

УДК 621.81:658.5.011.46

Ю. Коровайченко, М. Черновол, Н. Тончева

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"

ПОКАЗНИКИ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ДЕТАЛЕЙ НАПЛАВЛЕННЯМ

© Коровайченко Ю., Черновол М., Тончева Н., 2004

Thermal processes at restoration of details by means of building of metal are presented.

Теплові процеси при відновленні деталей типу тіл обертання наплавленням призводять до нагрівання різних ділянок деталі у широкому діапазоні температур і відповідних структурних перетворень та формування зон термічного впливу в основному металі деталі. Стан структури цих зон, їх кількість, взаєморозташування та напружений стан на їх межах є визначальними чинниками експлуатаційних показників відновленої деталі.

В процесі високотемпературного відновлення, рух точкового джерела теплоти, що безперервно діє на поверхні кругового циліндра по гвинтовій лінії і його теплового поля визначається рівнянням в замкненій формі, якщо допустити, що теплота поширюється тільки у напрямку радіуса та твірної циліндра [1]. Це допущення справедливе стосовно потужного швидкорухомого джерела теплоти. Рівняння температурного поля, що отримане у межах лінійної теорії теплопровідності, має вигляд:

$$T = \frac{2g}{VRc_{\rho}} \Phi\left(\frac{r}{R}, \tau_n\right) \frac{e^{-x/(4\alpha_n) - bt_n}}{\sqrt{4\pi\alpha t_n}} \quad (1)$$

де g — потужність джерела теплоти; V — лінійна швидкість руху джерела теплоти; r — відстань від осі циліндра до джерела теплоти; N — кількість проходів джерела; c_{ρ} — об'ємна теплоємність теплопровідного тіла; α — коефіцієнт поверхневої теплопередачі; X_n — відстань по твірній від джерела на n -му проході до точки, що розглядається; a — коефіцієнт температуропроводності; t_n — час на n -му проході, що пройшов з моменту перетину джерелом теплоти твірної циліндра, на якому розташована питома точка; $\Phi(r/R, \tau_n)$ — функція, що враховує розподіл тепла по радіусу циліндра

$$\Phi\left(\frac{r}{R}, \tau_n\right) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\int_0^{\left(\mu_k \frac{r}{R}\right)} \mu_k^{\frac{2}{k}} \alpha / R^2}{\int_1^{\infty} (\mu_k)} \quad (2)$$

де μ_k — корені рівняння; \int_0^{\dots} , \int_1^{\dots} — функції Бесселя першого порядку від дійсного аргументу;

$\tau_n = (\alpha t_n) / R^2$ — безрозмірний критерій часу знаходження точок вище від відносної температури при наплавленні вздовж твірної циліндра (t_n — час дії джерела тепла з моменту початку процесу наплавлення); $b = 2\alpha / c_{\rho} R$.

Під час наплавлення джерело теплоти переміщується в тілі та разом з ним переміщується температурне поле (рис. 1).

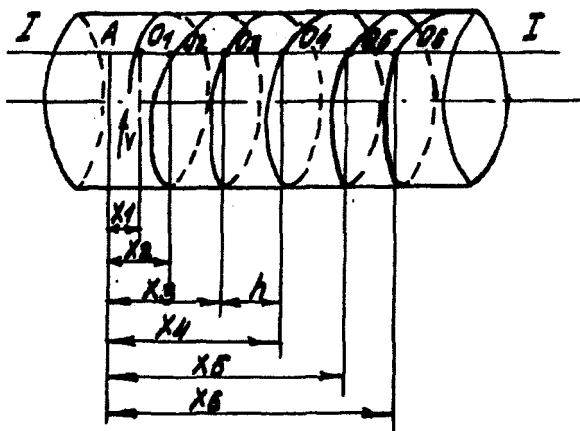


Рис. 1. Схема руху джерела тепла при наплавленні тіла обертання

Відомо [2], що максимальні значення температури досягаються в різний час в точках, що розташовані від джерела тепла на різних відстанях X . Час досягнення максимумів залежить від відстані та поверхневої теплопередачі.

В таблиці та на рис. 2 подані розрахункові дані та термічні цикли для точок, віддалених від джерела теплоти на $X = 8, 10, 12, 14$ мм при $r = R$ для всіх точок. Розрахункові цикли отримані для потужності $g = 968$ кал./сек.

