

## ЗАВИСИМОСТЬ НАКЛОНА ДИФРАКЦИОННЫХ КРИВЫХ

$pp^-$ ,  $\bar{p}p^-$ ,  $K^+p^-$ ,  $K^-p^-$ ,  $\pi^+p^-$   
и  $\pi^-p^-$  -РАССЕЯНИЯ ОТ ЭНЕРГИИ

А.Л.Любимов

Известно, что начиная с нескольких Гэв до наивысших энергий, достигнутых на ускорителях, в процессах упругого  $pp^-$  и  $K^+p^-$ -рассеяния дифракционные пики сжимаются, тогда как для  $\pi^+p^-$  и  $K^-p^-$ -рассеяния сжатия нет, а для  $\bar{p}p^-$ -рассеяния наблюдается даже расширение дифракционного конуса с ростом энергии [1,2].

Количественно зависимость наклона дифракционных кривых от энергии обычно описывается параметром  $\alpha'$ , взятым из представления величины дифференциального сечения упругого рассеяния, согласно однополюсной модели теории Редже

$$\frac{d\sigma(s,t)}{dt} = \frac{d\sigma(s,0)}{dt} F(t) e^{2\alpha' t \ln s} \quad (I)$$

Соответствующие значения величины  $\alpha'$  приведены во втором столбце таблицы. Там же указан интервал импульсов налетающей частицы (в лаб. системе), для которого произведено определение  $\alpha'$ .

Процесс	$\alpha'$ эксп. из ф-лы (1) в скобках интервал им- пульсов I)	$\bar{k}_t, \text{мбн}^{-1}$	$\alpha'$ расч. из ф-лы (4), в скоб- ках интервал им- пульсов
1	2	3	4
$pp \rightarrow pp$	$0,685 \pm 0,051$ [3] (7-25)	$0,169 \pm$ $\pm 0,004$	0,5 (10-25)
	$0,378 \pm 0,193$ [3] (15-25)		
$\bar{p}p \rightarrow \bar{p}p$	$-0,914 \pm 0,376$ [3] (7-16)	$0,173 \pm$ $\pm 0,003$	-0,8 (7-16)
$\pi^+p \rightarrow \pi^+p$	$0,103 \pm 0,074$ [1] (7-17)	$0,232 \pm$ $\pm 0,005$	0,2 (7-17)
$\pi^-p \rightarrow \pi^-p$	$0,081 \pm 0,073$ [1] (7-19)	$0,247 \pm$ $\pm 0,012$	0,1 (7-19)
$K^+p \rightarrow K^+p$	$0,50 \pm 0,16$ [2] (7-15)	$0,193 \pm$ $\pm 0,009$	0,5 (7-15)
$K^-p \rightarrow K^-p$	$-0,172 \pm 0,417$ [3] (7-16)	$0,305 \pm$ $\pm 0,004$	-0,2 (7-16)

I) Во всех случаях единицей измерения является Гэв/с (и соответ-  
ственно  $(\text{Гэв/с})^{-2}$  для  $\alpha'$ ).

Цель настоящей заметки - показать, что, несмотря на отсутст-  
вие универсальности поведения наклона дифракционных кривых для пе-  
речисленных процессов упругого рассеяния в указанной области энер-  
гий, это поведение может быть, в пределах экспериментальной точ-  
ности, описано единым образом. Это описание исходит из существова-  
ния одинакового для всех процессов рассеяния сжатия дифракционного  
конуса с ростом энергии и учета влияния на форму дифракционной  
кривой величины полных сечений взаимодействия  $\sigma_t$ .

Величины дифференциальных сечений упругого рассеяния при малых переданных импульсах  $t \ll 1$  Гэв/с<sup>2</sup> с хорошей степенью точности могут быть аппроксимированы экспонентой<sup>1)</sup>

$$\frac{d\sigma_i(s,t)}{dt} = e^{a_i(s) + b_i(s) \cdot t}, \quad (2)$$

где индекс  $i$  обозначает любой из перечисленных выше процессов рассеяния ( $i = \rho\rho, \bar{\rho}\rho, K^*\rho, K^-\rho, \pi^+\rho, \pi^-\rho$ ).

Оказалось возможным зависимость от энергии параметра  $b_i$ , определяющего наклон дифракционной кривой, выразить формулой

$$b_i(s) = 2\beta' [\ln s + R_i \sigma_{\xi}(s)_i], \quad (3)$$

где  $R_i$  - постоянная величина ( $R_i > 0$ ).

Член  $2\beta' \ln s$ , вид которого заимствован из теории полюсов Редже, описывает универсальное сжатие дифракционных кривых, а член  $2\beta' R_i \sigma_{\xi}(s)_i$  - влияние на наклон этих кривых величин  $\sigma_{\xi}(s)_i$ .

Поскольку  $s$  - величина размерная, в формулу (3) должен, вообще говоря, входить еще член вида  $-2\beta' \ln s_0$ . Но так как в дальнейшем будет рассматриваться только зависимость наклона дифракционной кривой от энергии, этот член, как не зависящий от  $s$ , может быть опущен.

