

## ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ТЯЖЕЛЫХ И ЛЕГКИХ МЕЗОНОВ

В.П. Ефросинин

*С учетом закономерностей феноменологии исследуется зависимость от приведенной массы кварков потенциала для легких и тяжелых мезонов. Вычислены массы составляющих кварков. Получены некоторые результаты, касающиеся возбужденных s-состояний легких мезонов.*

При описании мезонов в потенциальных моделях /1/ ненадежно полагаться на указания пертурбативной КХД относительно вида потенциала, так как в них вводится конфинмент, не объясняемый в рамках КХД. Это вызывает необходимость привлечения феноменологии для уменьшения неопределенности в выборе потенциала. Часто выбирается следующая из КХД комбинация кулоновского и линейного потенциалов /2/

$$V(r) = -\frac{K}{r} + \frac{r}{a^2}. \quad (1)$$

В других подходах /3/ используется двухступенчатый потенциал типа

$$V(r) = \begin{cases} -\beta/r, & r \leq B \\ -V_0 + Kr, & r > B, \end{cases} \quad (2)$$

где  $B$  — дополнительный параметр. Используется также потенциал вида /4/

$$V(r) = -V_0 + ar^\nu \quad (3)$$

с  $\nu \cong 0,1$ .

Заметим, что предположение КХД о независимости потенциала от аромата плохо согласуется с экспериментальными данными по семействам  $\Psi$ ,  $Y$ . В частности, известное примерное равенство интервалов

$$M(Y') - M(Y) \approx M(\Psi') - M(J/\Psi) \quad (4)$$

с трудом описывается /5/ потенциалом типа (1). При использовании потенциалов (1), (2) плохо описываются /3,5/ отношения ширины лептонных распадов для кваркониев

$$R_w = \Gamma(2S \rightarrow e^+e^-) / \Gamma(1S \rightarrow e^+e^-). \quad (5)$$

Описание абсолютных величин лептонных ширины требует введения в формулу Матвеева — Струминского — Тавхелидзе — Ван Ройена — Вайскопфа /6/

$$\Gamma(nS \rightarrow e^+e^-) = \frac{16\pi a^2 e_q^2}{M_{nS}^2(q\bar{q})} |\Psi_{nS}(0)|^2$$

довольно больших, но не очень определенных поправок. Несколько лучшие результаты при одновременном описании энергетических уровней кваркониев и легких мезонов (но не ширин лептонного распада) были достигнуты при использовании потенциала (3) /4,7/. Причиной этого является слабая зависимость от приведенной массы кварков расстояний между уровнями вследствие малой величины  $\nu$ .

Включение в рассмотрение модели легких адронов /8/ с учетом спин-спинового расщепления позволяет сделать вывод об общем для легких и тяжелых мезонов характере зависимости от приведенной массы части потенциала, не связанной со спин-спиновым расщеплением.

Т а б л и ц а 1

Уровни тяжелых и легких мезонов (ГэВ)

n	$\rho, \pi$		K, K*		$\varphi$		$\Psi$		Y	
	теор.	эксп.	теор.	эксп.	теор.	эксп.	теор.	эксп.	теор.	эксп.
1	0,611	0,611*)	0,795	0,795*)	1,020	1,020	3,097	3,097	9,460	9,460
2	1,201	1,24	1,385	1,44	1,610	1,68	3,687	3,687	10,050	10,020
3	1,546	1,60	1,730	1,81			4,032	4,030	10,395	10,350
4	1,796	1,77					4,282		10,645	10,573
5							4,480	4,415	10,843	

\*) Массы основных состояний семейств  $\rho, \pi$  и K, K\* в соответствии с /8/ рассчитывались по формулам:  $m_{\pi, \rho} = (3m_{\rho} + m_{\pi})/4$ ,  $m_{KK*} = (3m_{K*} + m_K)/4$ .

