

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИИ КУМУЛЯТИВНЫХ ПРОТОНОВ

*Н.А.Бургов, М.К.Власов, Л.С.Воробьев,  
С.А.Герзон, Ю.Т.Киселев, Г.А.Лексин,  
А.Н.Мартемьянов, Н.А.Пивнюк, В.Л.Столин,  
Ю.В.Терехов, В.И.Ушаков, М.М.Чумаков*

Измерена поляризация кумулятивных протонов, вылетающих из ядер углерода, меди и свинца под углом  $162^\circ$  ЛС при импульсах налетающих  $\pi^-$ -мезонов  $1,5 \div 5$  ГэВ/с. Обнаружена значительная ( $\approx 40\%$ ) поляризация протонов с импульсами  $\geq 0,5$  ГэВ/с.

В последние годы появилось много экспериментальных и теоретических работ, посвященных изучению рождения кумулятивных адронов на

ядрах. Вопрос о поляризации кумулятивных нуклонов (КН) на сегодняшний день является мало изученным, хотя первая работа, в которой обнаружена значительная поляризация КН, была сделана в ИТЭФ еще в 1966 г. [1]. Поляризация КН рождающихся в реакции  $P(640 \text{ МэВ}) + C \rightarrow p(90 \div 130^\circ) + X$  наблюдалась в [2]. В ИТЭФ выполнена работа [3] по измерению поляризации кумулятивных  $\Lambda^\circ$ -гиперонов. При угле вылета  $\Lambda^\circ$ -гиперонов  $\theta \sim 90^\circ$  она оказалась близкой к единице. Наличие поляризации кумулятивных  $\Lambda^\circ$ -гиперонов наблюдалось также в работе [4].

Настоящая работа является продолжением проводимой в ИТЭФ программы детального изучения явления ядерного скейлинга. Ниже представлены результаты измерения поляризации протонов, вылетающих под углом  $162^\circ$  в реакциях  $\pi^-, p + A \rightarrow P + X$  на ядрах С, Сu, Рь в интервале импульсов налетающих  $\pi^-$ -мезонов  $1,5 \div 5 \text{ ГэВ/с}$  и протонов 6 и  $8,5 \text{ ГэВ/с}$ . Интервал импульсов вторичных протонов составлял  $0,45 \div 0,75 \text{ ГэВ/с}$ . Измерения проводились на вторичном пучке протонного синхротрона ИТЭФ на установке ИСТРА-2 [5], Поляризация измерялась по асимметрии, возникающей в результате вторичного рассеяния протонов. При вычислении асимметрии отбирались события, для которых угол вторичного рассеяния протонов в анализаторе  $\theta > 4^\circ$ , а импульс  $P_p > 0,45 \text{ ГэВ/с}$ . Положительный знак асимметрии соответствует направлению вектора поляризации протонов по вектору  $P_{\text{пучок}} \times P_p$ . Предварительные данные и подробное обсуждение методики опубликованы нами ранее в [6].

### Левая-правая асимметрия вторичного рассеяния КН для реакции $\pi^- + A \rightarrow p + X$

$\bar{P}, \text{ГэВ/с} \backslash A$	С	Сu	Рь
0,47	$0,08 \pm 0,11$	$0,12 \pm 0,11$	$-0,07 \pm 0,08$
0,52	$0,27 \pm 0,17$	$0,29 \pm 0,16$	$0,08 \pm 0,13$
0,62	$0,66 \pm 0,14$	$0,26 \pm 0,22$	$0,18 \pm 0,12$

Для реакции  $\pi^- + A \rightarrow p + X$  в таблице представлены результаты измерения лево-правой асимметрии вторичного рассеяния протонов. Ввиду того, что отобранных событий оказалось недостаточно для анализа зависимости асимметрии от начальной энергии, было произведено суммирование случаев по всем начальным импульсам первичного пучка  $\pi^-$ -мезонов.

Для реакции  $p + A \rightarrow p + X$  было произведено суммирование статистики по всем  $A$  и начальным импульсам первичного пучка. Значение асимметрии  $\epsilon = -0,17 \pm 0,09$ .

