

СБОРНИК ТРУДОВ

8-ая Международная научная конференция

**СОВРЕМЕННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ ФИЗИКИ И
ФУНДАМЕНТАЛЬНОЕ ФИЗИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

Казахстан, Алматы, 9-11 октября 2013 г.

АЛМАТЫ 2013

К УРАВНЕНИЮ СОСТОЯНИЯ ПЫЛЕВОЙ КОМПОНЕНТЫ ПЛАЗМЫ СЛОЖНОГО СОСТАВА

М.М. Муратов, Т.С. Рамазанов, К.Н. Джумагулова

НИИЭТФ, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

Исследование свойств пылевой плазмы является стремительно развивающимся научным направлением, привлекающим внимание многих ученых. Пылевая плазма встречается в природе (хвосты комет, кольца планет, космические туманности и др.), также пылевая плазма активно исследуется в лабораторных условиях (тероядерные установки, плазменные технологии, газовые разряды). Экспериментальных работ связанных с определением уравнения состояния пылевой плазмы не много. В связи с этим экспериментальные и теоретические исследования в области термодинамики пылевой плазмы являются актуальной задачей.

В данной работе рассчитывается поправка на взаимодействие к термодинамической функции такой как давление пылевой плазмы, с помощью радиальных функций распределения пылевых частиц.

Радиальные функции распределения определяются следующим выражением:

$$g_{\alpha\beta}(r) = \exp(-\Phi_{\alpha\beta}(r)/k_B T), \quad (1)$$

где $\Phi_{\alpha\beta}(r)$ - эффективный потенциал взаимодействия частиц сортов α и β .

В качестве потенциала взаимодействия пылинок использовался эффективный потенциал взаимодействия частиц, полученный в работах [1-2]:

$$\Phi(r) = \frac{1}{r} [Ah K_1 r + Bh K_2 r] + \frac{eZm_{ij}}{r^2}, \quad (2)$$

где h , A , B , K_1 и K_2 коэффициенты, которые определяются следующими выражениями:

$$A = 2\pi^2 e^2 Z^2 \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 - 4 \frac{\mu^2}{r_D^2}}} \right) + \frac{eZm_{ij}}{\mu} \left(1 + \frac{1 - \frac{\mu^2}{r_D^2}}{\sqrt{1 - 4 \frac{\mu^2}{r_D^2}}} \right), \quad B = 2\pi^2 e^2 Z^2 \left(1 + \frac{1}{\sqrt{1 - 4 \frac{\mu^2}{r_D^2}}} \right) + \frac{eZm_{ij}}{\mu} \left(1 + \frac{1 - \frac{\mu^2}{r_D^2}}{\sqrt{1 - 4 \frac{\mu^2}{r_D^2}}} \right),$$

$$K_{1/2} = \frac{1}{2\mu} \left(1 \pm \sqrt{1 - 4 \frac{\mu^2}{r_D^2}} \right), \quad h ar = \cos ar \pi + Si ar - Ci ar \sin ar.$$

Данный потенциал взаимодействия был получен на основе теории линейного диэлектрического отклика в приближении случайных фаз. Он описывает взаимодействие заряженных частиц, имеющих дипольный момент, с учетом эффекта экранировки на больших расстояниях.

Радиальные функции распределения представлены на рис. 1.

Давление плазмы выражается через радиальные функции распределения посредством следующей формулы [3]:

$$P = P_{id} - \frac{2\pi}{3} \int_0^{\infty} \sum_{\alpha, \beta} n_{\alpha} n_{\beta} g^{\alpha\beta} r \frac{\partial \Phi_{\alpha\beta}}{\partial r} r^3 dr, \quad (3)$$

$P_{id} = \sum_{\alpha} n_{\alpha} k_B T$ - давление идеального газа. На рис.2 приведены результаты численного моделирования и сравнения с результатами других работ. Как видно из рисунка результаты представленной работы в целом качественно согласуются с результатами компьютерного моделирования в работах [4,5], особенно с результатами [5]. В работе [5] были использованы экспериментальные данные по радиальным функциям.

