

ПОЛЯРИЗАЦИЯ ПРОТОНОВ ИЗ РЕАКЦИИ $\gamma + p \rightarrow \pi^0 + p$ НА ЛИНЕЙНО-ПОЛЯРИЗОВАННОМ ПУЧКЕ ФОТОНОВ

*В.Г.Горбенко, А.И.Деребчинский, Ю.В.Жебровский
Л.Я.Колесников, О.Г.Коновалов, А.Л.Рубашкин,
А.Э.Тенишев*

Исследование процессов фотообразования пионов с измерением поляризации вторичных нуклонов с применением линейно-поляризованных фотонных пучков представляет значительный интерес с точки зрения решения проблемы полного опыта.

В случае, когда вектор поляризации фотонов направлен перпендикулярно (параллельно) плоскости реакции, появляется возможность измерения трех экспериментально наблюдаемых величин [1]:

$$\Sigma = \frac{\text{Re}H_2^{(-)}}{A^{(+)}} ; \quad (1)$$

$$P_y^{\perp(\parallel)} = \frac{\text{Im}H_1^{(+)} \pm \text{Im}H_3^{(-)}}{A^{(+)} \pm \text{Re}H_2^{(-)}} = \frac{P_y^{\circ} \pm T_y}{1 \pm \Sigma} ; \quad (2)$$

(знаки + и – относятся, соответственно, к направлениям вектора поляризации фотонов \perp и \parallel).

Если угол между вектором поляризации фотона и плоскостью реакции равен 45° , то можно получить три составляющие пространственно-го вектора поляризации нуклона:

$$P_x = \frac{\text{Im}H_3^{(-)}}{A^{(+)}} ; \quad (3)$$

$$P_y^{\circ} = \frac{\text{Im}H_1^{(+)}}{A^{(+)}} ; \quad (4)$$

$$P_z = \frac{\text{Im}H_2^{(-)}}{A^{(+)}} , \quad (5)$$

где $H_i^{(\pm)}$, $A^{(+)}$ – соответствующие билинейные комбинации спиральных амплитуд [1], P° – поляризация нуклона на неполяризованном пучке фотонов, Σ и T_y° – асимметрии сечений на линейно-поляризованном фотонном пучке и поляризованной нуклонной мишени, соответственно.

Итак, измерения с линейно-поляризованными фотонами дают возможность получать информацию о пяти (из десяти, необходимых для полного опыта) билинейных комбинаций амплитуд фоторождения.

В настоящей работе впервые представлены экспериментальные результаты измерений поляризации протонов из реакции $\gamma + p \rightarrow \pi^0 + p$ на линейно-поляризованных фотонах с энергией 495 Мэв и вектором поляризации, направленным перпендикулярно и параллельно плоскости реакции. Измерения проводились под углом вылета пионов в СЦМ $\theta_\pi = 105^\circ$.

Эксперимент был выполнен на пучке линейно-поляризованных фотонов, получаемых при когерентном тормозном излучении электронов линейного ускорителя ФТИ АН УССР в монокристалле алмаза [2]. Максимальная энергия фотонного спектра – 1380 Мэв. Энергетическое разрешение в эксперименте $\Delta E_\gamma = \pm 20$ Мэв. Эксперимент проводился с помощью двух магнитных спектрометров [3], в фокусе которых располагалась жидководородная мишень.

Поляризация протонов и асимметрия Σ измерялись с помощью телескопа искровых камер [4], установленных на выходе одного из магнитных спектрометров. Наличие второго спектрометра давало возможность в процессе эксперимента контролировать стабильность поляризации фотонного пучка и измеряемой асимметрии по выходу фотопротонов из реакции $\gamma + p \rightarrow \pi^0 + p$ [5].

