

ВИЗНАЧЕННЯ ПРУЖНИХ ПОЛІВ НАПРУЖЕНЬ У ТОНКІЙ ПЛАСТИНІ ВІД РУХОМОГО НОРМАЛЬНО РОЗПОДІЛЕНОГО ДЖЕРЕЛА ТЕПЛА
 DETERMINING THE ELASTIC STRESS FIELDS IN THIN PLATES FROM MOVING NORMALLY DISTRIBUTED SOURCE OF HEAT

Клименко В.А., ст. викладач, СумДУ, Суми
 Klimenko V.A., lecturer, SumSU, Sumy

У даній роботі пропонується метод визначення статистичних залежностей тимчасових пружних полів напружень у нескінченній тонкій пластині, обумовлених рухомим нормально розподіленим джерелом тепла.

Температурне поле від рухомого нормально розподіленого джерела в тонкій пластині (в рухомій системі координат, пов'язаної з джерелом тепла), для випадку граничного стану сталих температур, визначиться наступним виразом:

$$T(x, y) = \frac{q}{4\pi\lambda S} \cdot \exp\left(-\frac{v\left(x - \frac{v}{4ak}\right)}{2a}\right) \cdot \int_0^{\infty} \frac{\exp\left(-\frac{v^2}{4a}\left(t + \frac{1}{4ak}\right) - \frac{\left(x - \frac{v}{4ak}\right)^2 + y^2}{4a\left(t + \frac{1}{4ak}\right)}\right)}{t + \frac{1}{4ak}} dt$$

де: v - швидкість переміщення джерела тепла, м/с;

x, y - рухомі координати точок (координата x - по лінії переміщення джерела тепла; попереду джерела - $x > 0$, позаду $x < 0$; координата y - перпендикулярно лінії переміщення джерела тепла), м.

q - ефективна теплова потужність джерела тепла, Вт;

$a = \frac{\lambda}{c\gamma}$ - коефіцієнт температуропровідності, м²/с;

λ - коефіцієнт теплопровідності, Вт/м·°K;

c - теплоємність матеріалу, Дж/кг·°K;

γ - щільність матеріалу, кг/м³;

S - товщина пластини, м;

t - проміжок часу від моменту початку дії джерела тепла, с;

r - відстань від центру плями нагрівання до точки пластини, м;

k - коефіцієнт зосередженості питомого потоку тепла, м⁻².

Радіальні і тангенціальні напруження визначаються після деяких перетворень за формулами:

$$\sigma_r = -\frac{\alpha E}{r^2} \cdot \int_0^r T(r) \cdot r dr \quad \sigma_\theta = -\alpha \cdot T(r) \cdot E + \frac{\alpha E}{r^2} \cdot \int_0^r T(r) \cdot r dr$$

E - модуль пружності Юнга, Па; r - відстань від осі джерела тепла, м.

Переходячи до декартових координат, а також здійснюючи граничний перехід отримуємо σ_x і σ_y .

Розрахункові значення деформацій $\varepsilon_x, \varepsilon_y$ визначаються за формулами:

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E}(\sigma_x - \nu\sigma_y) \quad \varepsilon_y = \frac{1}{E}(\sigma_y - \nu\sigma_x)$$

де ν - коефіцієнт Пуассона ($\nu = 0, 3$).

Графіки розподілу температури T , а також розподіл продольних та поперечних пружних деформацій в поперечних перерізах зразка мають вид:

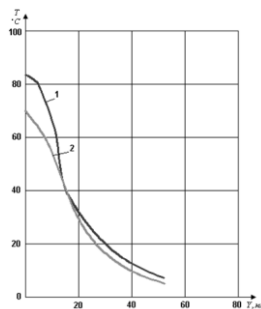


Рисунок 1 – Розподіл температур T °

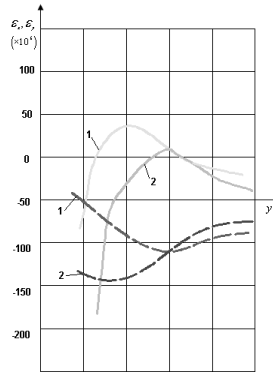


Рисунок 2 – Розподіл пружніх деформацій $\mathcal{E}_x, \mathcal{E}_y$

Список літератури

1. Н.Н. Рыкалин. Расчеты теплових процессов при сварке. М: Машгиз, 1951.-268 с.
2. А.И. Кедров. Термомеханический способ снижения собственных остаточных напряжений. –Труды Всесоюзного научно-исследовательского института железнодорожного строительства и проектирования. М: Транжелдориздат, 1950, Вып. 2, с. 40-76.