

# ИЗОТЕРМИЧЕСКАЯ ПЫЛЕВАЯ ПЛАЗМА С ПЫЛЕВЫМИ ЧАСТИЦАМИ, ОТРИЦАТЕЛЬНО ЗАРЯЖЕННЫМИ ЭЛЕКТРОНАМИ

И.И. Климовский, Д.С. Лапицкий, А.Д. Яшков.

Объединенный институт высоких температур РАН, г. Москва.

В докладе приводятся результаты теоретического анализа потенциалов взаимодействия пылевых частиц в изотермической пылевой плазме, в которой сферические пылевые частицы заряжаются электронами. Основные допущения: радиус пылевой частицы  $R_n$  много меньше радиуса Дебая  $R_D$ ; безразмерный потенциал пылевой частицы  $\varphi_0 = \ll R_D/R_n$ ; длины свободных пробегов электронов  $\lambda_e$  и ионов  $\lambda_i$  много больше  $R_D$ . Уравнения для потенциала сферической частицы  $U(r)$  и распределений концентраций электронов  $n_e(r)$  и ионов  $n_i(r)$  заимствованы из теории электрического зонда в плазме и учитывают сток ионов и электронов на пылевую частицу.

При анализе влияния концентрации электронов  $n_e$  на потенциал взаимодействия ее величина изменялась от  $10^7$  до  $10^{12}$  см<sup>-3</sup>. Температура плазмы полагалась равной 950 К и 1500 К, отношение  $R_D/R_n = 20$ . В результате проведенных расчетов установлено, что в изотермической плазме при приведенных выше значениях  $T$  и отношениях  $R_D/R_n$  притяжение пылевых частиц реализуется во всем указанном диапазоне  $n_e$ . Причем минимум потенциальной ямы для всех  $n_e$  находится примерно на расстоянии  $R_D/R_n: \cong 1,9$ , а глубина потенциальной ямы уменьшается с ростом  $n_e$ .

Проведен анализ возможности реализации притяжения пылевых частиц в изотермической плазме паров щелочных металлов (Li, Na, K, Rb, Cs). При этом предполагалось, что переменным параметром является температуры  $T_1$  и  $T_2$ , первая из которых определяет давление насыщенных паров (концентрацию атомов  $n_a$ ), а вторая – степень их ионизации ( $n_e$  и концентрацию ионов  $n_i$ ). По известным значениям  $n_a$  рассчитывались длины свободных пробегов электронов  $\lambda_e$  и ионов  $\lambda_i$ . Область корректности расчетов определялась по условию  $\lambda_e, \lambda_i \gg R_D$ .

Расчеты проводились для диапазонов  $T_1$  и  $T_2$ , обеспечивающих изменение  $n_a$  примерно в пределах от  $10^{17}$  до  $10^{19}$  см<sup>-3</sup>, а  $n_e$  – в пределах от  $10^8$  до  $10^{12}$  см<sup>-3</sup>. Отношение  $R_D/R_n$  полагались равными 0,05 и 0,03.

На рисунке представлены потенциалы взаимодействия пылевых частиц в термической плазме паров Li и Cs для одинаковых значений  $R_n/R_D = 0,05$  и  $n_e = 10^8$  см<sup>-3</sup>. Температуры  $T_2$  для Cs и Li равны соответственно 880 и 1270 К. Видно, что для Cs глубина потенциальной ямы значительно превышает глубину потенциальной ямы для лития и составляет примерно 0,8 эВ. Отмеченное обстоятельство позволяет надеяться на реализацию притяжения пылевых частиц, по меньшей мере, в условиях микрогравитации.

