

+

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

3653/2-80

4/8-80  
1-80-297

З.М.Златанов

РЕАЛЬНАЯ ЧАСТЬ АМПЛИТУДЫ  
УПРУГОГО  $pp$ -РАССЕЯНИЯ  
В ОБЛАСТИ МАЛЫХ ПЕРЕДАНЫХ ИМПУЛЬСОВ

*Направлено в ЯФ*

1980

Общей закономерностью всех процессов упругого рассеяния является наличие максимумов вперед и назад, которые, по-видимому, связаны с обменной природой рассеяния в  $t$ - и  $u$ -каналах. В работе <sup>1/</sup> предполагается, что некоторые минимумы в дифференциальных сечениях, которые объясняются деструктивной интерференцией мнимых частей ядерных амплитуд, заполнены вкладом реальных частей амплитуд рассеяния.

Для проверки этих соображений интересно получить экспериментальные данные о зависимости отношения реальной и мнимой частей амплитуды ядерного рассеяния от переданного четырехмерного импульса  $t$ , т.е.  $\rho(t) = \text{Re} A_N(t) / \text{Im} A_N(t)$ . Такие экспериментальные данные для упругого  $pp$ -рассеяния до настоящего времени отсутствуют.

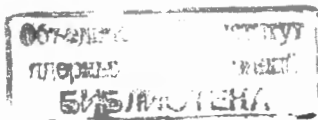
Зависимость  $\rho$  от  $t$  важна также для объяснения структуры дифференциальных сечений и при больших переданных импульсах.

В настоящей работе предлагается параметризация для функции  $\rho(t)$  упругого  $pp$ -рассеяния в области малых переданных импульсов.

Общепринято, что в области высоких энергий и малых передач  $10^{-4} \leq |t| \leq 10^{-2}$  / ГэВ/с<sup>2</sup> значение и знак величины  $\rho(0) = \text{Re} A_N(0) / \text{Im} A_N(0)$  для заряженных частиц наиболее точно можно определить при помощи интерференционной формулы Бете <sup>2/</sup>. При аппроксимации экспериментальных данных по дифференциальным сечениям с помощью формулы Бете обычно предполагаются одинаковые функциональные зависимости от  $t$  для реальной и мнимой частей ядерной амплитуды\*. Функция  $\rho(t)$  заменяется постоянной величиной  $\rho(0)$ . В  $pp$ -рассеянии  $\text{Re} A_N(t)$  имеет полюс в точке  $t = m_\pi^2 / m_\pi$  - масса пиона/, а  $\text{Im} A_N(t)$  его не имеет, поэтому можно ожидать, что их поведение в области малых переданных импульсов сильно различается. Из соображений условий унитарности и общего характера  $t$ -зависимости дифференциальных сечений упругого рассеяния при высоких энергиях /см., например, <sup>4/</sup> /, функция  $\rho(t)$  при значениях  $t \neq 0$  может достигать больших значений и вовсе не быть постоянной.

Реальная часть ядерной амплитуды упругого  $pp$ -рассеяния представлена в настоящей работе зависимостью

\* Современное состояние теоретических и экспериментальных данных по упругому  $pp$ -рассеянию наиболее полно представлено в обзорах <sup>3/</sup>.



$$\operatorname{Re} A_N(t) = P(t) + \rho(0) \left( \frac{d\sigma}{dt} \right)_{\text{opt}}^{1/2} F(t), \quad /1/$$

где

$$P(t) = \frac{\sqrt{10\pi} \hbar c g_{\pi^0 pp}^2 |t|}{2p_c \sqrt{s} (m_\pi^2 - t)}$$

полюсный член  $\operatorname{Re} A_N(t)$ ,  $\hbar c = 0,1973$  ГэВ,  $p_c$  и  $s$  - импульс и квадрат полной энергии в с.ц.м.,  $g_{\pi^0 pp}^2$  - пион-нуклонная константа связи,  $\left( \frac{d\sigma}{dt} \right)_{\text{opt}}$  - оптическая точка, которая определяется при помощи оптической теоремы на основе экспериментальных данных по полному сечению  $\sigma_{\text{tot}}$ ,  $F(t)$  - функция, связанная с описанием  $t$ -зависимости ядерной амплитуды рассеяния.

