УДК 536.2

В. Михайлишин, Г. Семенишин
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

НЕСТАЦІОНАРНЕ ТЕМПЕРАТУРНЕ ПОЛЕ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ ПРИ ЇЇ ЛОКАЛЬНОМУ ПОВЕРХНЕВОМУ НАГРІВІ

При виготовленні циліндричних втулок, які широко використовуються в різних механізмах, в тому числі приводних ланцюгах ланцюгових передач, використовується така технологічна операція, як термічна обробка. Одним з видів термічної обробки є локальний поверхневий нагрів, з допомогою якого забезпечується нерівномірна твердість втулки по кутовій координаті. Для вибору оптимальних режимів нагріву важливо знати температурне поле, яке виникає в процесі проведення технологічної операції та після її завершення.

Розглядається задача нагріву нескінченно довгої циліндричної оболонки зовнішнім середовищем, яке локалізоване в області $|\varphi| \le \alpha$ на протязі часу τ_0. Вважається, що температура зовнішнього середовища в області нагріву є заданою, симетричною відносно площини $\varphi = 0$ функцією. За межами області локалізації нагріву температура зовнішнього середовища постійна і дорівнює t_0^+. Після завершення нагріву відбувається остигання конструкції при температурі зовнішнього середовища t_0^+. На першому етапі задача зводиться до такої задачі Коші відносно інтегральних характеристик температури T_1 і T_2

$$\frac{1}{R^2}\frac{\partial^2 T_1}{\partial \varphi^2} - \frac{1}{a}\frac{\partial T_1}{\partial \tau} - \frac{4}{h^2}\ \mu_1 T_1 + \mu_2^* T_2\ = -\frac{2}{h^2}\left[\theta_1 +\ \mu_1 + \mu_2^*\ \sum_{n=1}^{\infty} t_{cn}^+ cos(n\varphi)\right],$$

$$- -\frac{1}{R^2}\frac{\partial^2 T_2}{\partial \varphi^2} - \frac{1}{a}\frac{\partial T_2}{\partial \tau} - \frac{12}{h^2}\left[\ 1 + \mu_1\ \ T_2 + \mu_2^* T_1\right] = -\frac{6}{h^2}\left[\theta_2 +\ \mu_1 + \mu_2^*\ \sum_{n=1}^{\infty} t_{cn}^+ cos(n\varphi)\right],$$

$$\theta_1 = t_{c0}^+(\mu_1 + \mu_2^*) + t_0^-(\mu_1 - \mu_2^*),\ \theta_2 = t_{c0}^+(\mu_1 + \mu_2^*) - t_0^-(\mu_1 - \mu_2^*),$$

$$T_1 = t_0^+,\ T_2 = 0 \text{ при } \tau = 0.$$

Отримано наступний розв'язок цієї задачі

$$T_1 = C_1 e^{r_1 \tau} + C_2 e^{r_2 \tau} + \frac{A_1}{2\Delta} + \sum_{n=1}^{\infty}\left[B_{1n} + D_{1n} e^{\tilde{r}_{1n}\tau} + D_{2n} e^{\tilde{r}_{2n}\tau}\right] cos(n\varphi),$$

$$T_1 = -\frac{1}{\mu_2^*}\left[C_1 e^{r_1\tau}\left(\mu_1 + r_1\frac{h^2}{4a}\right) + C_2 e^{r_2\tau}\left(\mu_1 + r_2\frac{h^2}{4a}\right)\right] + A_2 +$$

$$+\sum_{n=1}^{\infty}\left\{B_{2n} - \frac{1}{\mu_2^*}\left[D_{1n} e^{\tilde{r}_{1n}\tau}\left(\mu_1 + r_1\frac{h^2}{4a}\right) + D_{2n} e^{\tilde{r}_{2n}\tau}\left(\mu_1 + r_2\frac{h^2}{4a}\right)\right]\right\} cos(n\varphi),$$

де $C_1,\ C_2,\ B_{1n},\ B_{2n},\ D_{1n},\ D_{2n},\ A_1,\ A_2,\ r_1,\ r_2$ - відомі константи, які визначаються через теплофізичні характеристики матеріалу, температури зовнішнього середовища та параметри джерела нагріву. Отримано аналітичний розв'язок задачі і на етапі остигання конструкції. В якості початкової температури для цієї задачі використовується знайдений розв'язок попередньої задачі для моменту τ_0. Отримані результати можуть бути використані для оптимізації технологічного процесу нагріву.