

Заряд пылинки и экранирование в плазме при криогенных температурах газа

С.А. Майоров¹, С.Н. Антипов², Е.И. Асиновский³,

В.Е. Фортов², А.В. Кирилин³, В.В. Марковец³, О.Ф. Петров²

¹ *Институт Общей физики Российской Академии наук, Москва, Россия*

² *Институт Теплофизики Экстремальных Состояний Российской Академии наук, Москва, Россия*

³ *Институт Высоких температур Российской Академии наук, Москва, Россия*

Рассмотрена задача зарядки пылинки в криогенном разряде, т.е. при очень низких температурах буферного газа. В экспериментах [1], выполненных при температурах жидкого гелия, азота и комнатной было показано, что понижение температуры газа приводит уменьшению радиуса экранирования и образованию более плотных пылевых структур. Динамика пылинок в плазме криогенного разряда также сильно отличается от динамики пылинок в разряде при комнатной температуре.

Из-за сильной нелинейности для задачи расчета динамики частиц плазмы вблизи пылинки предпочтительным является прямое численное моделирование из первых принципов. Интегрирование уравнений движения частиц представляет собой численный эксперимент, позволяющий получить более полную информацию, чем натурный эксперимент.

Задача исследовалась методом частиц в ячейке. Рассчитывалась динамика плазменных ионов, электронов, совместно с уравнением для электрического поля. Рассчитывалась зарядка пылинки, флуктуации ее заряда, электронная и ионная плотности вокруг нее. Исследовалась величина заряда пылинки и его флуктуации в зависимости от температуры и давления газа, а также от плотности пылевых частиц [2].

Результаты численных расчетов позволяют анализировать кинетику процессов зарядки пылинок при низких температурах газа и влияние криогенных температур на экранирование заряда пылинок и их плотность в плазменно-пылевых структурах.

1. S.N. Antipov, E.I. Asinovskii, V.E. Fortov, A.V. Kirillin, V.V. Markovets, O.F. Petrov, and V.I. Platonov //ICPIG 27, Eindhoven, the Netherlands (2005).

2. S.A. Maiorov, S.N. Antipov, E.I. Asinovskii, V.E. Fortov, A.V. Kirillin, V.V. Markovets, and O.F. Petrov // 32th European physical Society Plasma Physics Conference, Tarragona, Spain, 27 June - 1 July 2005.

Charging of dust grain and screening in plasma at cryogenic gas temperatures

S.A. Maiorov¹, S.N. Antipov², E.I. Asinovskii³,

V.E. Fortov², A.V. Kirillin³, V.V. Markovets³, O.F. Petrov²

¹ *General Physics Institute of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

² *Institute for High Energy Densities of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

³ *Institute for High Temperatures of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

The problem Cryogenic dusty plasma is a gas discharge dusty system formed at very low (cryogenic) temperatures of gas. The experiments [1] conducted with liquid nitrogen and liquid helium cooled dc glow discharges showed that “cooling” of thermal motion of ions down to cryogenic temperatures leads to decreasing of ion Debye radius and formation of super dense dust structures where density of dust grains can be of the same order as plasma density and ion Debye radius can correspond to grain size. In this case, plasma dynamics and dust charging are sufficiently different from those at room gas temperature.

Complete problem of plasma dynamics around a macroscopic body in the presence of plasma flows is highly nonlinear and therefore its numerical analysis is of major importance. Direct integration of the equations of motions of plasma particles represents a numerical experiment whose significance approaches experiments in the laboratory.

The problem was studied by using the PIC simulation method. The dynamics of plasma electrons and ions as well as the charging process of the dust grain are simulated self-consistently. Grain charge, fluctuation, distributions of electron and ion number densities, and the electrostatic plasma potential are obtained for various pressures and temperatures of gas [2].

The results of numerical simulation made it possible to analyze the kinetic processes leading to dust particle screening in a gas-discharge plasma and to verify the existing theoretical models.

1. S.N. Antipov, E.I. Asinovskii, V.E. Fortov, A.V. Kirillin, V.V. Markovets, O.F. Petrov, and V.I. Platonov //ICPIG 27, Eindhoven, the Netherlands (2005).

2. S.A. Maiorov, S.N. Antipov, E.I. Asinovskii, V.E. Fortov, A.V. Kirillin, V.V. Markovets, and O.F. Petrov // 32th European physical Society Plasma Physics Conference, Tarragona, Spain, 27 June - 1 July 2005.