

РОЖДЕНИЕ ОЧАРОВАННЫХ МЕЗОНОВ В СТОЛКНОВЕНИЯХ СВИНЦА НА БОЛЬШОМ АДРОННОМ КОЛЛАЙДЕРЕ В МОДЕЛИ HYDJET++

Г. Х. Эйюбова^{1,*}, *И. П. Лохтин*¹, *А. В. Беляев*¹,
*Г. Пониматкин*², *Е. Ю. Пронина*¹

¹ Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д. В. Скобельцына
Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, Москва

² Технический лицей, Остров, Чехия

Представлены результаты феноменологического анализа рождения J/ψ - и D -мезонов в столкновениях ионов свинца при энергии в системе центра масс 2,76 ТэВ на пару нуклонов, проведенного в рамках двухкомпонентной модели HYDJET++, включающей термальный и нетермальный механизмы рождения. Установлено, что значительная часть D -мезонов находится в кинетическом равновесии с образовавшейся материей, в то время как J/ψ -мезоны характеризуются ранним (по сравнению с легкими адронами) вымораживанием.

The phenomenological analysis of J/ψ and D mesons production in Pb–Pb collisions at the center-of-mass energy of 2.76 TeV per nucleon pair is fulfilled in the framework of the two-component HYDJET++ model, which includes thermal and nonthermal production mechanisms. A significant part of D mesons is found to be in a kinetic equilibrium with the created medium, while J/ψ mesons are characterized by earlier (as compared to light hadrons) freeze-out.

PACS: 25.75.Ld; 24.10.Nz; 25.75.Bh

ВВЕДЕНИЕ

Для исследования свойств кварк-глюонной материи, образующейся в столкновении релятивистских ядер, используются различного рода сигналы, одними из которых являются процессы с рождением тяжелых кварков. Тяжелые кварки преимущественно рождаются в жестких партон-партонных взаимодействиях и при прохождении через плотную горячую среду взаимодействуют с ее конституэнтами. С другой стороны, мягкие механизмы рождения очарованных адронов могут быть существенны при энергиях ЛНС.

*E-mail: eiiubova@lav01.sinp.msu.ru

РОЖДЕНИЕ ОЧАРОВАННЫХ МЕЗОНОВ В СТОЛКНОВЕНИЯХ ИОНОВ СВИНЦА ПРИ $\sqrt{s_{NN}} = 2,76$ ТэВ И МОДЕЛЬ HYDJET++

Генератор столкновений релятивистских ядер HYDJET++ [1] состоит из двух компонент: термальной (мягкое рождение адронов) и нетермальной (жесткие процессы рождения партонов в КХД с последующей модификацией спектра в среде и адронизацией). В мягкой компоненте моделируется рождение адронов на гиперповерхностях химического и термального вымораживания релятивистской жидкости, полученных с помощью параметризации релятивистской гидродинамики. Жесткая компонента основана на модели PYQUEN [2]. Вклад жесткой компоненты в общую множественность регули-

