

ИЗМЕРЕНИЕ КОМПОНЕНТ ТЕНЗОРОЙ АНАЛИЗИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

РЕАКЦИИ  $\gamma d \rightarrow pp\pi^-$  ПРИ БОЛЬШИХ ИМПУЛЬСАХ ПРОТОНОВ

В.В. Гаузштейн, А.Ю. Логинов, Р.Р. Дусаев

Научный руководитель: д.ф-м.н. В.Н. Стибунов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [gauzshtein@tpu.ru](mailto:gauzshtein@tpu.ru)

ABSTRACT MEASUREMENT OF THE COMPONENTS OF THE TENSOR ANALYZING

POWER IN THE REACTION  $\gamma d \rightarrow pp\pi^-$  AT HIGH PROTON MOMENTA

V.V. Gauzshtein, A.Yu. Loginov, R.R. Dusaev

Scientific Supervisor: Prof., Dr. V.N. Stibunov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: [gauzshtein@tpu.ru](mailto:gauzshtein@tpu.ru)

**Annotation.** Results obtained by measuring three components of the tensor analyzing power in the reaction of  $\pi^-$ -meson photoproduction on a deuteron at final-proton momenta between 300 and 700 MeV/c are presented. The measurements in question were performed at the VEPP-3 storage ring by using its internal deuterium-gas target featuring a tensor polarization with the aid of detection of two protons in coincidence. The experimental results obtained in this way are compared with their counterparts calculated theoretically.

Исследование тензорных поляризационных наблюдаемых для эксклюзивной реакции фоторождения пионов на дейтронах в области больших внутренних импульсов нуклонов позволяют получить новую информацию о структуре дейтрона и динамике  $NN$  - и  $NN\pi$  -систем на малых межнуклонных расстояниях.

Выражение для дифференциального сечения эксклюзивного фотообразования  $\pi^-$ -мезонов на тензорно поляризованных дейтронах можно записать (при условии, что векторная поляризация мишени  $P_z = 0$ ) как:

$$\frac{d^5\sigma}{dp_1 d\Omega_1 d\Omega_2} = \frac{d^5\sigma_0}{dp_1 d\Omega_1 d\Omega_2} \left\{ 1 + \frac{\sqrt{2}}{2} P_{zz} \left( T_{20} \frac{3\cos^2\theta_d - 1}{2} + \sqrt{\frac{3}{2}} T_{21} \sin 2\theta_d \cos\varphi_d + \sqrt{\frac{3}{2}} T_{22} \sin^2\theta_d \cos 2\varphi_d \right) \right\}, \quad (1)$$

где  $\frac{d\sigma_0}{dp_1 d\Omega_1 d\Omega_2}$  – дифференциальное сечение фотообразования  $\pi^-$ -мезонов на неполяризованных дейтронах,  $T_{20}$ ,  $T_{21}$  и  $T_{22}$  – компоненты тензорной анализирующей способности реакции,  $P_{zz}$  – степень тензорной поляризации мишени, которая выражается через заселенности состояний дейтрона с проекциями спина +1, 0, -1 на ось квантования,  $\theta_d$  – угол между осью поляризации мишени и импульсом  $\gamma$ -кванта,  $\varphi_d$  – угол между плоскостью поляризации (содержит ось поляризации и импульс  $\gamma$ -кванта) и плоскостью реакции (содержит импульсы протонов и пиона). Тензорные наблюдаемые исследуемой

реакции извлекались из экспериментальных асимметрий выходов, измеренных для трех ориентаций ведущего магнитного поля. Экспериментальная тензорная асимметрия, обусловленная переключением знака поляризации мишени  $P_{zz}$ , определяется соотношением:

$$a_t = \frac{\sqrt{2}(N^+ - N^-)}{(P_{zz}^+ N^+ - P_{zz}^- N^-)}, \quad (2)$$

где  $N^+(N^-)$  - нормированные выходы реакции при поляризации мишени  $P_{zz}^+(P_{zz}^-)$  соответственно. В описываемом эксперименте тензорная асимметрия измерялась для трех ориентаций ведущего магнитного поля, обеспечиваемых величинами полярного угла  $\theta_d = 180^\circ, 54.7^\circ, 125.3^\circ$  при неизменной величине угла  $\varphi_d = 180^\circ$ . При этих условиях, в соответствии с формулами (1) и (2), мы получаем систему трех уравнения для однозначного извлечения всех трех компонент тензорной анализирующей способности реакции:

$$\begin{aligned} a_t^1 &= c_{11} \cdot T_{20}, \\ a_t^2 &= c_{21} \cdot T_{21} + c_{22} \cdot T_{22}, \\ a_t^3 &= c_{31} \cdot T_{21} + c_{32} \cdot T_{22}, \end{aligned} \quad (3)$$

где  $c_{11}, c_{21}, c_{22}, c_{31}, c_{32}$  - коэффициенты, зависящие от степени поляризации мишени и ориентации ведущего магнитного поля, задающего ось поляризации.

Измерения были выполнены на накопителе ВЭПП-3 при энергии пучка электронов 2 ГэВ. В этих экспериментах была использована внутренняя тензорно поляризованная дейтериевая мишень накопителя. Средняя за время набора статистики величина поляризация атомов мишени была определена с помощью LQ-поляриметра [1]. Было установлено, что величина  $P_{zz}^+ = 0.341 \pm 0.025 \pm 0.009$  и величина отношения  $P_{zz}^- / P_{zz}^+ = -1.70 \pm 0.15$ .

