

## О ВОЗМОЖНОСТИ ПРОВЕРКИ ГИПОТЕЗЫ СОСТАВЛЯЮЩИХ КВАРКОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ ШЕСТИ КВАРКОВ

Б. Г. Захаров

Показано, что анализ поправки к глауберовскому выражению для  $\sigma_{pd}^{tot}$ , связанной с кварковой структурой дейтрона позволяет сделать вывод о равенстве сечений взаимодействия протона с кварком, входящим в состав нуклона, и с кварком, входящим в состав системы шести взаимодействующих кварков.

В настоящее время широко распространено мнение, что адроны являются нерелятивистскими ядерно подобными системами из „одетых” валентных кварков, которые называют составляющими кварками. Согласно с экспериментом известного соотношения Левина — Франкфурта

$$\sigma_{NN}^{tot} = 3/2 \sigma_{\pi N}^{tot} \quad (1)$$

свидетельствует о том, что роль моря кварк-антикварковых пар кварков партонных и глюонов в волновой функции (ВФ) адронов, по-видимому, сводится к формированию ВФ составляющих кварков. Теоретическим обоснованием модели составляющих кварков (МСК) могло бы служить доказательство существования двух радиусов конфинмента в КХД, малого  $\sim 1/m_N$ , на котором формируется ВФ составляющего кварка, и большого  $\sim 1/\mu_\pi$ , на котором происходит удержание кварков<sup>1</sup>. Учитывая, что в настоящее время МСК не имеет обоснования в рамках КХД, представляет интерес поиск новых свидетельств за или против этой модели адронов.

В настоящей работе мы покажем, что рассматривая поправку к глауберовскому приближению (ГП) для  $pd$ -рассеяния, связанную с кварковой структурой дейтрона, можно провести проверку МСК для случая системы шести взаимодействующих кварков.

Рассмотрим  $pd$ -рассеяние, используя метод многократных перерассеяний Глаубера. Однако дейтрон будем рассматривать не как  $pn$ -систему, а как связанное состояние шести составляющих кварков. Тогда поправку к результату обычного ГП для  $\sigma_{pd}^{tot}$  можно записать в виде

$$\Delta\sigma_{pd} = 2f [\rho(r_1, \dots, r_6) - \rho_G(r_1, \dots, r_6)] \delta^{(3)}\left(\frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 r_i\right) \left\{ 1 - \prod_{j=1}^6 [1 - \Gamma_{pq}(b - r_{j\perp})] \right\} \times \\ \times d^2b \prod_{k=1}^6 d^3r_k \quad (2)$$

Здесь  $\Gamma_{pq}(\mathbf{b})$  — функция профиля  $pq$ -рассеяния,  $\rho(r_1, \dots, r_6)$  — функция распределения кварков в дейтроне, функция  $\rho_G(r_1, \dots, r_6)$  имеет вид

$$\rho_G(r_1, \dots, r_6) = 1/10 \left( 1 + \sum_{\alpha=1}^3 \sum_{\beta=4}^6 \hat{P}_{\alpha\beta} \right) \rho_N(r_1, r_2, r_3) \rho_N(r_4, r_5, r_6) \rho_d(\mathbf{R}), \quad (3)$$

где  $\mathbf{R} = \frac{1}{3} (r_1 + r_2 + r_3 - r_4 - r_5 - r_6)$ ,

$\hat{P}_{\alpha\beta}$  — оператор перестановки кварков,  $\rho_N(r_1, r_2, r_3)$  — функция распределения кварков в нуклоне,  $\rho_d(\mathbf{R})$  — функция распределения нуклонов в дейтроне, рассматриваемом как  $pn$ -система. В силу конфайнмента  $\rho(r_1, \dots, r_6)$  может отличаться от  $\rho_G(r_1, \dots, r_6)$  только для конфигураций, в которых все шесть кварков находятся в центральной области дейтрона с радиусом порядка размера нуклона. Поэтому именно эти конфигурации существенны при интегрировании в (2). С хорошей точностью в (2) можно ограничиться членами до второго порядка по  $\Gamma_{pq}$ , тогда  $\Delta\sigma_{pd} \approx \Delta\sigma_{pd}^{(1)} + \Delta\sigma_{pd}^{(2)}$ . В предположении о независимости  $\sigma_{pq}^{tot}$  от того находится ли кварк в нуклоне или в центральной области дейтрона, очевидно,  $\Delta\sigma_{pd}^{(1)} = 0$ .

Мы вычислили  $\Delta\sigma_{pd}^{(2)}$ , параметризуя кварковую ВФ дейтрона в форме, используемой в методе резонирующих групп <sup>2</sup>

$$\psi(Q_1, \dots, Q_6) = \frac{1}{A} \left( 1 - \sum_{\alpha=1}^3 \sum_{\beta=4}^6 \hat{P}_{\alpha\beta} \right) \psi_N(Q_1, Q_2, Q_3) \psi_N(Q_4, Q_5, Q_6) F(\mathbf{R}). \quad (4)$$

Здесь  $Q_1, \dots, Q_6$  — цветовые, спин-изоспиновые и пространственные координаты кварков,  $\psi_N$  — кварковая ВФ нуклона,  $F(\mathbf{R})$  — функция, описывающая относительное движение нуклонных кластеров,  $A$  — нормировочный множитель.

