

ЛОКАЛЬНО-ТЕРМИЧЕСКИЙ ЛАЗЕРНЫЙ НАГРЕВ ТОНКИХ СИТАЛЛОВЫХ ПЛАСТИН

Д.Я. Каранчук

Могилевский государственный университет продовольствия

При формировании микролинзовых элементов на основе ситаллов особый интерес представляет локально-термический нагрев пластин до температуры плавления T_n , с последующим плавлением и быстрым охлаждением без их разрушения. При заданных теплофизических и механических параметрах материала и ограничении температуры поверхности в зависимости от толщины пластины возникают задачи о выборе плотности мощности излучения CO_2 лазера и времени воздействия. В случае непрерывного излучения с целью упрощения задачи о нахождении температуры ниже ограничимся только рассмотрением теплопроводности.

Формулы, при указанных допущениях полученные из решения краевой задачи теплопроводности, пригодны для анализа тепловых процессов в начальной стадии нагрева.

В случае неподвижного образца решение краевого уравнения теплопроводности имеет вид [1]:

$$T(0, 0, t) = \frac{g_0 r_0}{\kappa_T \sqrt{\pi}} \operatorname{arctg} (4\alpha t / r_0^2)^{1/2} \quad (1)$$

Выражение (1) описывает распространение теплоты в полубесконечном слое вещества, ограниченном плоскостью $z = 0$, на который падает лазерное излучение. Пространственный профиль лазерного пучка соответствует гауссовому распределению плотности светового потока. Использована модель мгновенного точечного источника на поверхности в центре облучаемого пятна. Тогда для стационарного состояния ($t \rightarrow \infty$):

$$T(0, 0, \infty) = \sqrt{\pi} g_0 r_0 / (2\kappa_T) \quad (2)$$

Для ситалла СТ 50-1 коэффициент теплопроводности $\kappa_T = 1,45$ Вт/м·К, температуропроводность $\alpha = \kappa_T / \rho c = 6,5 \cdot 10^{-7}$ м²/с. В случае плотности мощности в центре гауссового распределения $g_0 = 5 \cdot 10^5$ Вт/м² и температуры подогрева образца $T_n = 973$ К и радиусом светового пятна $r_0 = 2 \cdot 10^{-3}$ м, подставляя значения параметров (при $\Delta T = T_n - T_n = 600$ К), получим $t = 2,73$ с.

Сравнение вычислений с экспериментом показывает, что приведенный метод пригоден для оценочных расчетов необходимого времени воздействия.

1. Рэди Дж. Действие мощного лазерного излучения. М.: Мир, 1974. 467 с.