

УДК 539.1

**ИНКЛЮЗИВНОЕ РОЖДЕНИЕ ЧАРМОНИЕВ В ЭЛЕКТРОН-ПОЗИТРОННОЙ АННИГИЛЯЦИИ В РАМКАХ ПОДХОДА НРКХД**

© Ануфриев А.В.

*Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: antonman200@yandex.ru

С момента открытия в 1974 году  $J/\psi$ -мезона физика тяжелых кваркониев всегда была в центре экспериментального и теоретического внимания. Одно из семейств кваркониев, именуемое чармония, это связанное состояние  $c$ -кварка и его антикварка. Большая масса  $c$ -кварка позволяет проводить расчет сечения рождения пары  $c\bar{c}$  кварков в рамках теории возмущений квантовой хромодинамики (КХД). Адронизация пары тяжелых кварка и антикварка в конечный кварконий, будучи в принципе непertурбативной, может быть описана в нерелятивистском приближении, когда пренебрегается относительным импульсом кварка и антикварка.

В рамках подхода нерелятивистской квантовой хромодинамики (НРКХД) [1] волновая функция физического чармония может быть представлена как суперпозиция фоковских состояний в виде разложения по степеням относительной скорости тяжелых кварков в чармонии. При этом нулевой член ряда принято относить к синглетному по цветам вкладу, что соответствует модели цветových синглетов. Учет остальных слагаемых происходит в октетной модели. В общем случае сечение рождения чармония через адронизацию пары тяжелых кварков с определенным набором квантовых чисел задается произведением сечения рождения пары кварков в данном состоянии, рассчитать которое можно в рамках КХД, с непertурбативной частью, описывающей эффекты физики больших расстояний, которая связана с матричным элементом перехода (LDME в англоязычных публикациях) [2]. LDME могут быть рассчитаны в рамках НРКХД или извлечены из эксперимента.

Эксперимент BES-III на электрон-позитронном коллайдере в ИФВЭ АН КНР, г. Пекин [3] начал работу в 2009 г. В программе эксперимента был заявлен широкий объем работы во многих областях физики высоких энергий. За прошедшее время накоплен значительный объем уникальных данных, на основе которого уже получено множество интересных физических результатов. Особое место в работе BES-III играет физика чармониев, в особенности распадов и резонансов [4].

В настоящей работе предпринимается попытка оценки октетных непertурбативных матричных элементов с помощью экспериментальных данных по инклюзивному рождению  $J/\psi$  и  $\psi'$  состояний чармония в процессе электрон-позитронной аннигиляции [5]. Рассчитываются квадраты матричных элементов вклада октетных состояний  $1S_0(8)$  и  $3P_J(8)$  в рамках процесса электрон-позитронной аннигиляции при энергиях BES-III. Полученные полные сечения рождения чармониев фотируются экспериментальными данными по методу  $\chi^2$  для оценки LDME указанных вкладов. Фитирование проводится двумя способами: с разделением октетных вкладов (рис. 1 для  $J/\psi$  и рис. 2 для  $\psi'$ ) и с учетом их линейной комбинации (рис. 3 и рис. 4).

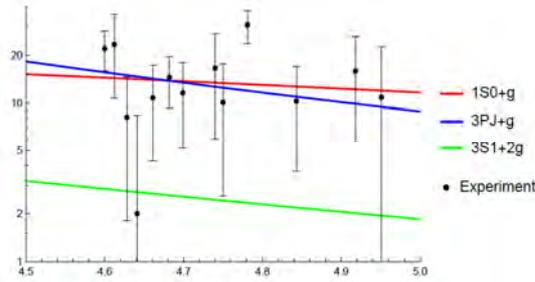


Рисунок 1

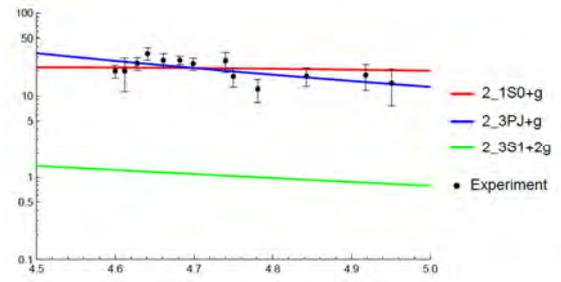


Рисунок 2

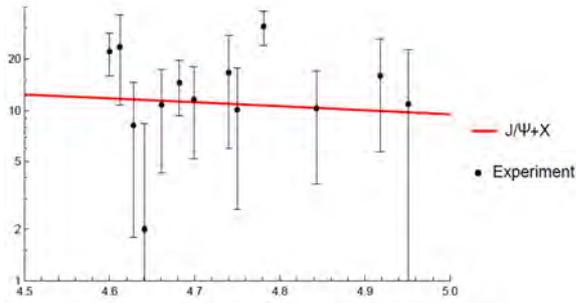


Рисунок 3

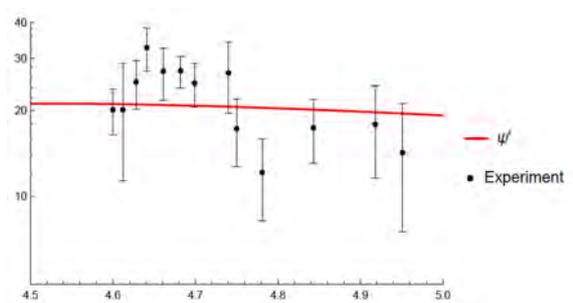


Рисунок 4

Результаты фита сравниваются с результатами в рамках других работ [6]. Данные приведены в таблице.

Таблица – Сравнение результатов

Состояние	Раздельный фит				Фит комбинации		Чо-Левович
	$\langle \mathcal{O}^H [{}^3P_0^{(8)}] \rangle = 0$		$\langle \mathcal{O}^H [{}^1S_0^{(8)}] \rangle = 0$		$M_k (k = 14)$	$\frac{\chi^2}{d.o.f.}$	$M_k (k = 3)$
	$\langle \mathcal{O}^H [{}^1S_0^{(8)}] \rangle$	$\frac{\chi^2_{1S0}}{d.o.f.}$	$\langle \mathcal{O}^H [{}^3P_0^{(8)}] \rangle$	$\frac{\chi^2_{3P0}}{d.o.f.}$			
$J/\psi$	0.0755489	1.38	0.0109611	1.47	0.0614906	1.39	0.022
$\psi'$	0.2102125	1.74	0.0153932	1.31	0.19971	1.7	0.0059

### Библиографический список

1. Brambilla N. NRQCD and Quarkonia. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.hep-ph/0702105>.
2. Kniehl B.A., Vasin D.V., Saleev V.A. Charmonium production at high energy in the kT-factorization approach // Physical Review D. 2006. Vol. 73, issue 7.
3. Ablikim M. et al. Design and Construction of the BESIII Detector // Nucl. Instrum. Meth. A614 (2010). P. 345–399.
4. Chang-Zheng Yuan. Charmonium and charmoniumlike states at the BESIII experiment // National Science Review. 2021. Vol. 8, issue 11, November.
5. Aubert B. et al. Measurement of  $J/\psi$  Production in Continuum  $e+e-$  Annihilations near  $\sqrt{s}=10.6\text{GeV}$  // Phys. Rev. Lett. 2001. Vol. 87. September. P. 162002.
6. Cho P. and Leibovich A.K. Color-octet quarkonia production. II // Phys. Rev. D. 1996. Vol. 53. P. 6203.