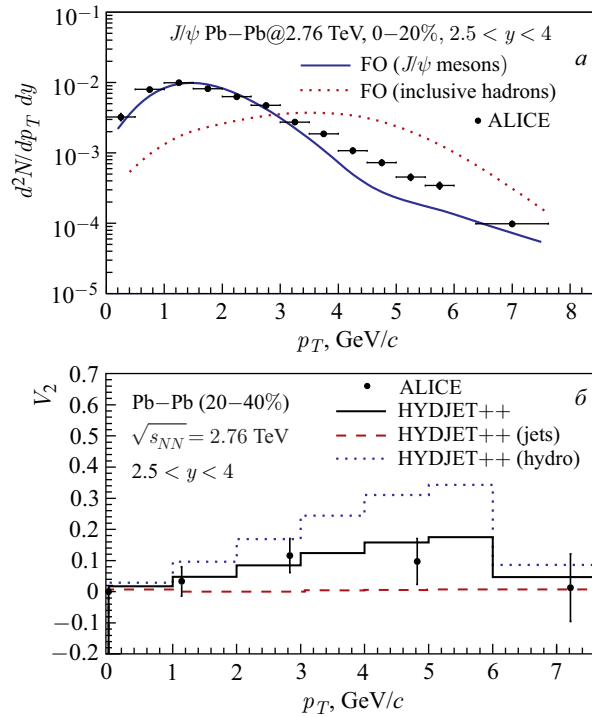


Рис. 1. а) Спектр J/ψ -мезонов по p_T для быстрот $2,5 < y < 4$ в столкновениях Pb–Pb с центральностями 0–20% при $\sqrt{s_{NN}} = 2,76$ ТэВ: данные [3] — точки; результаты моделирования HYDJET++ с параметрами вымораживания, как для инклюзивных адронов — пунктирная линия, раннего термального вымораживания — сплошная. б) Эллиптический поток $v_2(p_T)$ J/ψ -мезонов при $2,5 < y < 4$ в столкновениях Pb–Pb с центральностью 20–40%, $\sqrt{s_{NN}} = 2,76$ ТэВ: данные [4] — точки; моделирование HYDJET++ с мягкой компонентой — пунктирная линия, с жесткой компонентой — штриховая, с суммой компонент — сплошная

руется параметром p_T^{\min} — минимальным переданным поперечным импульсом партон-партонного рассеяния. На рис. 1, *a* представлено сравнение результатов моделирования с данными [3] для спектра по p_T инклюзивных J/ψ -мезонов в столкновениях Pb–Pb в диапазоне центральности 0–20% с двумя наборами входных параметров: 1) такими же, как для инклюзивных адронов (температуры химического и термального вымораживания $T_{\text{ch}} = 165$ МэВ и

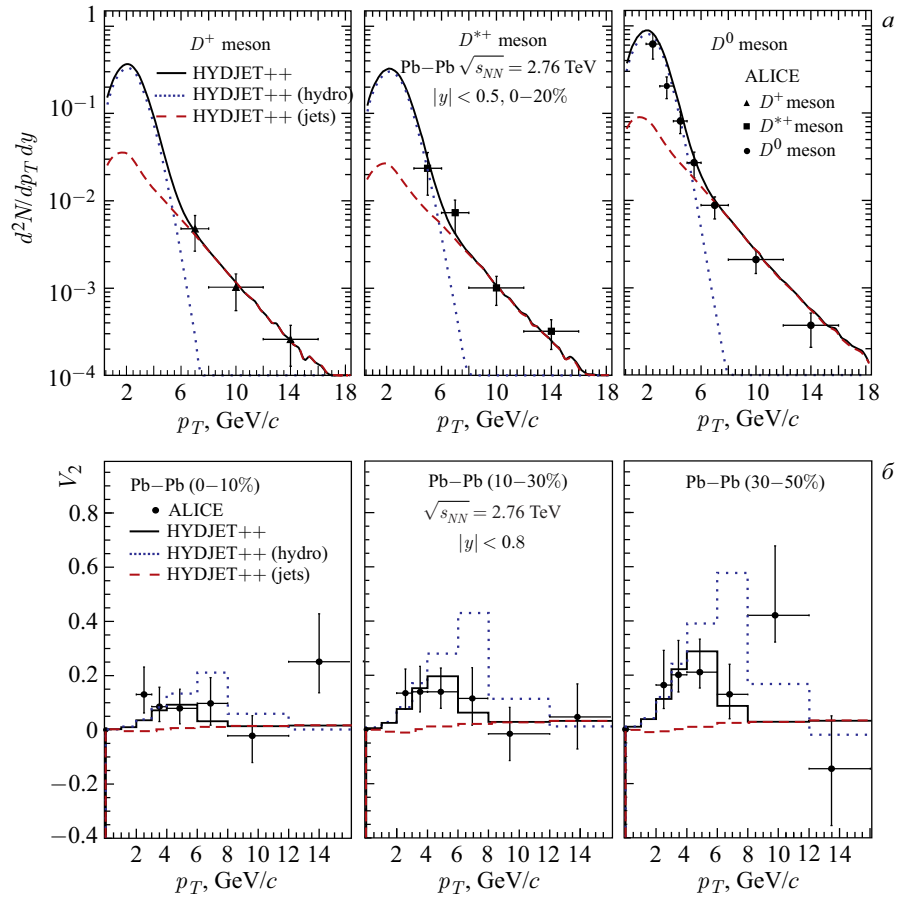


Рис. 2. *a*) Спектры по p_T $D^{\pm-}$, $D^{*\pm-}$, D^0 -мезонов для $|y| < 0,5$ в столкновениях Pb–Pb с центральностями 0–20% при $\sqrt{s_{NN}} = 2,76$ ТэВ: данные [5] — точки; результаты моделирования HYDJET++ с мягкой компонентой — пунктирная линия, с жесткой компонентой — штриховая, с общим спектром — сплошная. *б*) $v_2(p_T)$ D^0 -мезонов для $|y| < 0,8$ в столкновениях Pb–Pb с центральностями: 0–10%, 10–30%, 30–50%: данные [6] — точки; результаты моделирования HYDJET++ — пунктирная, штриховая и сплошная линии