В эксперименте были проведены три независимых измерения поляризации протонов: 1) вектор поляризации фотонов направлен перпендикулярно, 2) параллельно плоскости реакции и 3) когерентный эффект и, следовательно, поляризация фотонов отсутствуют. Третье измерение необходимо для учета вклада в поляризацию протонов фона, обусловленного некогерентным тормозным излучением и выходом протонов от реакций двухпионного фоторождения.

Такая методика измерения позволяла выделять выходы протонов, связанные непосредственно с когерентной частью фотонного спектра. Это давало возможность определять значение эффективной поляризации фотонов $P_{\gamma(\text{эфф})}$ и величину поляризации протонов $P_{\text{изм}}^{\perp(1)}$, относящихся к когерентной части спектра, и параметр асимметрии Σ .

Величины поляризации протонов $P_{\text{изм}}^{\perp(1)}$ для фотонов, поляризованных перпендикулярно (параллельно) плоскости реакции, получаются из измеряемых в эксперименте величин $P_{\text{изм}}^{\perp(1)}$, $P_{\gamma(\text{эфф})}$ и Σ с помощью следующих соотношений:

$$P_{\text{изм}}^{\perp} = \frac{(1 + \Sigma)(1 + P_{\gamma(\text{эфф})})P_{\text{изм}}^{\perp} + (1 - \Sigma)(1 - P_{\gamma(\text{эфф})})P_{\text{изм}}^{\parallel}}{(1 + \Sigma)(1 + P_{\gamma(\text{эфф})}) + (1 - \Sigma)(1 - P_{\gamma(\text{эфф})})} ; \quad (6)$$

$$P_{\text{изм}}'' = \frac{(1 + \Sigma)(1 - P_{\gamma(\text{эфф})})P_y^{\perp} + (1 - \Sigma)(1 + P_{\gamma(\text{эфф})})P_y''}{(1 + \Sigma)(1 - P_{\gamma(\text{эфф})}) + (1 - \Sigma)(1 + P_{\gamma(\text{эфф})})}. \quad (6)$$

Из величин $P_y^{(0)}$ и уравнения (2) можно получить P_y° и T_y .

Для проверки экспериментальной методики было проведено контрольное измерение поляризации протонов в реакции $\gamma + p \rightarrow \pi^{\circ} + p$ на неполяризованных фотонах в тех же кинематических условиях на тормозном спектре при $E_{\gamma}^{\text{макс}} = 600 \text{ Мэв}$. Полученное значение поляризации $P_{y(\text{изм})}^{\circ} = -0,267 \pm 0,081$ находится в хорошем согласии с величиной, полученной с помощью уравнения (2), и ранее измеренными данными [6].

C_{\perp}	C''	C°	$P_{\gamma(\text{эфф})}$	$P_y^{\circ}(\text{изм})$	Σ	P_y^{\perp}	P_y''	P_y°	T_y
0,493	0,218	0,866	0,791	-0,267	0,574	-0,48	0,30	-0,32	-0,45
$\pm 0,014$	$\pm 0,011$	$\pm 0,009$	$\pm 0,012$	$\pm 0,081$	$\pm 0,057$	$\pm 0,29$	$\pm 0,52$	$\pm 0,27$	$\pm 0,35$

C_{\perp} , C'' , C° — относительные выходы протонов для соответствующих направлений вектора поляризации фотонов (индекс "0" означает отсутствие когерентного эффекта). Приведенные ошибки статистические.