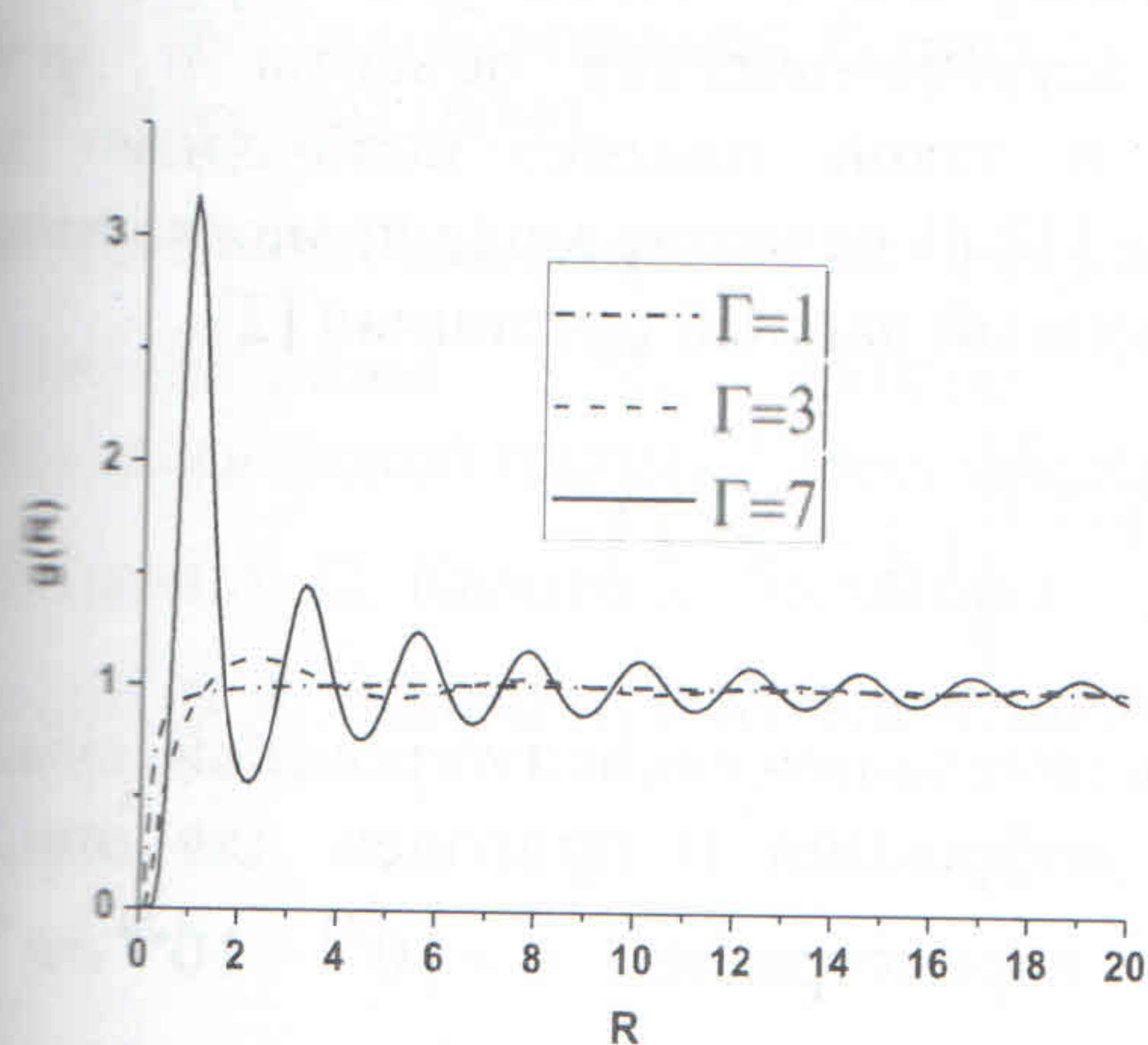


Рис.1 Радиальные функции распределения при различных значениях параметра связи, полученные по формуле (1) на основе потенциала (2)