$T_{\text{th}} = 105$ МэВ, максимальные продольная и поперечная быстроты потока $Y_L^{\text{max}} = 4,5$ и $Y_T^{\text{max}} = 1,265$, $p_T^{\text{min}} = 8,2$ ГэВ/с); 2) для раннего кинетического вымораживания ($T_{\text{ch}} = T_{\text{th}} = 165$ МэВ, $Y_L^{\text{max}} = 2,3$, $Y_T^{\text{max}} = 0,6$, $p_T^{\text{min}} = 3,0$ ГэВ/с). Смоделированные спектры описывают экспериментальные данные (до $p_T \sim 3$ ГэВ/с) только в предположении раннего термального вымораживания. Также было найдено, что эллиптический поток в зависимости от поперечного импульса $v_2(p_T)$ для инклюзивных J/ψ -мезонов [4] описывается со вторыми параметрами (рис. 1, б). При больших значениях p_T необходимо настраивать параметры в жесткой компоненте модели для лучшего описания рождения чармония. Следует отметить, что модель не учитывает эффект цветового экранирования связанных пар тяжелых кварков в кварк-глюонной материи. В отличие от J/ψ -мезонов данные для спектров по p_T D -мезонов [5] хорошо описываются с теми же параметрами вымораживания, что и для инклюзивных адронов (рис. 2, а). Также с этими параметрами воспроизводятся данные по $v_2(p_T)$ [6] (рис. 2, б).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экспериментальные данные по импульсным спектрам и эллиптическому потоку очарованных мезонов при энергии ЛНС воспроизводятся моделью HYDJET++ в предположении, что кинетическое вымораживание D -мезонов происходит одновременно с кинетическим вымораживанием легких адронов, в то время как кинетическое вымораживание J/ψ -мезонов происходит значительно раньше, предположительно в момент химического вымораживания. Таким образом, существенная часть D -мезонов (вплоть до $p_T \sim 4$ ГэВ/с), в отличие от J/ψ -мезонов, находится в кинетическом равновесии с образованной в столкновении Pb–Pb горячей адронной материей. Это может указывать на то, что сечение взаимодействия D -мезонов становится сравнимым с сечением взаимодействия легких адронов, а сечение J/ψ -мезонов остается существенно меньшим.

Авторы благодарят за плодотворное сотрудничество и обсуждения Я. Бельчика, Л. В. Бравину, А. И. Демьянова, В. Л. Коротких, Л. В. Малинину, А. М. Снигирева, Е. Е. Забродина и С. В. Петрушанко.

Работа поддержана грантом РФФИ № 14-12-00110 в части моделирования спектров и эллиптического потока J/ψ - и D -мезонов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lokhtin I. P. et al. Heavy Ion Event Generator HYDJET++ (HYDrodynamics Plus JETs) // Comp. Phys. Commun. 2009. V. 180. P. 779.
2. Lokhtin I. P., Snigirev A. M. A Model of Jet Quenching in Ultrarelativistic Heavy Ion Collisions and High- p_T Hadron Spectra at RHIC // Eur. Phys. J. C. 2006. V. 45. P. 211.

3. Adam J. et al. (ALICE Collab.). Differential Studies of Inclusive J/ψ and $\psi(2S)$ Production at Forward Rapidity in Pb–Pb Collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV. arXiv:1506.08804. 2015.
4. Abbas E. et al. (ALICE Collab.). J/ψ Elliptic Flow in Pb–Pb Collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV // Phys. Rev. Lett. 2013. V. 111. P. 162301.
5. Abelev B. et al. (ALICE Collab.). Suppression of High Transverse Momentum D Mesons in Central Pb–Pb Collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV // JHEP. 2012. V. 09. P. 112.
6. Abelev B. et al. (ALICE Collab.). Azimuthal Anisotropy of D -meson Production in Pb–Pb Collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV // Phys. Rev. C. 2014. V. 90. P. 034904.