Как известно, используя ВФ вида (4) можно получить разумное описание короткодействующей части  $MV$ -потенциалов <sup>3</sup> и  $\Delta\Delta$  — компоненты в дейтроне <sup>4</sup>. Нуклонная ВФ дейтрона бралась в гауссовской форме с ястровским фактором  $(1 - e^{-R^2/b^2})$  с  $b = 0,6 \Phi$ . В качестве кварковой ВФ нуклона использовалась ВФ осцилляторной модели, со среднеквадратичным радиусом нуклона равным  $0,8 \Phi$ . Расчеты, которые будут приведены в отдельной работе, дают  $\Delta\sigma_{pd}^{(2)} \cong -0,06$  мбн. В данной работе для нас важно, что поправка к  $\sigma_{pd}^{tot}$ , связанная с непра-

вильным описанием центральной области дейтрона в обычном ГП, в частности с учетом принципа Паули, оказалась небольшой. Однако, если  $\sigma_{pq}^{tot}$  для кварка, находящегося в центральной области дейтрона, отличается на величину  $\Delta\sigma_{pq}^{tot}$  от  $\sigma_{pq}^{tot}$  для кварка в нуклоне, мы уже не будем иметь равенства  $\Delta\sigma_{pd}^{(1)} = 0$ . При этом, если  $\Delta\sigma_{pq}^{tot} / \sigma_{pq}^{tot} \ll 1$ ,  $\Delta\sigma_{pd}^{(2)}$  изменится незначительно. Из (2) тогда для  $\Delta\sigma_{pd}^{(1)}$  можно получить оценку

$$\Delta\sigma_{pd}^{(1)} \sim 6 \Delta\sigma_{pq}^{tot} P_{6q}, \quad (5)$$

где  $P_{6q}$  вероятность того, что все кварки находятся в центральной области дейтрона. Экспериментальные данные по электромагнитным формфакторам дейтрона при больших  $q^2$  дают  $P_{6q} \sim 0,05$  <sup>5</sup>. Аналогичную оценку  $P_{6q}$  можно получить, рассматривая перекрытие кварковых ВФ нуклонов для нуклонной ВФ с потенциалом Рейда с мягким кором <sup>6</sup>. Так как результаты расчетов  $\sigma_{pd}^{tot}$  в ГП с учетом неупругих перерассеяний согласуются с  $(\sigma_{pd}^{tot})_{exp}$  при всех изученных энергиях с точностью не хуже  $\sim 0,3$  мбн <sup>7</sup>, то справедлива оценка  $|\Delta\sigma_{pd}^{(1)}| \lesssim 0,3$  мбн (мы пренебрегаем малым вкладом  $\Delta\sigma_{pd}^{(2)}$ ). Из (5) тогда получим

$$|\Delta\sigma_{pd}^{tot}| \lesssim 1 \text{ мбн} \quad (6)$$

или

$$|\Delta\sigma_{pq}^{tot} / \sigma_{pq}^{tot}| \lesssim 0,08.$$

Малость отношения  $|\Delta\sigma_{pq}^{tot} / \sigma_{pq}^{tot}|$  говорит о том, что и для случая шести взаимодействующих кварков море кварков партонных и глюонов, по-видимому, сконцентрировано в

ВФ составляющих кварков. Таким образом, по-видимому, и в случае многокварковых систем составляющие кварки являются достаточно хорошо определенными объектами, как это предполагается в МСК.

Автор глубоко благодарен прочитавшим рукопись Б.З.Копелиовичу и Н.Н.Николаеву за интерес к работе и полезные обсуждения, а также Л.И.Лapidусу и Ф. Нидермайеру за обсуждение результатов работы.

#### Литература

1. Шехтер В.М. ЯФ, 1981, 33, 817.
2. Wheeler J.A. Phys. Rev., 1937, 52, 1082, 1107.
3. Warke C.S., Shanker R. Phys. Lett., 1979, 89B, 17; Phys. Rev., 1980, C21, 2643; Бабуцидзе Т.Д. и др. ЯФ, 1981, 33, 1406.
4. Smirnov Yu.F., Tchuvilsky Yu.M. J. Phys. 1978, G4, 1; Warke C.S., Shanker R., Greiner W. J. Phys. 1981, G7, 1.
5. Matveev V.A., Sorba P. Sett. Nuovo. Cim., 1977, 20, 435.
6. Reid R.V. Ann. Phys., 1968, 50, 411.
7. Khoze B. A., Levin E.M., Ryskin M.G., Strikman M.M. Preprint №223, LNPI, 1976.

Институт физики земли им. О.Ю.Шмидта  
Академии наук СССР

Поступила в редакцию  
15 октября 1982 г.