Из формул (1) - (3) вытекает связь параметров  $\alpha'$  и  $\beta'$ :

$$\alpha' = \beta' \left\{ 1 + \frac{R_i [\sigma_{\xi}(s_1)_i - \sigma_{\xi}(s_2)_i]}{\ln s_1 - \ln s_2} \right\}. \quad (4)$$

Из (4) видно, что если полное сечение не зависит от энергии, то  $\alpha' = \beta'$ , т.е. в этом случае для всех процессов рассеяния должно быть одинаковое сжатие дифракционных конусов, определяемое параметром  $\beta'$ . Если же в некотором интервале энергий величина полного сечения убывает, т.е.  $\sigma_{\xi}(s_1)_i > \sigma_{\xi}(s_2)_i$  при  $s_1 < s_2$ , сжатие становится меньше и может даже перейти в расширение.

В рассматриваемом интервале энергий полное сечение взаимодействия наиболее постоянно в процессе  $K^*\rho$ -рассеяния. Поэтому естественно выбрать величину  $\beta'$  равной параметру сжатия для

$K^*p$ -рассеяния, т.е. положить  $\beta' = 0,5$ . Такой выбор согласуется и с данными по  $pp$ -рассеянию при энергиях выше 10 Гэв, где полное сечение  $pp$ -взаимодействия тоже становится приблизительно постоянной величиной.

Для каждого значения величины  $b_i(s)$ , определенного экспериментально для  $n$  разных энергий  $s$  в работах [1,2], и соответствующих значений  $\sigma_t(s)_i$  по формуле (3) вычислялись величины  $k_i$ . Эти величины оказались независимыми от энергии. Средние значения  $\bar{k}_i = \sum k_i/n$  и ошибки  $\Delta \bar{k}_i = (\sum (\bar{k}_i - k_i))/n$  приведены в третьем столбце таблицы.  $\Delta \bar{k}_i$  соответствует неопределенностям величины  $b_i(s)$ . Значения  $\alpha'$ , рассчитанные по формуле (4), приведены в четвертом столбце таблицы<sup>2)</sup>. Как видно из таблицы, численные значения  $\alpha'$  передают не только тенденции поведения дифракционных пиков для разных процессов рассеяния (сужение или расширение), но и количественно достаточно хорошо согласуются с экспериментальными данными. При этом следует отметить, что выбор величины  $\beta'$  возможно оптимизировать с целью получения наилучшего согласия со всей совокупностью данных о наклонах дифракционных кривых (большая экспериментальная ошибка в определении параметра  $\alpha'$  для  $K^*p$ -рассеяния позволяет варьировать  $\beta'$  в довольно широких пределах). Однако, поскольку сделанный выбор величины  $\beta'$  позволяет показать применимость формулы (3), в данной работе такая оптимизация не производилась.

Как видно из таблицы, величины  $k_{pp}$  и  $k_{\bar{p}p}$  практически совпадают. Это означает, что одной константы в формуле (3) достаточно для описания не только поведения наклона дифракционных кривых  $pp$ - и  $\bar{p}p$ -рассеяния в зависимости от энергии, но и различия в наклонах этих кривых для данной энергии (большим полным сечениям  $\bar{p}p$ -взаимодействия соответствует и более узкий дифракционный пик). Общим значением  $k_i$  можно описать также  $\pi p$ - и  $\bar{\pi} p$ -рассеяние. Однако величины  $k_i$  для  $K^*p$ - и  $K^-p$ -рассеяния существенно различаются.

Из формулы (4) видно, что с ростом энергии различие в пове-

дении дифракционных кривых для различных процессов рассеяния становятся все меньше и при достаточно больших энергиях должно наблюдаться универсальное сжатие дифракционных конусов. Зная зависимость от энергии полных сечений взаимодействия, можно оценить, предполагая постоянство  $\beta'$ , при каких энергиях поведение дифракционных пиков станет асимптотическим с заданной степенью точности.

Возможность описания экспериментальных данных соотношением, подобным формуле (4), означает справедливость предсказаний полусной модели теории комплексных угловых моментов об асимптотическом поведении дифракционных конусов.

Благодарю В.Н.Грибова за дискуссию и М.Белякову и М.Виренкову за помощь в численных расчетах.

Объединенный институт  
ядерных исследований

Поступило в редакцию  
II июня 1965 г.

#### Литература

- [1] K.J.Foley, S.J.Lindenbaum et al. Phys. Rev. Lett., II, 425, 1963.
- [2] K.J.Foley, S.J.Lindenbaum et al. Phys.Rev.Lett., II, 503,1963.
- [3] S.J.Lindenbaum. XII Междунар.конф.по физике высоких энергий. Дубна, 1964.
- [4] Т.Ф. Кусиа.XII Междунар.конф.по физике высоких энергий. Дубна, 1964.

---

1) Для большого интервала изменения  $t$  следует учитывать отклонение от экспоненциальной формы и зависимость аппроксимируется выражением  $\frac{d\sigma_t}{dt} = e^{\alpha_i \cdot b_i \cdot c_i \cdot t^2}$ , где  $c_i \leq 0,4$  б. [1,2].

2) Величины  $\sigma_t(s)$  для соответствующих энергий использовались те же, что в работах [1,2]. Кроме того, были использованы значения  $(\sigma_t)_{k-p}$  для 12 и 16 Гэв/с и  $(\sigma_t)_{p-p}$  для 16 Гэв/с из работы [4].