Спин-спиновое расщепление тяжелых мезонов невелико, в то же время с использованием модели /8/ мы исключаем необходимость учета релятивистских эффектов для легких мезонов, используя усредненные по спин-спиновому взаимодействию массы. В табл. 1 представлены экспериментальные данные по уровням тяжелых и легких мезонов /9, 10/\*\*. Из этих данных и результатов /8/ можно сделать вывод о примерном выполнении равенства интервалов между уровнями для легких и тяжелых мезонов (с вычтенным, в соответствии с /8/, спин-спиновым расщеплением легких мезонов) и о неслучайном характере (4). Для выполнения этого условия потенциал (3) должен быть видоизменен:

$$V(r) = -V_0(\mu) + a'(2\mu)^{\nu/2} r^{\nu}, \quad (6)$$

где  $\nu = 0,153$ ;  $\mu$  — приведенная масса кварков. В то же время из необходимости описания экспериментальных значений (5) с потенциалом (6) следует, что в начале координат потенциал должен иметь  $\nu = 0,359$  или  $0,153$  соответственно для семейств  $\Psi$  и Y. Это делает разумной концепцию двухступенчатого потенциала  $V(r)$  (см. также /12/):

$$-V_1 + a_1 r^{\nu_1}, \quad r \leq B; \quad -V_0 + a r^{\nu}, \quad r > B.$$

При малом B характер интервалов между уровнями будет в большей степени зависеть от вида потенциала при  $r > B$ , поэтому потенциал (6) с  $\nu = 0,153$  должен достаточно удовлетворительно описывать характер расположения s-уровней мезонов, что и подтверждается расчетами в приближении ВКБ (табл. 1).

\*\* Отметим неопределенность экспериментальной ситуации с радиальными возбуждениями  $\rho$ -мезона. Тем не менее, в последнее время появились указания /11/ в пользу существования  $\rho'(1250)$ .

В данном подходе удается достигнуть извлечения из экспериментальных данных масс составляющих кварков с меньшей неопределенностью, чем в других. В частности, используется то обстоятельство, что  $V_0(\mu)$  в (6) зависит только от приведенной массы кварков.

В результате было получено

$$m_b = 4,8 \text{ ГэВ}, m_c = 1,4 \text{ ГэВ}, m_s = 0,50 \text{ ГэВ}, m = 0,32 \text{ ГэВ}.$$

Кроме того, до определенной степени проясняется ситуация с интерпретацией s-волновых возбуждений легких мезонов. Данные, приведенные в таблице 1, позволяют заключить, что  $\rho'(1250)$ ,  $\rho'(1600)$  — соответственно первое и второе возбужденные состояния  $\rho$ -мезона, должен существовать  $\pi''(1,6)$ , и  $L(1440)$  является первым возбужденным состоянием  $\eta$ -мезона.

Институт ядерных исследований АН СССР

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Быков А. А., Дремин И. М., Леонидов А. В. УФН, 143, 3 (1983).
2. Eichten E. et al. Phys. Rev., D21, 203 (1983).
3. Kulshreshtha D. S., Kaushal R. S. Phys. Rev., D26, 2331 (1982).
4. Barik N., Jena S. N. Phys. Rev., D26, 618 (1982).
5. Eichten E., Gottfried K. Phys. Lett., 66B, 286 (1977).
6. Матвеев В. А., Струминский Б. В., Тавхелидзе А. Н. Препринт ОИЯИ, Р-2524, 1965. Van Royen R., Weisskopf V. F. Nuovo Cimento, 50A, 617 (1967).
7. Jena S. N. Phys. Rev., D27, 244 (1983).
8. Ефросинин В. П., Заикин Д. А. ЯФ, 37, 1532 (1983).
9. Particle Data Group. Rev. Mod. Phys., 56, 1 (1984).
10. Atkinson M. et al. Phys. Lett., 127B, 132 (1983); Armstrong T. et al. Nucl. Phys., B221, 1 (1983); Aston D. et al. Phys. Lett., 149B, 258 (1984).
11. Калошин А. Е. ЯФ, 41, 1002 (1985).
12. Быков А. А., Дремин И. М. Письма в ЖЭТФ, 42, 119 (1985).

Поступила в редакцию 29 декабря 1985 г.