

## ВЕКТОРНАЯ АНАЛИЗИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ $iT_{11}$ В РЕАКЦИИ $\pi^+d \rightarrow pp$ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГИЙ 350 - 450 МэВ

*Н.А.Бажанов, В.Г.Вовченко, В.А.Ефимовых, А.А.Жданов, А.И.Ковалев, С.И.Калентарова, В.И.Мурзин, В.В.Поляков, А.Н.Прокофьев, В.Ю.Траутман, О.Я.Федоров, А.В.Шведчиков, В.А.Щедров., Э.И.Бунятова<sup>1)</sup>, Ю.М.Казаринов<sup>1)</sup>, Ю.А.Усов<sup>1)</sup>, Э.Бошиц<sup>2)</sup>, Б.Бринкмеллер<sup>2)</sup>, М.Весслер<sup>2)</sup>.*

*Ленинградский институт ядерной физики АН СССР  
188350, Гатчина, Ленинградская обл.*

*<sup>1)</sup>Объединенный институт ядерных исследований*

*<sup>2)</sup>Институт экспериментальной ядерной физики, Карлсруэ, ФРГ.*

Поступила в редакцию 14 октября 1991 г.

Измерена векторная анализирующая способность  $iT_{11}$  в реакции  $\pi^+d \rightarrow pp$  при энергиях 350,400 и 450 МэВ под углами  $\theta > 40^\circ$  в системе центра масс. Обнаружен резкий рост значений  $iT_{11}$  при энергии 450 МэВ ( $\sqrt{S} = 2,4$  ГэВ), который может быть сопоставлен с аномалиями, наблюдавшимися ранее в реакции  $pp \rightarrow d\pi^+$ .

Реакция  $\pi^+d \rightarrow pp$  и обратная ей реакция  $pp \rightarrow \pi^+d$  являются основными процессами поглощения и рождения пионов при промежуточных энергиях. Детальное понимание этих процессов, знание амплитуды реакций позволило бы проверить как различные модели нуклон-нуклонного и пион-нуклонного взаимодействий, так и получить информацию об эффектах, связанных с проявлениями пороговых явлений или дибарионных резонансов в элементарных взаимодействиях. Хорошо известно, что восстановление амплитуды процесса  $\pi d$ -взаимодействия, с точностью до общей фазы, требует измерения 11 независимых величин, среди которых измерения сечений и асимметрий в реакции  $pp \rightarrow \pi^+d$ , а также измерения векторной ( $iT_{11}$ ) и тензорных компонент анализирующей способности дейтрона. Первая группа таких измерений (сечения и асимметрии в процессе  $pp \rightarrow \pi^+d$ ) была проведена в значительном числе экспериментов в области энергий до  $\sqrt{S} = 3,0$  ГэВ ( $T_\pi = 1,5$  ГэВ,  $T_p = 3,0$  ГэВ) <sup>13</sup>. Измерения величин, характеризующих поляризационные свойства дейтрона, ограничены гораздо более низкими энергиями ( $\sqrt{S} = 2,3$  ГэВ,  $T_\pi = 325$  МэВ) <sup>4</sup>, что связано с несравненно большей трудностью этих

экспериментов, обычно выполняемых в канале  $\pi^+d \rightarrow pp$  с использованием  $\pi$ -мезонных пучков, энергия и интенсивность которых ограничены. Даже измерения наиболее исследованного из этих параметров: векторной анализирующей способности ( $iT_{11}$ ) ограничены энергией  $T_\pi = 325$  МэВ<sup>4</sup>. С другой стороны, как уже было отмечено, не только прямое восстановление амплитуды процесса  $\pi^+d \rightarrow pp$ , но даже выполнение достаточно обоснованного парциально-волнового анализа этой реакции настоятельно требует проведения подобных измерений. Такой анализ был выполнен в ЛИЯФ<sup>5-7</sup> и содержал предсказания о поведении поляризационных параметров в обсуждаемых процессах вплоть до энергий  $\sqrt{S} = 2,4$  ГэВ. Однако, полученные позднее данные об асимметрии в реакции  $pp \rightarrow \pi^+d$  при  $\sqrt{S} = 2,4; 2,7$  ГэВ<sup>3</sup> указали на расхождение с этим анализом и существование особенностей им не предсказываемых.

