

УДК 539.3

Н.Гашин, Ю.Гладь

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ ДЖЕРЕЛ ПОСТІЙНОЇ ПОТУЖНОСТІ ДЛЯ НАГРІВАННЯ КІЛЬЦЕВОГО ДИСКА

В реальних виробничих умовах нагрівання кільцевих дисків з метою несилової посадки на відповідний вал часто здійснюється з використанням теплових джерел постійної питомої потужності. Такими є печі з електричним чи газовим нагрівом постійної інтенсивності по області і в часі. Їх перевага в тому, що в піч завантажується зразу ціла партія дисків без урахування їх конфігурації, розмірів та внутрішнього розташування. Використовуючи піч, яка реалізує такий режим, можна суттєво зекономити час реалізації посадки для значної кількості дисків.

В даній роботі визначається необхідна питома потужність теплових джерел, що є постійною в часі і по області, яка створює за час нагріву необхідне збільшення радіуса диска для здійснення його посадки на круглий вал.

Нехай кільцевий диск товщиною $2h$ і радіусами внутрішнього та зовнішнього контурів R_1 і R_2 відповідно нагрівається протягом заданого часу τ рівномірно розподіленими по всьому об'єму диска тепловими джерелами постійної питомої потужності W . Потрібно знайти таке значення питомої потужності джерел W , дія яких протягом заданого часу приведе до збільшення внутрішнього радіуса диска наперед задану величину u_0 .

Для розв'язку поставленої задачі підемо шляхом, який використовувався у попередніх роботах: застосуємо відомі рівняння рівноваги елементарної ділянки пружного тіла, геометричні співвідношення та фізичні залежності для матеріалу моделі Максвелла. Для знаходження температурного поля запишемо рівняння теплопровідності

$$\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{\partial T}{r \partial r} - m^2 T + \frac{W}{\lambda} - \frac{1}{a} \dot{T} = 0$$

в якому T - середня по товщині диска температура, W - стала питома потужність теплових джерел, u - радіальне переміщення, $m^2 = \frac{\alpha}{\lambda h}$, α - коефіцієнт тепловіддачі на поверхнях диска $z = \pm h$, λ - коефіцієнт теплопровідності матеріалу диска, a - коефіцієнт температуропровідності

Через те, що $W = const$, то розв'язок рівняння, знайдений методом розділення змінних, після задоволення граничних і початковим умовам, для температури T має вигляд

$$T = \sum_{v=1}^{\infty} \frac{P_v}{\lambda_v^2} \left(1 - e^{-\lambda_v^2 \tau} \right) \left[M J_0(l_v r) + Y_0(l_v r) \right], \quad \text{де} \quad P_v = \frac{W}{\lambda_g} N_v, \quad \lambda_v^2 = l_v + m^2,$$

Остаточний розв'язок, що визначає необхідну сталу потужність теплових джерел визначається за формулою

$$W = \frac{u_0 \lambda}{\alpha a} \sum_{v=1}^{\infty} \frac{1}{N_v \left(e^{-\lambda_v^2 \tau} u_1 + e^{-\tau_n^{-1} \tau} u_2 + e^{-A \tau} u_3 + e^{(-\tau_n^{-1} + A) \tau} u_4 + e^{(\tau_n^{-1} - A) \tau} u_5 + u_6 \right)},$$

де величини u_i є сталими і визначаються за складними залежностями, які враховують геометрію та властивості матеріалу.