	1.0 +/- 3.3
47-64	550 600 650 700 750 813	149 175 203 232 263 303	525-575 575-625 625-675 675-725 725-775 775-850	137-162 162-189 189-218 218-248 248-279 279-328	-0.8 +/- 2.4 0.7 +/- 2.4 -1.5 +/- 2.8 -4.6 +/- 3.5 -0.2 +/- 4.5 -0.6 +/- 5.3	-1.9 +/- 8.0 1.7 +/- 6.3 -2.5 +/- 6.1 -10.1 +/- 7.1 -0.1 +/- 9.0 -2.2 +/- 11.0
$\langle E \rangle = 55$	688	233	525-850	137-328	-1.0 +/- 1.2	-2.5 +/- 3.0
20-64	550 600 650 700 750 813	149 175 203 232 263 303	525-575 575-625 625-675 675-725 725-775 775-850	137-162 162-189 189-218 218-248 248-279 279-328	-0.1 +/- 1.4 1.1 +/- 1.4 1.2 +/- 1.6 -2.2 +/- 2.1 0.7 +/- 2.6 0.9 +/- 3.1	-0.5 +/- 4.8 3.2 +/- 3.7 2.8 +/- 3.6 -4.3 +/- 4.2 1.0 +/- 5.2 2.0 +/- 6.4
$\langle E \rangle = 42$	688	233	525-850	137-328	0.3 +/- 0.7	0.8 +/- 1.8

Таблица 4. $p + C \rightarrow p(95^\circ) + X$

E, ГэВ	$\langle q \rangle$, МэВ/с	$\langle T \rangle$, МэВ	q, МэВ/с	T, МэВ	AZ +/- dAZ	PZ +/- dPZ
16-32	550 610 680 760 840 930 1050	149 181 221 269 321 383 470	520-580 580-640 640-720 720-800 800-880 880-980 980-1110	135-165 165-198 198-244 244-295 295-348 348-419 419-515	1.1 +/- 2.4 2.7 +/- 2.1 8.0 +/- 1.8 7.8 +/- 2.0 5.2 +/- 2.1 4.8 +/- 2.2 0.5 +/- 2.7	4.2 +/- 8.1 7.5 +/- 5.3 17.9 +/- 3.8 17.1 +/- 3.9 12.4 +/- 4.6 13.5 +/- 5.7 1.4 +/- 8.2
$\langle E \rangle = 24$	845	340	580-1110	165-515	5.4 +/- 0.9	13.3 +/- 2.0
32-47	550 610 680 760 840 930 1050	149 181 221 269 321 383 470	520-580 580-640 640-720 720-800 800-880 880-980 980-1110	135-165 165-198 198-244 244-295 295-348 348-419 419-515	2.6 +/- 2.2 5.3 +/- 1.9 6.0 +/- 1.6 7.1 +/- 1.7 3.2 +/- 1.9 1.1 +/- 2.0 6.1 +/- 2.4	9.8 +/- 7.5 14.7 +/- 4.7 13.7 +/- 3.4 15.3 +/- 3.4 7.8 +/- 4.2 3.0 +/- 5.1 19.5 +/- 7.3
$\langle E \rangle = 40$	845	340	580-1110	165-515	4.9 +/- 0.8	12.3 +/- 1.8
47-64	550 610 680 760 840 930 1050	149 181 221 269 321 383 470	520-580 580-640 640-720 720-800 800-880 880-980 980-1110	135-165 165-198 198-244 244-295 295-348 348-419 419-515	2.1 +/- 2.2 4.7 +/- 1.8 3.9 +/- 1.6 5.6 +/- 1.7 4.2 +/- 1.9 4.4 +/- 1.9 0.9 +/- 2.3	8.2 +/- 7.5 12.8 +/- 4.6 9.0 +/- 3.3 12.1 +/- 3.3 10.1 +/- 4.1 12.2 +/- 5.0 3.0 +/- 7.0
$\langle E \rangle = 55$	845	340	580-1110	165-515	4.2 +/- 0.7	10.4 +/- 1.7
16-64	550 610 680 760 840 930 1050	149 181 220 269 321 383 470	520-580 580-640 640-720 720-800 800-880 880-980 980-1110	135-165 165-198 198-244 244-295 295-348 348-419 419-515	2.0 +/- 1.3 4.4 +/- 1.1 5.8 +/- 1.0 6.7 +/- 1.0 4.1 +/- 1.1 3.4 +/- 1.2 2.6 +/- 1.4	7.5 +/- 4.4 12.0 +/- 2.8 13.2 +/- 2.0 14.6 +/- 2.0 9.8 +/- 2.5 9.4 +/- 3.0 8.3 +/- 4.3
$\langle E \rangle = 45$	845	340	580-1110	165-515	4.8 +/- 0.5	12.0 +/- 1.0