При предположении, что в области высоких энергий и малых передач  $[-t \leq 0,1 / \text{ГэВ}/\text{с}^2]$  упругое рассеяние имеет дифракционный характер /см., напр., /3/ /, функция  $F(t)$  может быть выбрана в виде экспоненты

$$F(t) = e^{1/2 bt},$$

где  $b$  - параметр наклона дифракционного конуса. В таком случае мнимая часть ядерной амплитуды представляется в общепринятом виде

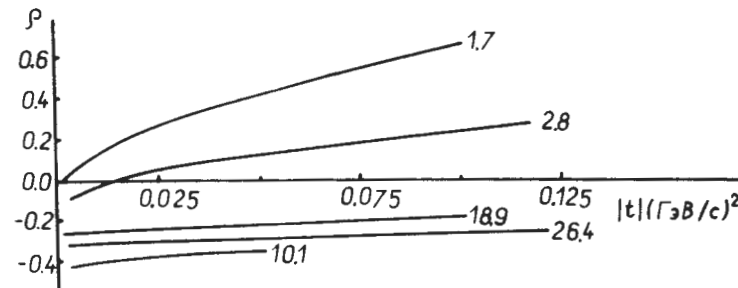
$$\operatorname{Im} A_N(t) = \left( \frac{d\sigma}{dt} \right)_{\text{opt}}^{1/2} e^{1/2 bt}. \quad /2/$$

Были проанализированы экспериментальные данные по дифференциальным сечениям упругого  $pp$ -рассеяния при  $-t \leq 0,1 / \text{ГэВ}/\text{с}^2$  и в импульсном интервале  $1,7 \text{ ГэВ}/\text{с} \leq p_{\text{лаб}} \leq 27 \text{ ГэВ}/\text{с}$  /5,8/, в котором реальная часть ядерной амплитуды сравнима по величине с мнимой частью\*.

Значения  $\rho(0)$ , полученные в настоящей работе, находятся в согласии с расчетами, сделанными в работах /5-8/.

На рисунке представлена функция  $\rho(t)$ , вычисленная по формулам /1/ и /2/. Видно, что зависимость  $\rho$  от  $t$  нелинейна в исследуемой области импульсов, что находится в согласии

\* Например, при  $p_{\text{лаб}} = 10 \text{ ГэВ}/\text{с}$   $\rho(0) = -1/3$ . С ростом  $p_{\text{лаб}}$  величина  $|\rho(0)|$  уменьшается. При  $p_{\text{лаб}} = 70 \text{ ГэВ}/\text{с}$   $\rho(0) = -0,09 \pm 0,03$ , а при  $p_{\text{лаб}} = 27 \text{ ГэВ}/\text{с}$  амплитуду рассеяния можно принять как чисто мнимую  $\rho(0) = -0,01 \pm 0,07$ , как и ожидается в рамках дифракционной модели/. В последнее время, однако, наблюдается новая ситуация, связанная с быстрым ростом величин  $\sigma_{\text{tot}}(pp)$  и  $\rho(0)(pp)$  в интервале энергии до  $2 \text{ ТэВ}$  /3/.



Функция  $\rho(t) = \operatorname{Re} A_N(t) / \operatorname{Im} A_N(t)$  для упругого  $pp$ -рассеяния. Кривые приведены соответственно при  $p_{\text{лаб}} : 1,7^{/5/}$ ,  $2,8^{/6/}$ ,  $10,1^{/7/}$ ,  $18,9^{/8/}$ ,  $26,4^{/7/}$ .

с теоретическими предположениями, сделанными в работах /4/. Обычно считают, что величины  $\rho$  должны быть малы как при значениях  $t = 0$ , так и при  $t \neq 0$ , что в настоящей работе не подтверждается.

В работе Г.Г.Арушанова /4/ показано, что величины  $\rho$  при  $t \neq 0$  могут быть большими даже в области дифракционного конуса. С ростом  $p_{\text{лаб}}$  /начиная с  $10 \text{ ГэВ}/\text{с}$ / величина  $|\rho(t)|$  начинает убывать и приближаться к константе.

Автор выражает благодарность В.А.Никитину, П.К.Маркову, П.А.Девенскому, Х.М.Каназирскому и О.В.Думбрайсу за полезные дискуссии и критические замечания.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Frautschi S. et al. CERN TH/936, Geneva, 1971.
2. Bethe H. Ann.Phys., 1958, 3, p.190.
3. Никитин В.А. ЭЧАЯ, 1970, 1, с.1; 1979, 10, с.581; Шафранов М.Д. ЭЧАЯ, 1974, 5, с.645; Золин Л.С. и др. УФН, 1975, 117, с.119.
4. Арушанов Г.Г. ЯФ, 1972, 15, с.378; Dias de Deus J. Rutherford Laboratory Preprint RL-75-012, 1975.
5. Златанов З.М. Болг.Физ.ж. 1975, 2, с.545.
6. Кириллова Л.Ф. и др. ЖЭТФ, 1966, 50, с.76.
7. Bellettini G. et al. Phys.Lett., 1965, 14, p.164.
8. Beznogikh G.G. et al. Nucl.Phys., 1973, B54, p.78.
9. Amaldi V. et al. Measurement of Small Angle  $pp$  Elastic Scattering and Total Cross Sections at the CERN ISR, Batavia Conference, 1972, p.954.

Рукопись поступила в издательский отдел  
16 апреля 1980 года.