Стандартным методом получения сведений об анализирующей способности являются относительные измерения дифференциальных сечений реакции  $\pi^+d \rightarrow pp$  на поляризационной дейтронной мишени при различных знаках поляризации мишени, где интересующие нас данные могут быть получены из хорошо известного соотношения, связывающего дифференциальные сечения реакции  $\pi^+d \rightarrow pp$  с величиной и знаком (направлением относительно нормали к плоскости реакции) поляризации мишени:

$$\sigma^\pm = \sigma^0 \left[ 1 \pm \sqrt{3} (iT_{11}) P_z^\pm + \frac{3}{2} P_{zz} (T_{22} + \frac{T_{20}}{\sqrt{6}}) \right]. \quad (1)$$

$$\text{Если } P_z^+ = P_z^-, \text{ то } iT_{11} = \frac{1}{2\sqrt{3}P_z} \frac{\sigma^+ - \sigma^-}{\sigma^0}, \quad (2)$$

где  $\sigma^+, \sigma^-, \sigma^0$  - сечения реакции на поляризованной и неполяризованной мишенях,  $P_z$  и  $P_{zz}$  - векторная и тензорная поляризации дейтрона-мишени,  $iT_{11}, T_{22}$  и  $T_{20}$  - векторная и компоненты тензорной анализирующей способности.

Аналогично из (1) и (2) могут быть определены компоненты тензорной анализирующей способности, хотя измерения последних требуют накопления значительно большей статистики вследствие малости величины тензорной поляризации мишени ( $P_{zz}$ ).

Эксперимент по измерению векторной анализирующей способности ( $iT_{11}$ ) в реакции  $\pi^+d \rightarrow pp$  при энергии  $T_\pi = 350 - 450$  МэВ был выполнен на синхротронном ЛИЯФ. Измерения проводились на установке, содержащей поляризованную дейтронную мишень, на основе дейтерированного пропандиола, и систему сцинтилляционных счетчиков для регистрации продуктов реакции. Установка, использованная в работе, была расположена на  $\pi$ -мезонном канале ускорителя, позволявшем получить пучки пионов с энергиями в интервале 350 - 500 МэВ и с интенсивностью  $(2 - 3) \cdot 10^5 \text{ с}^{-1}$ .

Протоны из реакции  $\pi^+d \rightarrow pp$  регистрировались на совпадения под кинематически сопряженными углами годоскопами из сцинтилляционных счетчиков, позволявшими измерять время пролета частиц на базе 2м и потери энергии ( $dE/dx$ ) в сцинтилляторах толщиной 1 см. Сочетание этих критериев позволяло выделять частицы из исследуемой реакции на фоне частиц от квазиупругого рассеяния  $\pi$ -мезонов на ядрах мишени и деталях криостата поляризованной мишени. В ходе эксперимента были выполнены измерения при положительной и отрицательной поляризациях мишени, а также на неполяризованной рабочей мишени, фоновой мишени, не содержащей дейтерия, и на элементах установки. Мониторинг проводился монитором из сцинтилляционных счетчиков, установленным на  $\pi$ -мезонном канале до мишени

и вторичным монитором после мишени. Одновременно проводился анализ состава пучка падающих частиц для отделения от примеси протонов, присутствовавших в пучке ( $\approx 2\%$ ).

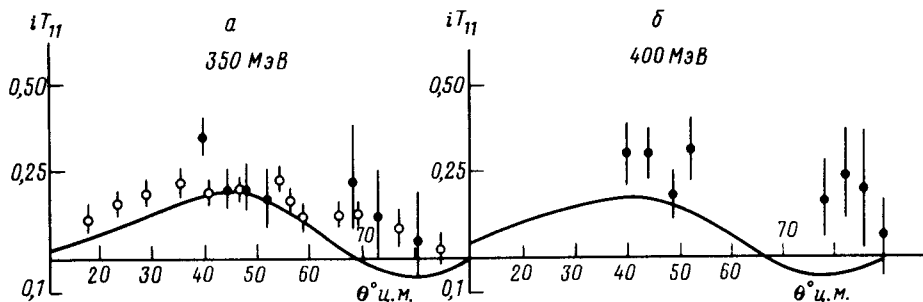


Рис. 1. *a* - Угловое распределение векторной анализирующей способности  $iT_{11}$  в реакции  $\pi^+d \rightarrow pp$  при энергии 350 МэВ; ( $\circ$ ) - данная работа, ( $\bullet$ ) - результаты измерений при энергии 325 МэВ <sup>4</sup>. Сплошная кривая - предсказания анализа <sup>7</sup> при энергии 363 МэВ. *б* - То же при энергии 400 МэВ. Кривая - предсказания анализа <sup>7</sup> при энергии 390 МэВ

