

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА И ЗАРЯДА ЧАСТИЦ В ПЫЛЕВОМ ПЛАМЕНИ МЕТАЛЛОВ ПО ЧАСТОТАМ ПЫЛЕВЫХ АКУСТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

Н.И. Полетаев, Ю.А. Дорошенко

Институт горения и нетрадиционных технологий, Одесский национальный институт имени И.И. Мечникова, ул. Дворянская, 2, 65082, Одесса, Украина, poletaev@ukr.net

В работе предложен новый способ определения размера частиц r_p и их заряда Z_p в термоэмиссионной плазме продуктов сгорания одиночных металлических частиц и их газовзвесей. Метод основан на возбуждении неустойчивости в пылевой плазме и определении частоты возникающих колебаний (или спектра колебаний). Такие колебания экспериментально наблюдались для пылевого пламени частиц Al и горящих одиночных частиц Mg, помещенных в постоянное электрическое поле [1-2]. Дополнительной информацией является температура плазмы и концентрация частиц конденсированной фазы. Эти величины могут быть определены путем независимых измерений (например, спектральными методами) или через внешние параметры задачи (например, заданную концентрацию частиц горючего в пылевом пламени).

В общем случае размер частиц и их заряд находятся из решения системы уравнений: уравнения зарядки частиц и дисперсионного соотношения $\varepsilon(\omega, k)$ для термоэмиссионной плазмы, связывающего частоту пыле звуковых колебаний с параметрами плазмы. Показано, что в случае термоэмиссионной плазмы продуктов парофазного горения металлов (Mg, Al) в свободных пламенах для оценки зарядовых чисел частиц применимо приближение орбитально ограниченного движения (OML). В предположении равенства частот пылезвуковых колебаний и собственных частот колебаний частиц продуктов сгорания ω_p получена простая система двух алгебраических уравнений для расчета заряда и размера частиц.

$$Z_p = \frac{4\pi\varepsilon_0 r_p k_B T}{e^2} \ln \frac{n_{es}}{Z_p N_p} \quad \text{и} \quad \omega_p = \sqrt{4\pi N_p Z_p^2 e^2 / m_p}$$

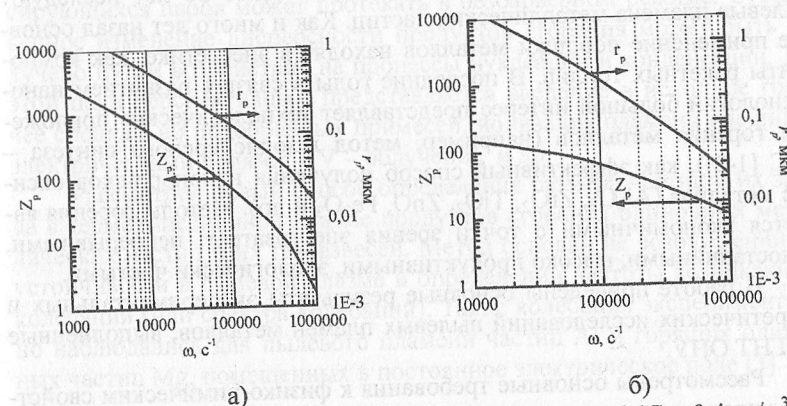
где $n_{es} = \nu_e \exp(-W/k_B T)$ - концентрация электронов вблизи поверхности частицы, $\nu_e = 2(m_e k_B T / 2\pi\hbar^2)^{3/2}$ - эффективная плотность

состояний электронов, W - работа выхода электронов из оксида металла. Счетная концентрация частиц N_p для ламинарного пылевого пламени частиц металла однозначно связана с массовой концентрацией частиц горючего

$$(C) \quad N_p = C_f \xi / m_p,$$

где ξ - стехиометрический коэффициент реакции окисления металла, $m_p = 4/3 \pi r_p^3 \rho_p$, ρ_p - плотность оксида металла.

Построены расчетные зависимости размера частиц и их заряда от частоты колебаний.



а) - ламинарный диффузионный факел частиц Al ($C_f = 0.4 \text{ кг/м}^3$, $T = 3200 \text{ K}$)
б) одиночная частица Mg ($N_p = 5 \cdot 10^{17} \text{ м}^{-3}$, $T = 2600 \text{ K}$, $W = 3.5 \text{ эВ}$).

Литература:

1. Poletaev N. I. On a Possibility of the Existence of Dusty Plasma Oscillation in the Front of an Aluminum Particle Flame / Poletaev N. I., Florko A. V., Doroshenko Yu. A., Polishchuk D. D. // *Ukrainian Journal of Physics*. - 2008. - v.53, № 11. - p. 1066 - 1074.
2. A.V. Eremina, N.I. Poletaev, A.V. Florko. About possibility of the excitation acoustic waves in magnesium particles combustion zone // XXIII Conference of UUC countries "Dispersed Systems". Abstracts. - 2008. - Odessa. - p. 131 - 132.