

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP



**NGUYỄN THẾ CƯỜNG**

**NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG MÔ HÌNH VÀ THIẾT KẾ BỘ  
ĐIỀU KHIỂN TRƯỜNG NHIỆT ĐỘ TRONG PHÔI TẤM**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

**Chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa  
Mã số: 60520216**

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC**

**PGS.TS. NGUYỄN HỮU CÔNG**

**Thái Nguyên, 2015**

## LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là: Nguyễn Thế Cường

Sinh ngày 25 tháng 04 năm 1987.

Học viên cao học khóa 15, chuyên ngành Tự động hóa, Trường Đại học Kỹ thuật công nghiệp Thái Nguyên.

Hiện đang công tác tại C.Ty TNHH MTV Xi Măng Quang Sơn- Đồng Hỷ- Thái Nguyên.

Tôi xin cam đoan: Đề tài “**NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG MÔ HÌNH VÀ THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN TRƯỜNG NHIỆT ĐỘ TRONG PHÔI TẤM**” do PGS.TS. Nguyễn Hữu Công hướng dẫn là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Tất cả các tài liệu đều có xuất xứ rõ ràng.

Tác giả xin cam đoan tất cả những nội dung trong luận văn đúng như nội dung trong đề cương và yêu cầu của thầy giáo hướng dẫn. Nếu có nội dung gì trong nội dung của luận văn thì tác giả xin hoàn toàn chịu trách nhiệm với lời cam đoan của mình.

Thái Nguyên, ngày 10 tháng 10 năm 2014

**Tác giả**

**Nguyễn Thế Cường**

## LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên em xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành, lời cảm ơn sâu sắc tới thầy giáo, PGS.TS Nguyễn Hữu Công, người đã trực tiếp chỉ bảo, hướng dẫn em trong suốt thời gian qua.

Mặc dù được sự chỉ bảo sát sao của thầy giáo hướng dẫn, sự nỗ lực cố gắng của bản thân, song vì kiến thức còn hạn chế nên chắc chắn luận văn này không tránh khỏi những thiếu sót nhất định. Em rất mong được sự chỉ bảo của các thầy cô giáo và đóng góp chân thành của các bạn để nội dung nghiên cứu của em được hoàn thiện hơn

Em xin chân thành cảm ơn!

**Tác giả**

**Nguyễn Thế Cường**

## MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN .....	
LỜI CẢM ƠN .....	
MỞ ĐẦU .....	
CHƯƠNG 1. TÌM HIỂU CÔNG NGHỆ DẪN ĐẾN BÀI TOÁN ĐIỀU KHIỂN NHIỆT ĐỘ TRONG PHÔI TẮM	
1.1. Yêu cầu công nghệ của bài toán điều khiển nhiệt độ trong một số quá trình sản xuất .....	5
1.2. Xét yêu cầu công nghệ khi nung gạch men .....	8
1.3. Xét yêu cầu công nghệ khi tôi, ram, ủ vật liệu cơ khí .....	9
1.4. Xét yêu cầu công nghệ khi gia nhiệt cho phôi thép cán .....	12
CHƯƠNG 2. XÂY DỰNG MÔ HÌNH CỦA BÀI TOÁN ĐIỀU KHIỂN NHIỆT ĐỘ	
2.1. Xây dựng mô hình toán học cho đối tượng điều khiển.....	14
2.1.1. Các phương pháp xác định đặc tính động học của đối tượng.....	14
2.1.2. Khái quát chung về điều khiển nhiệt độ.....	16
2.1.2.1. Khái quát chung .....	16
2.1.2.2. Các dạng bài toán nung .....	17
2.2. Xây dựng mô hình tính toán sự phân bố nhiệt độ và khảo sát quá trình nung kim loại trong lò nung tĩnh.....	19
2.2.1.Đặt vấn đề.....	19
2.2.2.Mô hình phân bố nhiệt độ.....	21
2.2.2.1.Mô hình tính sự phân bố nhiệt độ trong phôi.....	21
2.2.2.2.Hệ số truyền nhiệt tổng cộng bên ngoài $\alpha_1$ và $\alpha_2$ ...	26
2.2.2.3.Cơ sở toán học lập mô hình tính.....	27

