

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



            
K-172

31/10-75

P2 - 8569

1210/2-75

Б.Н.Калинкин, В.Л.Шмонин

ОБ УРАВНЕНИИ СОСТОЯНИЯ  
ВОЗБУЖДЕННОГО, СИЛЬНОСЖАТОГО  
АДРОННОГО ВЕЩЕСТВА

**1975**

P2 - 8569

Б.Н.Калинкин, В.Л.Шмонин

ОБ УРАВНЕНИИ СОСТОЯНИЯ  
ВОЗБУЖДЕННОГО, СИЛЬНОСЖАТОГО  
АДРОННОГО ВЕЩЕСТВА

*Направлено в ЯФ*

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

Калинкин Б.Н., Шмонин В.Л.

P2 - 8569

Об уравнении состояния возбужденного сильносжатого  
адронного вещества

Обсуждается возможность извлечения информации об уравнении со-  
стояния сильно возбужденного сжатого адронного вещества из данных  
о процессе множественного рождения в плотной ядерной среде.

Препринт Объединенного института ядерных исследований  
Дубна 1975

Kalinkin B.N., Shmonin V.L.

P2 - 8569

On the Equation of State for the Highly  
Excited and Compressed Hadronic Matter

The possibility is considered of extracting informa-  
tion on the equation of state for the highly excited com-  
pressed hadronic matter using the data on the multiple pro-  
duction in a dense nuclear medium.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research  
Dubna 1975

Анализ данных о процессе множественного рождения  
в ядерном веществе приводит к выводу, что модели эле-  
ментарного акта, опирающиеся на предположение о ре-  
ализации промежуточного состояния адронной системы -  
кластера, являются наиболее правдоподобными /1-3/.

Возникает вопрос, можно ли извлечь некоторые сведе-  
ния и о внутренних свойствах кластера, располагая ин-  
формацией о его взаимодействии с плотной ядерной средой.

Поскольку кластер - это сильносжатый возбужденный  
сгусток адронной материи, распадающийся на много вза-  
имодействующих частиц, то в первую очередь нас должны  
интересовать его "макроскопические" свойства. Важным  
соотношением, во многом определяющим эти свойства, яв-  
ляется уравнение состояния. Его отыскание позволило бы  
уточнить конкретные термодинамические модели элемен-  
тарного акта, а также могло бы оказаться полезным и для  
астрофизических приложений.

Вид уравнения состояния, по крайней мере в ультра-  
релятивистском пределе, известен лишь для систем с  
электромагнитным взаимодействием /4/:

$$p \leq \epsilon/3$$

/1/

/ p - давление,  $\epsilon$  - плотность энергии/. Что же касается  
систем с произвольным и, в частности, сильным взаимо-  
действием, то отсутствует и эта доля определенности.

Желательно отыскать путь, следуя которому можно  
определить уравнение состояния, минуя огромные труд-  
ности, возникающие при решении задачи "в лоб". Так,  
в ряде работ /см. /5/ и ссылки в ней/ была предпринята

попытка найти решение, опираясь на модель Ландау и подбирая в уравнении

$$p = \alpha \epsilon \quad /2/$$

параметр  $\alpha$  таким образом, чтобы удовлетворить данным о множественной генерации в  $p$ - $p$  -взаимодействии при высоких энергиях.

Однако такому подходу свойственны серьезные недостатки. Во-первых, используется конкретная модель элементарного акта. Это вносит неизбежные модельные искажения в данные об уравнении состояния. Во-вторых, каналов образования вторичных частиц много, и не все из них можно описывать, используя термодинамику или гидродинамику.

Свободный от этих недостатков метод - изучение движения кластера в ядерной среде. Действительно /3/, возможна ситуация, когда внутреннее давление в кластере, вызывающее его расширение в поперечном направлении, уравнивается давлением потока сталкивающихся с ним ядерных нуклонов. Тогда для сечения взаимодействия кластер-нуклон можно получить выражение:

$$\sigma_{K,N}(z) \approx \pi r_0^2 \left[ \left( \frac{\frac{3}{2} \alpha E_0(z)}{\pi r_0^3 \rho c \sqrt{\gamma(z)^2 - 1}} \right)^{2/5} + \frac{1}{2} \right]^2 \quad /3/$$

где  $r_0$  - радиус ядерных сил,  $\rho$  - плотность ядра,  $E_0$  - масса, а  $\gamma$  - фактор Лоренца кластера в точке  $z$  на его траектории в веществе. Естественно,  $\sigma_{K,N}$  зависит от параметра  $\alpha$ . Подставляя /3/ в уравнение /6а,б/ в /1/, получаем решение, позволяющее установить связь между числом выбитых нуклонов  $\langle n_g \rangle$  и числом релятивистских частиц  $n_s$  /и наоборот/ в зависимости от параметра  $\alpha$ .

Наиболее четко эта зависимость должна проявляться при больших пробегах кластера, т.е. при больших числах  $n_s$  и  $n_g$ . Кроме того, рассмотрение этого предела дает нам гарантию того, что рассматривается объект заведомо кластерной /а не резонансной, например/ природы.

На рис. 1,2 приведены результаты расчета  $\langle n_g \rangle - n_s$  и  $\langle n_s \rangle - n_g$  -корреляции, а также экспериментальные дан-

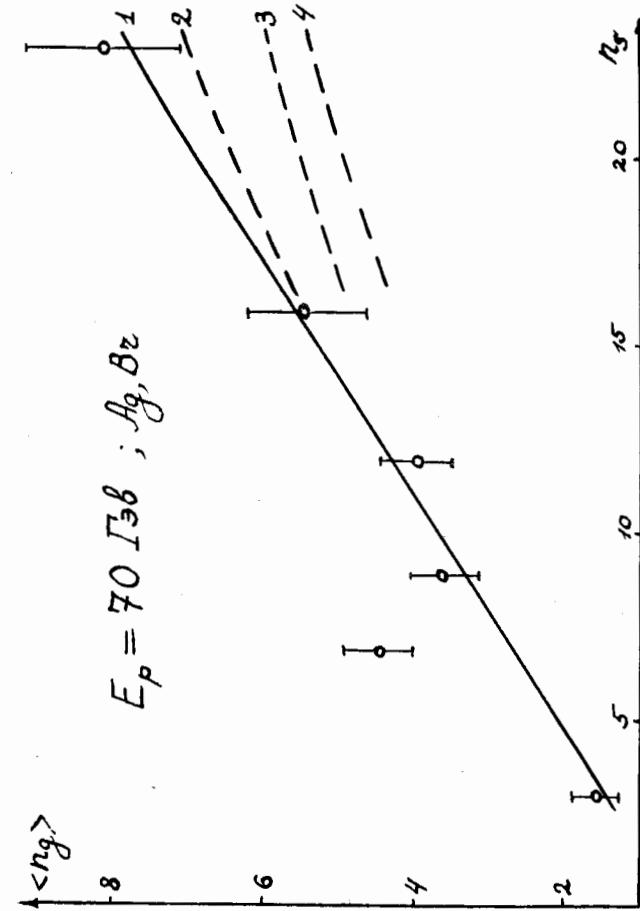


Рис. 1. Корреляция между числами  $\langle n_g \rangle$  и  $n_s$ .

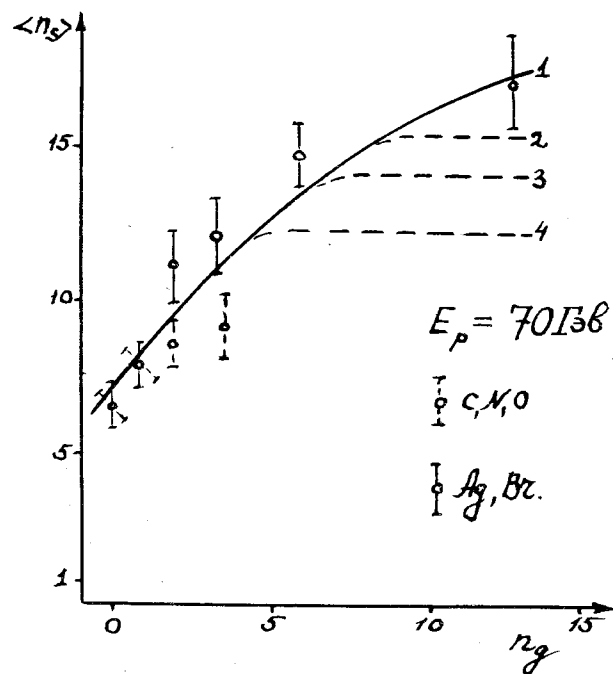


Рис. 2. Корреляция между числами  $\langle n_s \rangle$  и  $n_g$ .

ные /6/. Кривые 1,2,3 и 4 получены при значениях параметра  $a=1/3, 1/5, 1/7$  и  $1/10$ , соответственно.

Из сопоставления теоретических и экспериментальных данных видно, что согласие достигается при  $a \geq 1/5$ , т.е. уравнение состояния сгустка адронного вещества, возникающего уже при  $E_p \approx 70 \text{ ГэВ}$ , близко к ультрарелятивистскому /1/.

Разумеется, этот результат является предварительным. Для более строгих заключений необходимы уточнения как теории, так и эксперимента. Тем не менее, возможность извлечения информации об уравнении состояния адронного вещества из данных о множественном рождении в ядерной среде представляется нам вполне реальной.

Авторы признательны А.М.Балдину, Е.Л.Фейнбергу и И.В.Полубаринову за полезную дискуссию.

#### Литература

1. Б.Н.Калинкин, В.Л.Шмонин. Препринт ОИЯИ, Р2-7869, Дубна, 1974.
2. Б.Н.Калинкин, В.Л.Шмонин. Препринт ОИЯИ, Р2-7870, Дубна, 1974.
3. Б.Н.Калинкин, В.Л.Шмонин. Сообщение ОИЯИ, Р2-7871, Дубна, 1974.
4. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц. Теория поля, Москва, ГИТТЛ, 1960.
5. E.Suhonen et al. Phys.Rev.Lett., 31, N26, 1567 (1973).
6. K.M.Abdo, N.Dalkhazhav, R.A.Khoshmukhamedov, J.A.Salomov, G.S.Shabratova, K.D.Tolstov. Preprint JINR, E1-8021, Dubna, 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел  
30 января 1975 года.