В качестве контрольных измерений были произведены измерения асимметрии рассеяния  $\pi^+$ -мезонов, одновременно зарегистрированных в нашем опыте. Эти события привели к значению лево-правой асимметрии  $\epsilon_{\pi^+} = 0,05 \pm 0,11$ . Измерения асимметрии вторичного рассеяния про-

тонов в вертикальной плоскости также в пределах ошибок согласуются с нулем.

На рис.1 представлены данные для реакции  $\pi^- + A \rightarrow p + X$ . На рис.1, а приведена зависимость поляризации КН от его импульса. Для построения графика отсуммированы события измеренные на всех ядрах. Видно, что в измеренном интервале импульсов КН поляризация растет с ростом импульса.

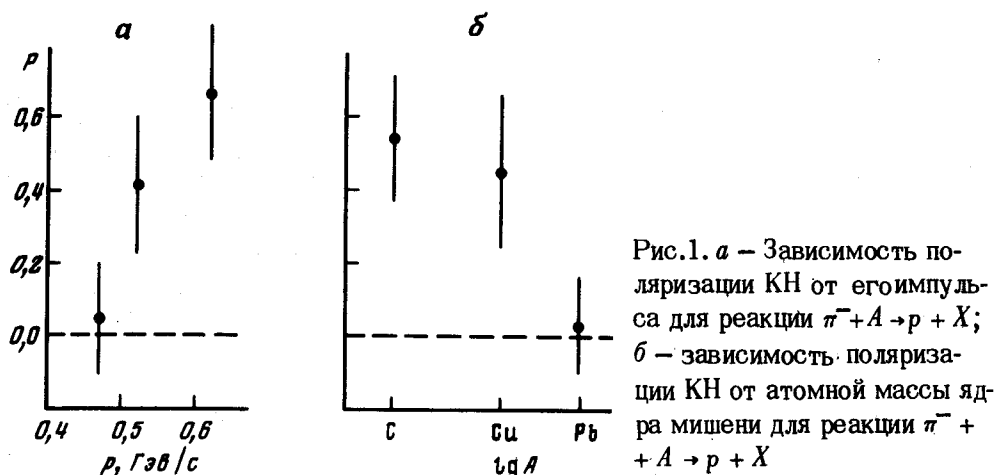


Рис.1. а – Зависимость поляризации КН от его импульса для реакции  $\pi^- + A \rightarrow p + X$ ; б – зависимость поляризации КН от атомной массы ядра мишени для реакции  $\pi^- + A \rightarrow p + X$

Рис. 1, б показывает зависимость поляризации от атомной массы ядра мишени. Поляризация КН уменьшается с ростом атомной массы ядра мишени. Те же выводы следуют и из таблицы.

Ввиду отсутствия точных количественных расчетов величины поляризации КН, с которыми можно было бы непосредственно сравнить результаты нашего эксперимента, мы коротко остановимся на качественных предсказаниях существующих теоретических моделей.

1. Существование поляризации КН ставит под сомнение модели [7], в которых в результате столкновения с налетающей частицей ядро, как целое, или определенная его часть (файербол, кластер, "трубка" и т.д.) переходит в высоковозбужденное состояние (испытывает сильный нагрев) с последующим снятием возбуждения (остыванием) за счет испускания КН.

2. В работе [8] предложена модель образования КН, когда налетающая частица рассеивается на  $(A - 1)$  нуклонах ядра, балансирующих импульс быстрого нуклона. Возникновение поляризации в такой модели представляется непонятным.

3. Авторы [9] описывают образование КН как результат взаимодействия с парой коррелированных нуклонов в ядре. При этом основной вклад в сечение дает такой процесс, когда налетающая частица взаимодействует с нуклоном, импульс которого направлен в ту же сторону, что и импульс налетающей частицы, а вылетающий при этом спектейтер есть КН. В такой модели не ясны причины возникновения поляризации КН.