### CHƯƠNG 3. THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN NHIỆT ĐỘ CHO QUÁ TRÌNH GIA NHIỆT TRONG PHÔI TÂM

3.1. Giới thiệu lò điện trở trên quan điểm điều khiển .....	33
3.2. Phương pháp tổng hợp bộ điều khiển. ....	35
3.2.1. Tổng quan về bộ điều khiển PID .....	35
3.2.2. Các bước xác định thông số của bộ điều khiển.....	37
3.2.3. Trường hợp biết trước mô hình toán học của đối tượng.....	38
3.2.3.1. Phương pháp bù hằng số thời gian trội .....	39
3.2.3.2. Thiết kế bộ điều khiển theo tiêu chuẩn phẳng .....	39
3.2.3.3. Khảo sát chất lượng động của hệ theo tiêu chuẩn phẳng.....	42
3.2.3.4. Xác định bộ điều khiển theo Phương pháp Cohen-coon. ....	45
3.2.4. Trường hợp không biết trước mô hình toán học của đối tượng.....	46
3.2.4.1. Phương pháp hiệu chỉnh mạch vòng kín Ziegler-Nichols. ....	46
3.2.4.2. Phương pháp Jassen và Offerein. ....	47
<b>CHƯƠNG 4. THÍ NGHIỆM ĐIỀU KHIỂN NHIỆT ĐỘ TRONG LÒ ĐIỆN TRỞ</b>	
4.1 Sơ đồ hệ thống thí nghiệm lò điện trở trong PTN (Hình 4.1).....	49
4.2. Mô tả thiết bị.....	51
4.2.1. Thiết bị đo.....	51
4.2.2. Bộ khuếch đại.....	52
4.2.3. Bộ điều khiển công suất.....	53
4.2.3.1. Phương pháp điều khiển Thyristor.....	53
4.2.3.2. Mạch tạo xung răng cưa.....	54
4.2.3.3. Nguyên lý hoạt động của bộ khuếch đại công suất.....	54
4.2.4. Giao tiếp với máy tính dùng card NIDAQ USB- 6008.....	56
4.2.5. Ghép nối Matlab- Simulink dùng Data Acquisition Toolbox của Matlab.....	59
4.3. Kết quả nhận dạng lò điện trở.....	59

4.3.1. Ghép nối card NIDAQ USB- 6008 với máy tính để nhận dạng hệ thống.....	59
4.3.2. Kết quả nhận dạng.....	60
4.4. Tính toán điều khiển nhiệt độ lò- vật.....	61
4.4.1. Sơ đồ điều khiển nhiệt độ hệ thống lò- vật hai mạch vòng.....	61
4.4.2. Sơ đồ điều khiển vòng trong.....	61
4.4.2.1. Thiết kế theo tiêu chuẩn phẳng.....	63
4.4.2.2. Mô phỏng.....	63
4.4.2.3. Thực nghiệm.....	65
4.4.3. Thiết kế bộ điều khiển vòng ngoài.....	66
4.4.3.1. Kết quả mô phỏng.....	67
4.4.3.2. Nhận xét.....	68
KẾT LUẬN – ĐÁNH GIÁ .....	69
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	70
Tiếng Việt.....	
Tiếng Anh.....	

**DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT**

PID	Proportional Integral Derivative
$\partial/\partial t$	Đạo hàm riêng theo thời gian
$\partial/\partial x, y, z$	Đạo hàm riêng theo không gian x, y, z
$I_v$	Đổi lưu
$\Delta J$	Truyền dẫn.
$D$	Hệ số khuếch tán [ $m^2/s$ ].
$C$	Mật độ [ $kg/m^3$ ].
$\bar{J}_e$	Dòng năng lượng [ $W/m^2$ ]
$J_0$	Mô men quán tính
$\bar{\omega}$	Tốc độ góc
$\psi$	Thế năng.
$u$	Nội năng
$\lambda$	Hệ số dẫn nhiệt. [ $Wm^{-1}C^{-1}$ ].
$a$	Hệ số dẫn nhiệt độ. [ $m^2s^{-1}$ ]
$\mu$	Hệ số nhớt động học [ $Ns/m^2$ ].
$P$	Áp suất [ $N/m^2$ ]
$x_v$	Lượng vào.
$x_R$	Lượng ra.
$t$	Nhiệt độ thực của vật [ $^{\circ}C$ ]
$t^*$	Nhiệt độ yêu cầu của vật nung [ $^{\circ}C$ ]
$\tau$	Thời gian nung [s].

$l$	Chiều dày của thỏi [m].
$T$	Nhiệt độ kim loại [ $^{\circ}\text{C}$ ]
$Q$	Dòng nhiệt [ $\text{W}(\text{m}^2)^{-1}$ ]
$C_1, C_2$	Hệ số bức xạ [ $\text{W}(\text{m}^2)^{-1}\text{K}^{-4}$ ].
$\alpha_{k1}, \alpha_{k2},$	Hệ số truyền nhiệt đối lưu [ $\text{W}(\text{m}^2)^{-1}\text{C}^{-1}$ ].
$T_{p1}, T_{p2}$	Nhiệt độ khí trong lò [ $^{\circ}\text{C}$ ]
$\beta_{sp}, \beta_m$	Các hệ số ghi ảnh hưởng hấp thụ
$\alpha_s$	Bức xạ
$\alpha_k$	Đối lưu
$h$	Chiều dày của mỗi lớp
$\alpha_1, \alpha_2$	Hệ số truyền nhiệt tổng cộng bên ngoài
$C_n$	Hệ số bức xạ quy dẫn
$F_m, F_s$	Diện tích mặt bức xạ của vật liệu tường lò [ $\text{m}^2$ ]
$\epsilon_m, \epsilon_p$	Độ đen của vật liệu và của khí
$T_1 \div T_7$	Nhiệt độ các lớp [ $^{\circ}\text{C}$ ]
$W_{\text{PID}}(\text{P})$	Hàm truyền bộ điều khiển PID
$K_m$	Hệ số khuếch đại
$T_i$	Hằng số thời gian tích phân
$T_D$	Hằng số thời gian vi phân



## DANH MỤC CÁC HÌNH

Hình vẽ	Trang
Hình 1. