

# ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЫЛЕВОЙ КОМПОНЕНТЫ В ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ПЛАЗМЕ

К.Н. Джумагулова, Т.С. Рамазанов, С.К. Коданова  
НИИЭТФ, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Толе би, 96а,  
Алматы, 050012, Казахстан

Плазма с макроскопическими частицами, которые под воздействием разных причин, преимущественно потоками электронов и ионов, могут заряжаться до очень больших значений, называется пылевой плазмой. Наличие пылинок существенно сказывается на многих свойствах плазмы, в частности из-за уменьшения или увеличения (в случае термоэмиссии) концентрации электронов электропроводность может значительно измениться. Влияние пылинок также сказывается и на других процессах переноса, в том числе излучения.

Было проведено моделирование системы пылевых частиц методом ланжевеновой динамики, в рамках которого учитывается сила трения, действующая на пылевые частицы в буферном газе. В качестве потенциала взаимодействия выбран потенциал Юкава. Рассчитаны автокорреляционные функции скоростей макрочастиц:

$$A_{vv}(t) = \langle \vec{v}(t)\vec{v}(0) \rangle, \quad (1)$$

где скобки означают усреднение по ансамблю и по различным начальным моментам времени. Автокорреляционные функции скоростей были получены при различных значениях параметров связи, экранировки и трения. Отмечено, что с увеличением параметра связи время затухания уменьшается, а на кривых автокорреляционных функций появляются осцилляции, которые тем ярче выражены и дольше сохраняются, чем больше значение  $\Gamma$ . Также показано, что при одинаковых значениях параметра связи и экранировки, но разных значениях коэффициента трения осцилляции быстрее затухают для бóльших значений параметра трения. Было сделано сравнение с результатами [1,2], полученными на основе молекулярной динамики.

Давление и внутренняя энергия взаимодействия пылинок получены на основе известных термодинамических соотношений, использующих радиальные функции распределения. Эти функции также были получены с помощью данных моделирования ланжевеновой динамикой [3], а также экспериментальными методами на установке с тлеющим разрядом постоянного тока [4]. Экспериментальные данные находятся в хорошем согласии с результатами компьютерного моделирования.

## Литература

1. Z.Donkó. // Phys. Plasmas. 2000. V.7. N1. P.45.
2. Z.Donkó, P.Hartmann. // Phys.Rev.E. 2004. V.69. P.016405.
3. F.B.Baimbetov, T.S.Ramazanov, K.N.Dzhumagulova, E.R.Kadyrsizov, O.F.Petrov and A.V. Gavrikov // J.Phys.A: Math. And Gen. 2006. **39**. P.4521–4525.
4. Рамазанов Т.С., Баимбетов Ф.Б., Досболаев М.К., Денисеня М.И., Петров О.Ф., Антипов С.Н., Гавриков А.В. // Материалы Международного семинара «Экспериментальные возможности Токамака КТМ и программа исследований». Астана. 2005. с.56-57.