

УДК 539.4.015:539.43

Пужаєнко Н.В.¹, Беженов С.О.²

¹ студ. гр. БАДз-213 НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

**ВПЛИВ ФОРМИ ТЕРМІЧНО МАСИВНИХ ВИРОБІВ З
ХРОМОНІКЕЛЕВИХ СТАЛЕЙ НА ПАРАМЕТРИ ЕФЕКТИВНОСТІ
ПРОЦЕСІВ ЇХ НАГРІВАННЯ ПРИ ТЕРМІЧНІЙ ОБРОБЦІ**

Хромонікелеві сталі, маючи у своєму складі від 15 до 22% хрому, є корозійностійкими, жаростійкими та жароміцними. Наявність в них нікелю в

кількості від 8 до 12% сприяє одержанню аустенітної структури, що характеризується високою технологічністю при операціях гарячого та холодного деформування. У загартованому стані хромонікелеві сталі мають низьке відношення границі плинності до границі міцності. Однак рівномірність фізичних властивостей у значній мірі залежить від рівномірності температурного поля, що утворюється в процесі нагрівання виробу до заданих температур. Гострою стає така проблема, якщо нагріваються термічно масивні тіла з достатньо великим внутрішнім термічним опором ($Bi > 0,5$).

Метою дослідження є аналіз впливу форми виробів з хромонікелевих сталей на параметри ефективності нагрівання термічно масивних виробів з урахуванням кінцевої нерівномірності температурного поля уздовж перерізу виробів, а також енерговитрат і витрат часу на здійснення технологічної операції нагрівання.

Досліджували процес нагрівання виробів циліндричної та пластинчастої форми хромонікелевих сталей від початкової температури $t_0 = 20^\circ\text{C}$ до температури гартування сталей такого класу ($t_{|x/L=1} = 1100^\circ\text{C}$) з різними режимами теплообміну. Розглядали процес перенесення теплоти теплопровідністю від поверхні виробу необмеженої довжини до його центру за незмінних умов зовнішнього теплообміну, що є нестационарною одномірною задачею з граничними умовами III-го роду.

Варіювали інтенсивність процесу підведення теплової енергії до поверхні виробів, що характеризується значенням сумарного коефіцієнта тепловіддачі α_Σ , та величину температурного напору на поверхню виробу, що характеризується значенням безрозмірного температурного критерію $\Theta_{|x/L=1} = (t_h - t_{|x/L=1}) / (t_h - t_0)$, де t_h – температура зовнішнього теплоносія.

Ефективність процесу симетричного нагрівання оцінювали за такими параметрами: нерівномірність розподілу температур уздовж перерізу виробів $\Delta t = t_{|x/L=1} - t_{|x/L=0}$, $^\circ\text{C}$; тривалість процесу нагрівання τ , с; сумарна кількість теплової енергії, яку затрачено на нагрівання одиниці площі поверхні виробу до заданої температури, Q , Гкал/м².

Результати дослідження представлено на рисунку 1 у вигляді залежностей параметрів ефективності від відносного температурного напору для різних способів нагрівання, а також для різних значень коефіцієнта тепловіддачі α_Σ , який змінювали від $\alpha_{\Sigma(\min)} = 150 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$ до $\alpha_{\Sigma(\max)} = 200 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$, що відповідало діапазону значень критерію Біо від 0,562 до 0,749.

Найбільш істотний вплив на всі параметри ефективності процесу нагрівання хромонікелевих сталей до температур гартування має величина відносного температурного напору, при збільшенні якого в межах від 0,5% до 4,5% нерівномірність температур уздовж перерізу виробів зростає майже на порядок. Час процесу нагрівання та споживання теплової енергії

зменшуються приблизно однаково на 30% як для виробів циліндричної форми, так і у формі пластин.

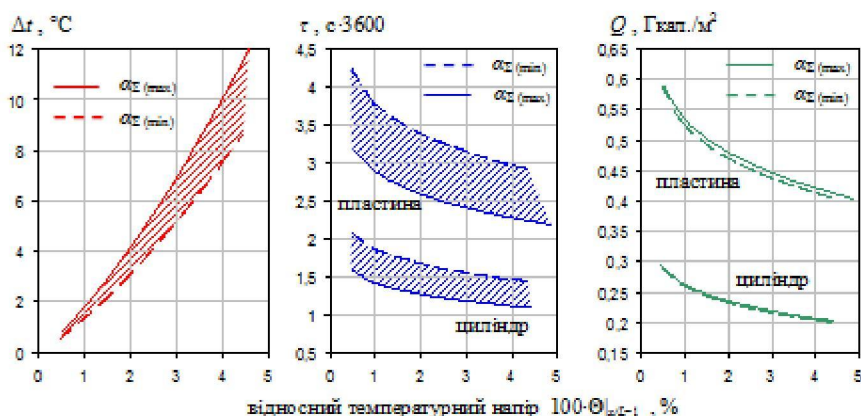


Рисунок 1 – Залежності ефективних параметрів процесу нагрівання виробів різних форм з хромонікелевих сталей від відносного температурного напору

Проте циліндричні вироби потребують майже вдвічі меншої кількості теплової енергії та часу для нагрівання. Збільшення коефіцієнта тепловіддачі майже не впливає на кількість спожитої теплової енергії (близько 0,1% для пластин і 1,5% для циліндрів), проте дуже суттєво скорочує як для пластин, так і для циліндрів (близько 25%) час процесу нагрівання з відносно незначним збільшенням нерівномірності поля температур.