На рисунке 1 приведена схема размещения элементов детектора. Детектор состоял из двух детектирующих систем, оси которых расположены в плоскости, перпендикулярной медианной плоскости накопителя [1]. Два протона регистрировались на совпадениях верхним и нижним плечом детектирующей системы. Электрон, инициирующий исследуемую реакцию, не регистрировался.

Нижние плечи детектора состоят из системы дрейфовых координатных камер и сцинтилляционных годоскопов, сформированных из трех сцинтилляционных счетчиков на основе полистироловых сцинтилляторов, уложенных в три слоя. Первый сцинтилляционный счетчик протонных годоскопов имеет толщину 2 см, размеры  $23.5 \times 50$  см<sup>2</sup>. Второй счетчик имеет толщину 12 см, размеры  $27.5 \times 50$  см<sup>2</sup>. Третий счетчик имеет толщину 12 см, размеры  $35 \times 50$  см<sup>2</sup>.

Верхние плечи детекторов установлены на максимально возможном в зале накопителя ВЭПП-3 расстоянии от мишени – около 3 м. Верхнее (нейтронное) плечо детектора #1 - это четыре сцинтилляционных счетчика с размерами сцинтилляторов  $12 \times 100 \times 40$  см<sup>3</sup>, сложенных в два слоя так, что размеры поверхности слоев составили  $100 \times 80$  см<sup>2</sup> и толщину 24 см. Перед этим детектором размещен тонкий счетчик для идентификации заряженных частиц. Толщина сцинтилляционного счетчика 1 см и размеры его поверхности  $100 \times 85$  см<sup>2</sup>. Верхнее плечо детектора #2 состоит из шести сцинтилляционных детекторов с размерами сцинтилляторов  $20 \times 20 \times 100$  см<sup>3</sup>, уложенных в один слой толщиной 20 см. На

обоих торцах каждого сцинтиллятора этих детекторов установлены ФЭУ 58DVP. Впереди детекторов размещался тонкий счетчик, имеющий размеры сцинтиллятора  $1 \times 82 \times 56$  см<sup>3</sup>.

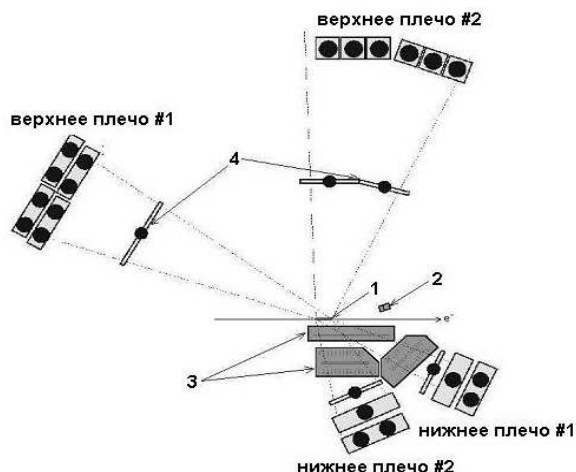


Рис. 1. Схема размещения детектирующей аппаратуры эксперимента: 1 – мишень, 2 – LQ-поляриметр, 3 – дрейфовые камеры, 4 – тонкие сцинтилляционные счетчики

На рисунке 2 показана зависимость  $T_{21}$ -компоненты тензорной анализирующей способности реакции  $\gamma d \rightarrow pp\pi^-$  от энергии виртуального фотона в сравнении с результатами моделирования.

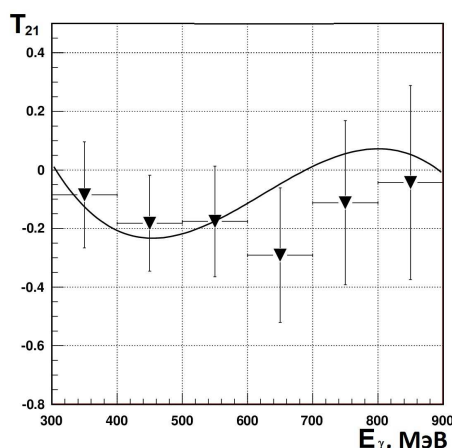


Рис. 2. Зависимость  $T_{21}$ -компоненты тензорной анализирующей способности реакции  $\gamma d \rightarrow pp\pi^-$  от энергии виртуального фотона

Сопоставление экспериментальных результатов и результатов моделирования показывает, что поведение зависимости компоненты  $T_{21}$  удовлетворительно описывается теоретическими расчетами, выполненными в рамках модели [2].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dyug M.V., Lazarenko B.A., Mishnev S.I., Nikolenko D.M., Rachek I.A., Shestakov Yu.V., Sadykov R.Sh., Toporkov D.K., Zevakov S.A., Osipov A.N., Stibunov V.N // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A. – 2005. – Т. 536. – № 3. – С. 344–349.
2. Логинов А.Ю., Сидоров А.А., Стибунов В.Н. // Ядерная Физика. – 2000. – Т. 63. – № 459. – С. 12–18