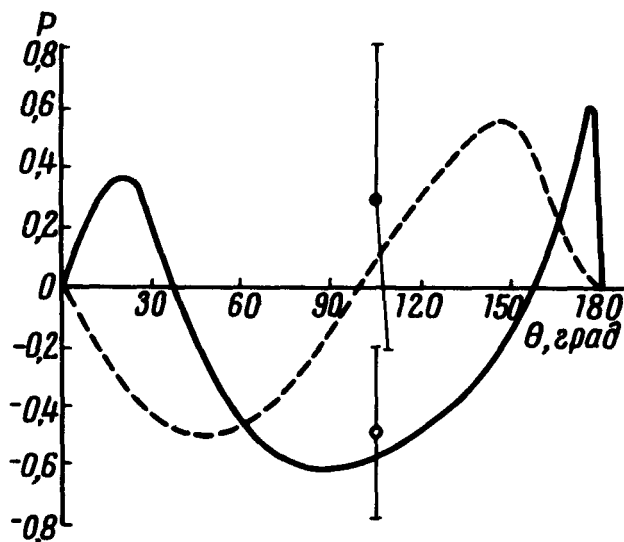


Рис. 1. --- — результаты анализа Уолкера [7]
 $\phi - P_y^{\perp}$, ---- $\phi - P_y''$

Результаты настоящей работы представлены в таблице. Относительно большая величина ошибок в измерениях P_y^{\perp} и P_y'' связана с малой статистикой и значительным вкладом некогерентного фона. С уменьшением фона, а это возможно при использовании более тонких кристаллов алмаза, эти ошибки могут быть существенно уменьшены при той же статистике (1200 случаев рассеяния на анализаторе поляризации). Наблюдает-

ся разумное согласие между экспериментально измеряемой величиной P_y° (изм) и P_y° , полученной из соотношения (2).

Полученные результаты представлены на рис. 1 и 2 и сравниваются с результатами мультипольных анализов [7] и [8].

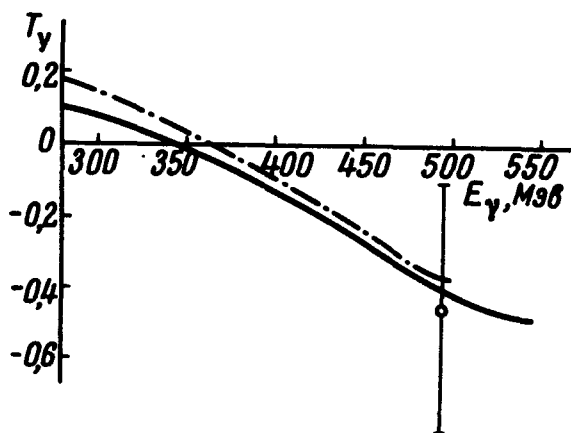


Рис. 2. — — результаты анализа Уолкера [7], - · - · - результаты анализа Швела [8]

Представленные результаты носят предварительный характер. В настоящее время проводятся исследования с целью получения информации в широком диапазоне углов и энергий со значительно лучшей точностью.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить признательность И.И.Мирошниченко, В.И.Никифорову, П.В.Сорокину за ценные советы при обсуждении результатов, П.И.Глушакову, А.А.Зыбало-ву, В.Н.Скусинцу за помощь в проведении эксперимента.

Физико-технический институт
Академии наук Украинской ССР

Поступила в редакцию
15 апреля 1974 г.

Литература

- [1] В.И.Никифоров. Полное кинематическое описание реакции $\gamma N \rightarrow \pi N$, Препринт, ХФТИ 72-41, Харьков, 1972.
- [2] В.Г.Горбенко, Ю.В.Жебровский, Л.Я.Колесников и др. ЯФ, 11, 1044, 1970.
- [3] Н.Г.Афанасьев, В.А.Гольдштейн, С.В.Дементий. ПТЭ, №3, 30, 1968.
- [4] А.И.Деребчинский, С.Г.Тонапетян, О.Г.Коновалов и др. ПТЭ, №6, 36, 1973.
- [5] В.Б.Ганенко, В.Г.Горбенко, Ю.В.Жебровский и др. Письма в ЖЭТФ, 16, 459, 1972.
- [6] H.Wenzel, W.Pfeil. Photoproduction Data Below 1,5 μe , Bonn Univ, PIB1-168, Febr., 1972.
- [7] R.L.Walker. Phys. Rev., 182, 1729, 1970.
- [8] D.Schwela. Preprint, Bonn Univ., PI2-86, 1970.