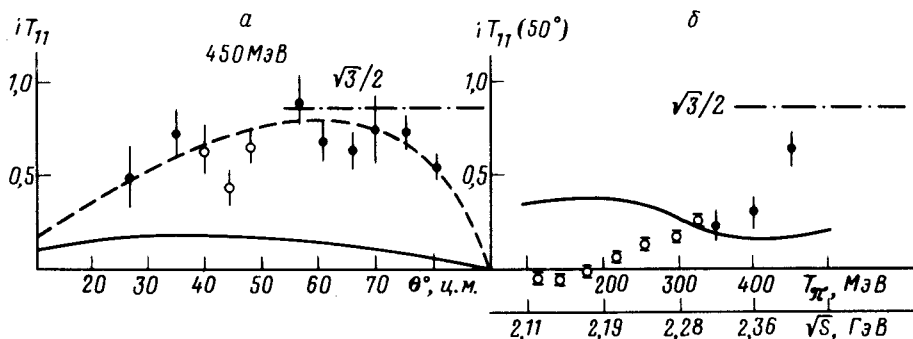


Рис. 2. *a* - Угловое распределение векторной анализирующей способности  $iT_{11}$  при энергии 450 МэВ; ( $\circ$ ) и ( $\bullet$ ) - результаты двух серий измерений. Сплошная кривая - предсказания анализа <sup>7</sup>; штрихованная кривая - проведена от руки. *б* - Энергетическая зависимость векторной анализирующей способности под углом  $\theta = 50^\circ$  ц.м. Сплошная кривая - предсказания анализа <sup>7</sup>, открытые точки - результаты работы <sup>4</sup>

Данные, полученные при трех энергиях в интервале 350 - 450 МэВ, представлены на рис. 1, 2*a*; энергетическая зависимость  $iT_{11}$  для угла  $\theta = 50^\circ$  ц.м., отвечающего ожидаемому максимуму в угловом распределении  $iT_{11}(\theta)$ , показана на рис. 2*б*. На рис. 1*a* представлены также результаты ранее проведенных измерений, выполненных на швейцарской мезонной фабрике <sup>4</sup>. Совпадение наших данных при энергии 350 МэВ с ранее полученными результатами при близкой энергии 325 МэВ <sup>4</sup> указывает на отсутствие значительных систематических ошибок в измерениях. На это же указывает и совпадение величин  $iT_{11}(80^\circ) = 0,067 \pm 0,15$  при  $T_\pi = 350$  МэВ и  $iT_{11}(90^\circ) = 0,074 \pm 0,131$  при  $T_\pi = 400$  МэВ со значением  $iT_{11}(90^\circ) \equiv 0$ , которое определяется соображениями симметрии конечного состояния реакции. Данные, полученные при энергии 450 МэВ, указывают на резкий рост величины векторной анализирующей способности, который может быть в какой-то мере

сопоставлен с аномалиями, при этой же энергии ( $\sqrt{S} = 2,4$  МэВ) в дифференциальных сечениях в канале  $\pi^+d \rightarrow pp$  и асимметрии в реакции  $pp \rightarrow \pi^+d$ <sup>3,8</sup>. Объяснение этих аномалий пока не является вполне очевидным, хотя и имеются попытки<sup>3,8,9</sup> их объяснения вкладом в  $\pi N$ -амплитуду состояния  $D_{13}$ , имеющего резонансный полюс вблизи энергии (1440 - 60i) МэВ, а также дибарионным  ${}^1G_4$  резонансом в  $NN$ -рассеянии. Полученные данные не подтверждают также предсказаний амплитудного анализа<sup>7</sup> и указывают на необходимость его повторного проведения с учетом всей совокупности результатов, накопленных в последние годы.

- 
1. Akemoto M. et al., Phys. Lett. B., 1984, 149, 321; Anderson H.L. et al., Phys. Rev. D, 1974, 9, 580.
  2. Dekkers D. et al., Phys. Lett., 1964, 11, 161; Hoftiezer J. et al., Nucl. Phys. A, 1983, 402, 429; Borkowsky M. Ya. et al., J. Phys. G, 1985, 11, 69.
  3. Bertini R. et al., Phys. Lett. B., 1985, 162, 77; Phys. Lett. B, 1988, 203, 18.
  4. Smith G.R. et al., Phys. Rev. C, 1984, 30, 980.
  5. Laptev A.B., Strakovsky I.I., A collection of experimental data for the  $\pi^+d \rightarrow pp$  process. Vol. 1,2. LNPI. Leningrad, 1985.
  6. Kravtsov A.V. et al., J. Phys. G: Nucl. Phys., 1983, 9, L187.
  7. Kravtsov A.V. et al., LNPI preprint-963, 1984.
  8. Bakker B.G.L. et al., Nucl. Phys. A., 1989, 505, 551.
  9. Arvieux J. et al., Adv. Nucl. Phys., 1987, 18, 107.