

А. Ф. Иванников, Л. А. Уварова, И. В. Кривенко
(Москва, МГТУ «СТАНКИН»; Тверь ТГТУ). **Теплоперенос в дисперсной системе, находящейся под воздействием лазерного излучения.**

В настоящей работе рассмотрено поглощение лазерного излучения сферическими дисперсными частицами. Использованы аппарат теории Ми и методы теории представления групп. Исследовано тепловое поле, возникающее внутри частицы. Рассмотрено сближение пары частиц.

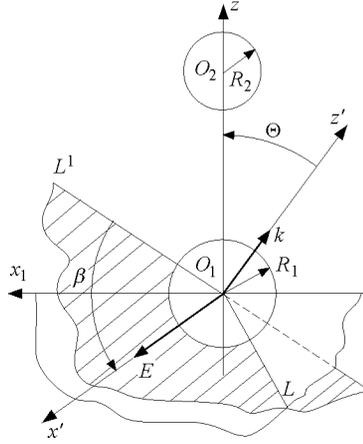


Рис. 1. Система двух сферических частиц

Две сферические частицы радиусов R_1 и R_2 находятся на расстоянии $O_1O_2 = R$ друг от друга (рис. 1). Предполагается, что волновой вектор плоской монохроматической электромагнитной волны направлен под произвольным углом Θ к линии, соединяющей центры частиц. Поле, внешнее по отношению к данной частице, рассматривается как сумма внешнего электромагнитного поля и поля, рассеянного на соседней частице.

Целью настоящего исследования является нахождение квадрата амплитуды электрического вектора в любой точке внутри частицы (поскольку тепловой источник связан с квадратом амплитуды $|\vec{E}|^2$). Полученные выражения для $|\vec{E}|^2$ представляют собой суммы бесконечных рядов с коэффициентами $D_{lm}^{(j)}$, выражения для которых имеют вид:

$$D_{lm}^{(j)} = B_{lm}^{(j)} f_l^{(j)}, \quad l, m = 0, 1, \dots$$

$$f_l^{(j)} = \frac{\tilde{n}^{(j)} [\zeta_l^{(1)}(q_j) \phi_l(q_j) - \zeta_l^{(1)}(q_j) \phi_l'(q_j)]}{\phi_l'(\tilde{n}^{(j)} q_j) \phi_l(q_j) - \phi_l(\tilde{n}^{(j)} q_j) \phi_l'(q_j) \tilde{n}^{(j)}}, \quad l = 1, 2, \dots,$$

$$B_{00}^{(1)} = g_0^{(1)} = \frac{e^{ik^{(0)}R}}{k^{(0)}R} \left\{ - \sum_{n=0}^{\infty} g_n^{(2)} \frac{2n+1}{n(n+1)} (-1)^n L_{10}^n e^{ik^{(0)}R \cos \tilde{\theta}} + \frac{e^{ik^{(0)}R}}{k^{(0)}R} \sum_{n=0}^{\infty} g_n^{(1)} \frac{2n+1}{n(n+1)} L_{10}^n \sum_{k=0}^{\infty} g_k^{(2)} (2k+1) i^{-1} (-1)^k \right\} \\ \times \left\{ 1 + \frac{e^{i2k^{(0)}R}}{k^{(0)}R} \sum_{n=0}^{\infty} g_n^{(2)} (2n+1) (-1)^k \sum_{k=0}^{\infty} g_k^{(1)} (2k+1) (-1)^k \right\}^{-1}.$$

Полученные выражения исследованы на экстремум. Найдены параметры, при которых $|\vec{E}|^2$ имеют максимальное значение. Проведены модельные расчеты в среде Matlab. При определенной частоте падающей электромагнитной волны знаменатели

коэффициентов поглощения обращаются в нуль и величина $|\vec{E}|^2$ резко возрастает. В этом случае возникает сильный разогрев частицы, что приводит к тепловому взрыву.

Рассмотрен теплоперенос в системе двух сферических частиц. В бисферической системе координат решено уравнение теплопроводности с источником тепла. Средние значения тепловых источников, инициированных лазерным излучением приведены в работе.

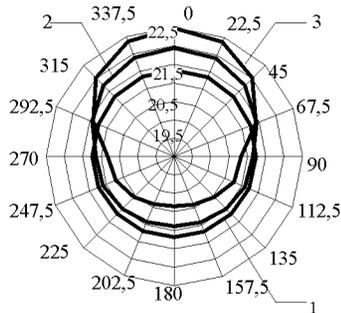


Рис. 2. Распределение температуры внутри частицы водного аэрозоля

Для сравнения на одной диаграмме (рис. 2) показаны распределения температур для значений $r_1 = 0,1R$ (кривая 1), $r_2 = 0,5R$ (кривая 2), $r_3 = R$ (кривая 3). При малом значении радиуса рассматриваемого сечения (10% от радиуса частицы) диаграмма представляет собой практически окружность, а с ростом r диаграммы «вытягиваются» по направлению к соседней частице.

Проведенные модельные расчеты позволяют найти условия, при которых возникает резкий разогрев дисперсных частиц под воздействием лазерного излучения с учетом влияния соседних частиц.

Работа поддержана РФФИ. Грант № 06-01-00-548-а.