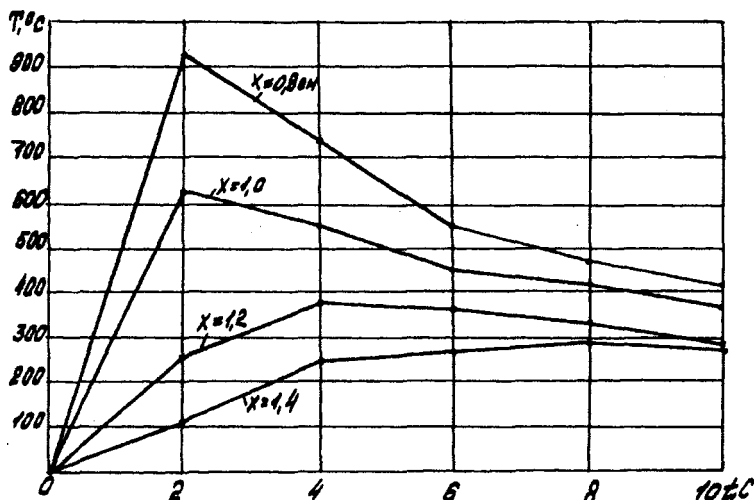


Рис. 2. Термічні цикли для точок $X = 8, 10, 12$

Розрахункові дані теплових процесів при наплавленні тіла обертання

$X, \text{ мм}$	$t, \text{ с}$	$\Phi(r/R, \tau_n)$	$\frac{e^{-x_n/(4\alpha_n t_n)} - b t_n}{\sqrt{4\pi\alpha_n t_n}}$	$T, \text{ }^\circ\text{C}$
1	2	3	4	5
8	2	2,5	1,02	917
	4	1,7	0,5	723
	6	1,4	0,27	477
	8	1,3	0,26	428
	10	1,2	0,21	421

1	2	3	4	5
10	2	2,5	0,17	623
	4	1,7	0,22	548
	6	1,4	0,22	455
	8	1,3	0,22	419
	10	1,2	0,21	387
12	2	2,5	0,07	267
	4	1,7	0,15	374
	6	1,4	0,12	372
	8	1,3	0,12	343
	10	1,2	0,12	293
14	2	2,5	0,03	110
	4	1,7	0,11	249
	6	1,4	0,13	268
	8	1,3	0,15	290
	10	1,2	0,15	284

Характер зміни температури в точці А при різних положеннях джерела тепла для наплавлення з кроком $h = 3$ мм показаний на рис. 3.

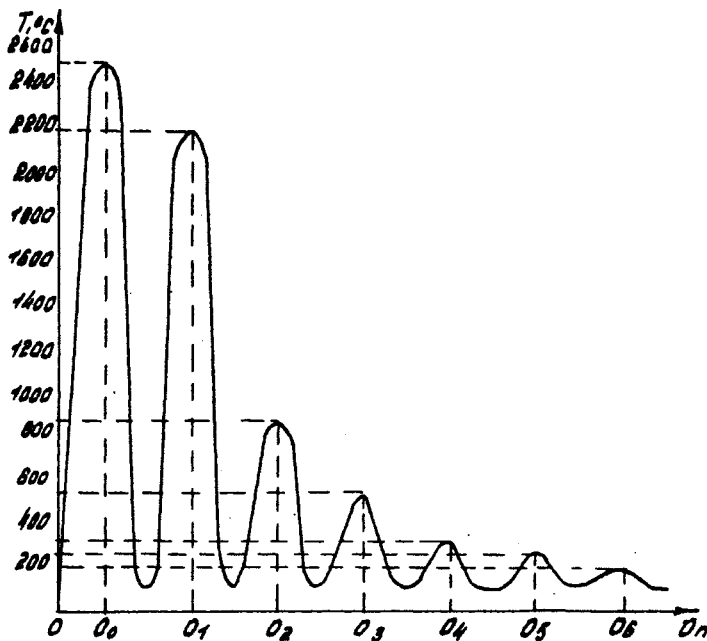


Рис. 3. Характер зміни температури в точці А

В точці А температура тіла безперервно змінюється внаслідок впливу кожного наступного перетину джерелом теплоти площини I—I, в якій знаходиться точка А. Метал у точці А послідовно нагрівається вище від температури плавлення на перших двох кроках, до 890 °С при третьому, до 468 °С при четвертому, до 287 °С при п'ятому перетині площини I—I джерелом теплоти.

Під час всіх перетинів метал має певні структурні перетворення, що позначається на його наступних властивостях, тому попередні розрахунки теплових процесів при наплавленні дають змогу визначити характер і технологію подальших термічних обробок для забезпечення експлуатаційних властивостей відновлених деталей на рівні нових.

1. Теория сварочных процессов / В.Н. Волченко, В.М. Ямпольский, В.А. Винокуров и др.; Под ред. В.В. ФРОЛОВА. — М., 1988. 2. Рыкалин Н.Н. Расчеты тепловых процессов при сварке. — М., 1961.