

Определение параметров потенциала взаимодействия и термодинамических функций пылевых частиц в плазме по измеренным корреляционным функциям

В.С. Воробьев, А.В. Гавриков, О.Ф. Петров, В.Е.Фортов, И.А. Шахова

Институт теплофизики экстремальных состояний ОИВТ РАН, Москва, Россия

Пылевая плазма является квазинейтральной средой состоящей из ионов, электронов и заряженных микрочастиц. Огромный интерес, который проявляется в последние годы к изучению пылевой плазмы газовых разрядов, связан, в первую очередь, с тем, что частицы пыли, взаимодействуя друг с другом, могут образовывать упорядоченные структуры подобные жидкости или твердому телу. Изучение физических свойств таких сильновзаимодействующих систем, представляет, с одной стороны, интерес для фундаментальной физики, а с другой – для различных приложений.

В работе впервые с помощью интегральных уравнений теории жидкости из экспериментально измеренных парных корреляционных функций найдены заряд, радиус экранирования и потенциал взаимодействия пылевых частиц в слабокоррелированной структуре. По этим данным впервые оценены фактор сжимаемости, сжимаемость и внутренняя энергия пылевой подсистемы. Анализ найденных параметров позволяет сделать вывод, что одному из режимов состояния пылевой системы соответствует идеальный газ, а другому – плотный закритический флюид. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1. Основные параметры полученные в работе. n_d – концентрация пылевых частиц, P_g - давление аргона в вакуумной камере, R_d – радиус пылевой частицы, T_d – температура пылевой компоненты, λ_d – радиус экранирования, Z_d – заряд пылевой частицы, Γ – параметр неидеальности плазменно пылевой структуры $\Gamma = (Ze)^2 n_d^{1/2} / T_d$, Γ_1 – параметр неидеальности плазменно пылевой структуры полученный из корреляционной функции

$$\Gamma_1 = \frac{4\pi n_d}{3T_d} \int_0^\infty W(r) g(r) r^2 dr, P_d / (n_d T_d) – фактор сжимаемости, χ – изотермическая сжимаемость.$$

№ п/п	$n,$ см ⁻³	$P_g,$ Па	$R_d,$ мкм	$T_d,$ эВ	$R,$ мкм	Z_d	Γ	P/nT	Γ_1	χ
1	200	~ 25- 30	1,5 - 5	~ 0.1	87	490	2	1	<<1	1
2	3·10 ⁴	20	~ 4	~ 5	500	1320	2.5	8.5	4.6	0.2