Таблица 5. $p + {}^9\text{Be} \rightarrow d(158^\circ) + X$

$E, \Gamma_{\text{эВ}}$	$\langle q \rangle, \text{МэВ/с}$	$\langle T \rangle, \text{МэВ}$	$q, \text{МэВ/с}$	$T, \text{МэВ}$	AZ	\pm	dAZ
	650	109	625-675	101-118	0.4	+/-	6.7
18-32	700	126	675-725	118-135	1.9	+/-	5.6
	750	144	725-775	135-154	-1.1	+/-	4.8
	800	163	775-825	154-174	7.1	+/-	5.3
	850	184	825-875	174-194	7.1	+/-	7.4
	913	210	875-950	194-227	-3	+/-	9.8
	1000	250	950-1050	227-274	11.4	+/-	16.9
$\langle E \rangle = 25$	863	195	675-1050	118-274	2.3	+/-	2.9
	650	109	625-675	101-118	4.7	+/-	5.5
32-47	700	126	675-725	118-135	-2.3	+/-	4.8
	750	144	725-775	135-154	2.0	+/-	3.8
	800	163	775-825	154-174	-3.0	+/-	4.7
	850	184	825-875	174-194	-1.4	+/-	6.8
	913	210	875-950	194-227	3.4	+/-	8.3
	1000	250	950-1050	227-274	-2.2	+/-	14.7
$\langle E \rangle = 40$	863	196	675-1050	118-274	-0.7	+/-	2.2
	650	109	625-675	101-118	-2.9	+/-	5.0
47-64	700	126	675-725	118-135	2.7	+/-	4.2
	750	144	725-775	135-154	5.8	+/-	3.6
	800	163	775-825	154-174	6.3	+/-	4.5
	850	184	825-875	174-194	-1.1	+/-	6.1
	913	210	875-950	194-227	13.9	+/-	7.6
	1000	250	950-1050	227-274	-8.0	+/-	10.7
$\langle E \rangle = 55$	863	196	675-1050	118-274	4.3	+/-	2.1
	650	109	625-675	101-118	0.2	+/-	3.2
18-64	700	126	675-725	118-135	0.7	+/-	2.7
	750	144	725-775	135-154	2.6	+/-	2.2
	800	163	775-825	154-174	3.1	+/-	2.8
	850	184	825-875	174-194	1.0	+/-	3.8
	913	210	875-950	194-227	5.7	+/-	4.8
	1000	250	950-1050	227-274	-3.6	+/-	7.7
$\langle E \rangle = 41$	863	196	675-1050	118-274	2.1	+/-	1.3

Таблица 6. $p + {}^{96}\text{Mo} \rightarrow d(158^\circ) + X$

$E, \Gamma_{\text{эВ}}$	$\langle q \rangle, \text{МэВ/с}$	$\langle T \rangle, \text{МэВ}$	$q, \text{МэВ/с}$	$T, \text{МэВ}$	AZ	\pm	dAZ
	650	109	625-675	101-118	0.0	+/-	12.6
20-32	700	126	675-725	118-135	1.2	+/-	3.4
	750	144	725-775	135-154	0.5	+/-	2.2
	800	163	775-825	154-174	3.4	+/-	3.8
	850	184	825-875	174-194	-0.4	+/-	3.5
	913	210	875-950	194-227	6.9	+/-	3.9
	1000	250	950-1050	227-274	5.2	+/-	6.1
$\langle E \rangle = 26$	863	196	675-1050	118-274	2.1	+/-	1.3
	650	109	625-675	101-118	17.5	+/-	15.8
32-47	700	126	675-725	118-135	8.3	+/-	3.9
	750	144	725-775	135-154	1.4	+/-	2.5
	800	163	775-825	154-174	3.3	+/-	3.0
	850	184	825-875	174-194	-2.4	+/-	3.7
	913	210	875-950	194-227	-1.3	+/-	4.4
	1000	250	950-1050	227-274	-2.2	+/-	6.7
$\langle E \rangle = 40$	863	196	675-1050	118-274	-1.8	+/-	1.4
	650	109	625-675	101-118	24.1	+/-	13.6
47-64	700	126	675-725	118-135	2.8	+/-	3.7
	750	144	725-775	135-154	1.1	+/-	2.3
	800	163	775-825	154-174	-0.7	+/-	2.7
	850	184	825-875	174-194	-0.7	+/-	3.6
	913	210	875-950	194-227	-0.6	+/-	4.0
	1000	250	950-1050	227-274	4.2	+/-	6.5
$\langle E \rangle = 55$	863	196	675-1050	118-274	0.6	+/-	1.3
	650	109	625-675	101-118	14.0	+/-	8.0
20-64	700	126	675-725	118-135	3.8	+/-	2.1
	750	144	725-775	135-154	1.0	+/-	1.3
	800	163	775-825	154-174	2.0	+/-	1.6
	850	184	825-875	174-194	-1.1	+/-	2.1
	913	210	875-950	194-227	1.8	+/-	2.4
	1000	250	950-1050	227-274	2.3	+/-	3.7
$\langle E \rangle = 42$	863	196	675-1050	118-274	1.5	+/-	0.8

