

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ МОЩНОСТИ ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ МИКРОЛИНЗОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ТОНКИХ СИТАЛЛОВЫХ ПЛАСТИНАХ

Каранчук Д.Я., Пусовская Т.И.

Могилевский государственный университет продовольствия
г. Могилев, Республика Беларусь

Особый интерес представляет локально-термический нагрев термически тонких ситалловых пластин без их разрушения, часто встречающийся на практике при формировании микролинзовых элементов.

Распределение температурных полей при воздействии непрерывным излучением с постоянной поглощаемой плотностью мощности излучения q_0 в центре светового пятна гауссового профиля удобно проводить по формуле

$$\theta(\eta, \tau, \sigma) = \int_0^{\tau} \frac{d\tau'}{\tau' + 1} \exp[-\sigma\tau' - \eta^2 / (\tau' + 1)], \quad (1)$$

где $\eta = r/r_0$, $\sigma = k^2 r_0^2 / 4$, $\tau = 4at / r_0^2$, $\tau' = 4at' / r_0^2$.

$$\theta(\eta, \tau, \sigma) = (4K_T H / q_0 r_0^2) T(r, t, K^2), \quad (2)$$

$$K^2 = 2D / K_T H.$$

При предельных значениях переменных

$$\theta(\eta, \tau, 0) = E_1[\eta^2 / (1 + \tau)] - E_1(\eta^2), \quad (3)$$

где E_1 – интегральная показательная функция.

В центре нагреваемого пятна

$$\theta(0, \tau, \sigma) = e^{-\sigma} \{E_1[\sigma(\tau + 1)]\}. \quad (4)$$

Стационарные величины при малых σ определяются выражениями

$$\theta(0, \infty, \sigma) = -\gamma - \ln \sigma,$$

где $\gamma \approx 0,577$ – постоянная Эйлера, при больших σ : $\theta(0, \infty, \sigma) = 1 / \sigma$.

Рассчитаем плотность мощности излучения q_0 , необходимую для нагрева поверхности термически тонкой ситалловой пластины СТ-50-1 в стационарном состоянии в центре гауссового пятна до температуры плавления $T_n = 1573K$. Из равенства $\theta = -\gamma - \ln \sigma$ и формулы (2) при $D = 5 \text{ Вт} / \text{ м}^2 \cdot \text{ град}$, толщине пластины $H = 6 \cdot 10^{-4} \text{ м}$, коэффициенте теплопроводности $K_T = 1,45 \text{ Вт} / \text{ м} \cdot K$, температуропроводности $a = 6,5 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2 / \text{ с}$, температуре подогрева образца $T_n = 973K$, радиусе светового пятна $r_0 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ получаем $q_0 = 2,6 \cdot 10^5 \text{ Вт} / \text{ м}^2$. Полученное значение качественно согласуется с экспериментальными данными.