4. В работе [10] предлагается такой механизм рождения КН, когда налетающая частица в первичном акте образует внутри ядра протон,

который в результате нескольких перерассеяний на нуклонах ядра вылетает на большой угол. В такой модели образования КН "естественным образом возникает их поляризация, поскольку рассеяние в каждом акте происходит в одну и ту же сторону в подобных кинематических условиях". В этой модели следует ожидать отсутствие  $A$ -зависимости поляризации. Такой вывод, по-видимому, противоречит данным настоящей работы.

5. Механизм возникновения поляризации специально рассмотрен в рамках картины жесткого партонного соударения [11]. Предсказывается слабая зависимость поляризации от сорта налетающей частицы и ядра мишени; слабое падение величины поляризации с ростом импульса КН.

Напротив, в нашем опыте асимметрии на углероде при всех импульсах  $p > 0,44$  ГэВ/с по крайней мере в 2 раза больше, чем на свинце, а поляризация с ростом импульса скорее растет, нежели падает.

6. В работе [12] предполагается, что КН возникают в результате упругого рассеяния налетающей частицы на быстром нуклоне ядра и их поляризация та же, что и в упругом рассеянии при соответствующих кинематических переменных, величины которых вычисляются в рамках модели. Из литературы известно, что при импульсе  $\pi^-$ -мезона  $2 \div 3$  ГэВ/с и даже при  $\cos \theta_{CM} \approx 0,990$  поляризация в упругом  $\pi^-p$ -рассеянии составляет  $\sim +0,25$ . Ожидаемый знак поляризации совпадает с измеренным, как в случае начальных  $\pi^-$ -мезонов, так и в случае начальных протонов. С другой стороны, в рамках рассматриваемой модели  $A$ -зависимость поляризации должна отсутствовать. Мы же видим, что поляризация на углероде больше, чем на свинце.

7. Наличие поляризации и ее  $A$ -зависимость качественно предсказываются в работе [13]. Рассматривая ядро в рамках классической модели оболочек, авторы показывают, что сильное поглощение в ядре приводит к эффективному отбору определенных спиновых состояний регистрируемого в задней полусфере КН. Однако, все рассмотрение ведется для мягких вторичных протонов, для которых поляризация в этой работе в пределах ошибок не отличается от нуля.

Из изложенного видно, что поляризация является критической величиной при анализе различных моделей и что в настоящий момент ни одна из рассматриваемых моделей не описывает всей совокупности имеющихся экспериментальных данных.

Авторы благодарят В.П.Канавца, Л.А.Кондратюка, Б.В.Морозова, В.В.Рыльцова за полезные обсуждения.

Институт теоретической  
и экспериментальной физики

Поступила в редакцию  
18 апреля 1980 г.

### Литература

- [1] Ю.Д.Бажков и др. ЯФ, 5, 337, 1967.
- [2] Р.Я.Зулькарнеев и др. Препринт ОИЯИ, Р1-12906, 1979.
- [3] G.A.Leksins, A.V.Smirnitsky. Preprint ITEP-87, 1977; И.И.Воробьев,

Г.А.Лексин, Л.С.Новиков, А.В.Смирнитский. Письма в ЖЭТФ  
22, 390, 1975.

- [4] В.А.Шабазян et al. Preprint JINR, E1-11519, 1978.
  - [5] Н.А.Бургов и др. Препринт ИТЭФ-85, 1977.
  - [6] Н.А.Бургов и др. Препринт ИТЭФ-115, 1978.
  - [7] В.Н.Калинкин et al. Acta Physica Polonica, B9, 375, 1978; И.Г.Богацкая и др. ЯФ, 27, 856, 1978.
  - [8] Н.Ж.Вебер, Л.Д.Миллер. Phys. Rev., C16, 726, 1977.
  - [9] Л.Л.Франкфурт, М.И.Стрикман. Phys. Lett., 69B, 93, 1977.
  - [10] В.Б.Копелиович. ЯФ, 26, 168, 1977.
  - [11] А.В.Ефремов. ЯФ, 28, 166, 1978.
  - [12] S.Frankel. Phys. Rev. Lett., 38, 1338, 1977.
  - [13] Л.А.Кондратьук, И.И.Левинтов. Preprint ИТЭФ-61, 1974.
-