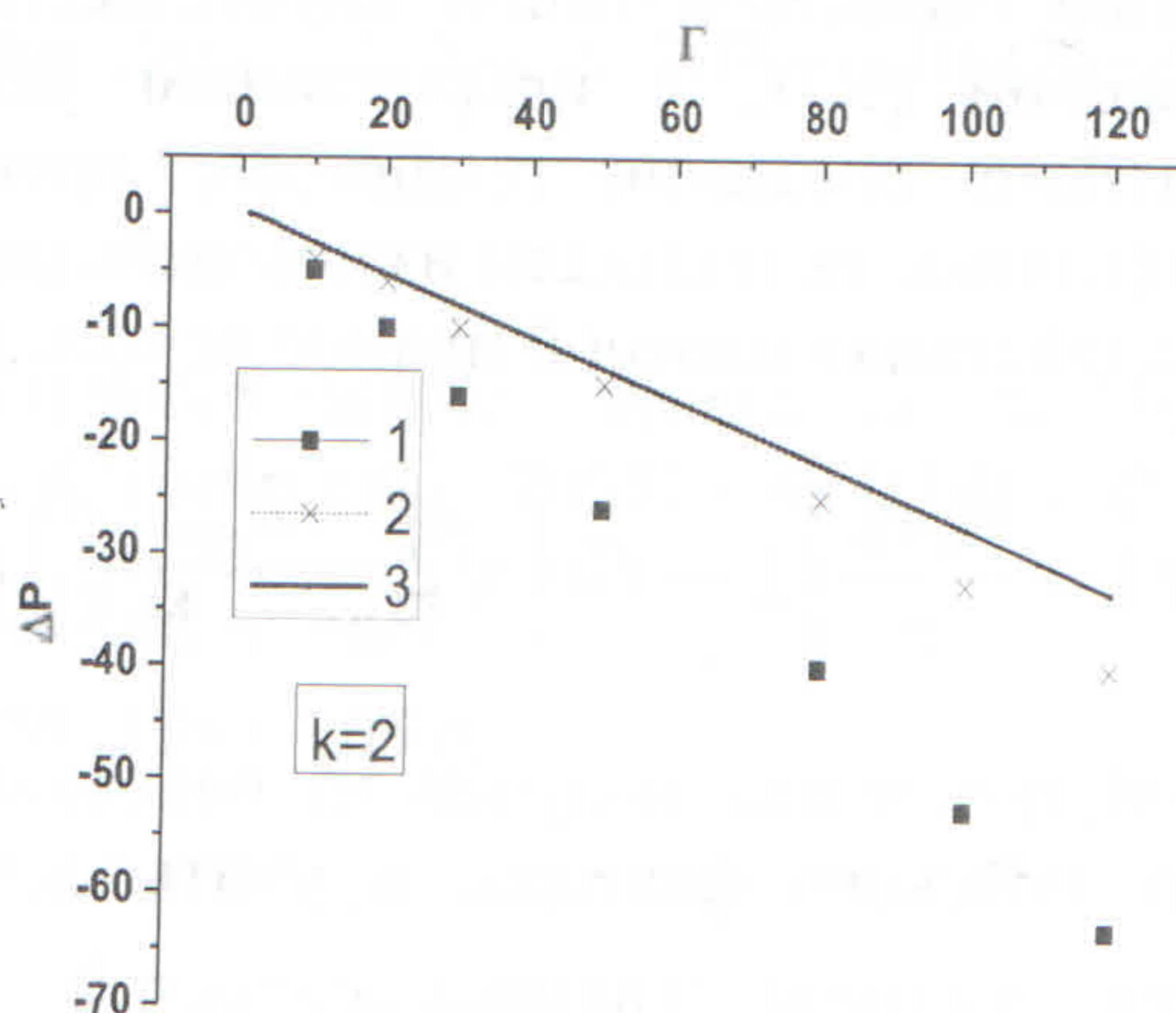


Рис.2 Поправка на неидеальность к давлению пылевой компоненты

1 – результаты работы [4], 2 - результаты работы [5], 3 – результаты данной работы