Таблица 7. $p + {}^{12}\text{C} \rightarrow d(95^\circ) + X$

$E, \Gamma_{\text{эВ}}$	$\langle q \rangle, \text{МэВ/с}$	$\langle T \rangle, \text{МэВ}$	$q, \text{МэВ/с}$	$T, \text{МэВ}$	$\Delta X \text{ +/-}$	$d\Delta X$
18-32	635	105	605-665	95-114	-4.2 +/-	14.4
	695	125	665-725	114-135	-3.2 +/-	8.0
	780	156	725-835	135-154	0.4 +/-	3.5
	860	188	835-895	154-174	1.9 +/-	2.1
	940	222	895-985	174-194	3.3 +/-	1.8
	1030	264	985-1075	194-227	-2.1 +/-	1.9
1150	224	1175-1225	227-274	7.3 +/-	2.4	
$\langle E \rangle = 25$	945	194	665-1225	114-274	2.5 +/-	1.0
32-47	635	105	605-665	95-114	-16.7 +/-	14.4
	695	125	665-725	114-135	-3.6 +/-	7.8
	780	156	725-835	135-154	0.5 +/-	2.9
	860	188	835-895	154-174	-0.5 +/-	1.8
	940	222	895-985	174-194	-2.2 +/-	1.7
	1030	264	985-1075	194-227	2.4 +/-	1.8
1150	324	1175-1225	227-274	1.2 +/-	2.3	
$\langle E \rangle = 40$	945	194	665-1225	114-274	0.1 +/-	0.9
47-64	635	105	605-665	95-114	-3.9 +/-	14.0
	695	125	665-725	114-135	-6.4 +/-	7.3
	780	156	725-835	135-154	-2.3 +/-	2.8
	860	188	835-895	154-174	1.2 +/-	1.8
	940	222	895-985	174-194	-0.7 +/-	1.7
	1030	264	985-1075	194-227	-0.8 +/-	1.8
1150	324	1175-1225	227-274	1.5 +/-	2.3	
$\langle E \rangle = 55$	945	194	665-1225	114-274	-0.2 +/-	0.9
18-64	635	105	605-665	95-114	-6.1 +/-	8.3
	695	125	665-725	114-135	-4.5 +/-	4.4
	780	156	725-835	135-154	1.4 +/-	1.7
	860	188	835-895	154-174	0.8 +/-	1.1
	940	222	895-985	174-194	-0.0 +/-	1.0
	1030	264	985-1075	194-227	-0.1 +/-	1.1
1150	324	1175-1225	227-274	3.2 +/-	1.4	
$\langle E \rangle = 41$	945	194	665-1225	114-274	0.7 +/-	0.5

ЛИТЕРАТУРА

1. Беляев И.М. и др. – В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ № 1(27)-88, Дубна: ОИЯИ, 1988.
2. Беляев И.М. и др. – В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ № 2(28)-88, Дубна: ОИЯИ, 1988.

3. Баландин В.П. и др. – ОИЯИ, P1-88-408, Дубна, 1988.
4. Roy G. et al. – Phys.Rev.C, 1981, 23, p.1671.
5. Brody H. et al. – Phys.Rev.C., 1981, 24, p. 2157.
6. Frankel S., Frati W., Gazzaly M. – Phys.Rev.Lett., 1978, 41, p. 148.
7. Зулкарниев Р.Я. и др. – ЯФ, 1984, т.39, с.785;
Зулкарниев Р.Я., Кутуев Р.Х. – ОИЯИ, 1-83-860, Дубна, 1983.
8. Зулкарниев Р.Я., Кутуев Р.Х. – ОИЯИ, P1-83-402, Дубна, 1983.
9. Белостоцкий С.А. и др. – Препринт ЛИЯФ № 1023, Л., 1984.
10. Баюков Ю.Д. и др. – ЯФ, 1967, т.5, с.367.
11. Бургов Н.А. и др. ЯФ, 1984, т.39, с.801.
12. Ransome R.D. et al. – Nucl.Instr. and Meth., 1982, v.201, p.315.
13. Amado R.D., Woloshyn R.M. – Phys.Rev.Lett., 1977, C16, p.1680.
14. Ефремов А.В. – ЯФ, 1978, т.28, с.166.
15. Буров В.В., Лукьянов В.К., Титов А.И. – ЭЧАЯ, 1984, т.15, с.1249.
16. Frankel S., Frati W. – Phys.Rev., 1981, C24, p.2739.

Рукопись поступила в издательский отдел
22 июня 1989 года.