Литература

1. T. S. Ramazanov and K. N. Dzhumagulova, Effective screened potentials of strongly coupled microclassical plasma // Phys. Plasmas 9, 3758 (2002).
2. T.S.Ramazanov, Zh.A. Moldabekov, K.N.Dzhumagulova and M.M.Muratov, Pseudopotentials of the particles interactions in complex plasmas// Physics of plasmas, Vol.18, 05705 (2011).
3. Ф.Б. Баимбетов, К.Н. Джумагулова, Т.С. Рамазанов, К термодинамике неидеальной плазмы // Теплофизика высоких температур, том 33, №4, 1995
4. P.Hartman, G.J.Kalman, Z.Donko, K.Kutasi, Phys.Rev E 72, 026409 (2005)
5. T.S.Ramazanov, K.N.Dzhumagulova et al., Contrib. Plasma Phys. 49, No.1-2, 15-20 (2009)

| | |
|--|-----|
| <i>А.М. Жукешов, А.Т. Габдуллина, А.У. Амренова, С.П. Пак, Е.Д. Налибаев, М. Мухамедрыскызы, А. Кайбар</i> ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МОЩНЫХ ПОТОКОВ ПЛАЗМЫ С ПОВЕРХНОСТЬЮ УГЛЕРОДИСТОЙ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СТАЛИ | 109 |
| <i>А.М. Жукешов, А.Т. Габдуллина, А.У. Амренова, С.П. Пак</i> ОБРАБОТКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРАХ ПЛАЗМЫ | 111 |
| <i>Т.Н. Исмагамбетова, М.Т. Габдуллин</i> ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КВАЗИКЛАССИЧЕСКОЙ ПОЛНОСТЬЮ ИОНИЗОВАННОЙ ВОДОРОДНОЙ ПЛАЗМЫ | 112 |
| <i>Ж.А. Молдабеков, Т.С. Рамазанов</i> КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУХМЕРНОЙ НЕИДЕАЛЬНОЙ ОДНОКОМПОНЕНТНОЙ ПЛАЗМЫ | 114 |
| <i>М.М. Муратов, Т.С. Рамазанов, К.Н. Джумагулова</i> К УРАВНЕНИЮ СОСТОЯНИЯ ПЫЛЕВОЙ КОМПОНЕНТЫ ПЛАЗМЫ СЛОЖНОГО СОСТАВ | 116 |
| <i>Б.Т. Мутанов</i> СЕЧЕНИЯ РАССЕЙЯНИЯ ЧАСТИЦ ПЛОТНОЙ КВАЗИКЛАССИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЫ В БОРНОВСКОМ ПРИБЛИЖЕНИИ | 118 |
| <i>С.А. Оразбаев, М.Қ. Досболаев, Т.С. Рамазанов, М. Сламия</i> ЖОҒАРЫ ЖИЛІКТІ СЫЙЫМДЫЛЫҚТЫ РАЗРЯДТА ГАЗ ҚОСПАСЫНЫҢ ҚҰРАМЫНА СПЕКТРЛІК ТАЛДАУ ЖҮРГІЗУ | 119 |
| <i>Е.А. Усенов, Т.С. Рамазанов, К.Н. Джумагулова, М.К. Досболаев</i> ДИАГНОСТИКА КОМПЛЕКСНОЙ ПЛАЗМЫ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗОНДА И ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ | 121 |
| <i>Г. Ахтанова, А.З. Абельмажинов, М.Т. Габдуллин</i> ИОНИЗАЦИОННОЕ РАВНОВЕСИЕ И СОСТАВ ПЛАЗМЫ АРГОНА | 123 |
| <i>Г.Б. Ахтанова, М.Т. Габдуллин</i> СОСТАВ ПЛОТНОЙ УГЛЕРОДНОЙ ПЛАЗМЫ | 125 |
| <i>А.И. Кенжебекова, С.К. Коданова, Н.Х. Бастыкова</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ | 127 |
| <i>А.Д. Кудабаева, М.Т. Габдуллин</i> СОСТАВ ПЛОТНОЙ ЧАСТИЧНО ИОНИЗОВАННОЙ ВОДОРОДНОЙ ПЛАЗМЫ | 129 |
| <i>Т.С. Рамазанов, М.Н. Джумагулов, Л. Буфенди</i> ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПЫЛЕВОЙ ПЛАЗМЫ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО РАЗРЯДА С ПОМОЩЬЮ МНОГО УГЛОВОГО РАССЕЙЯНИЯ СВЕТА | 130 |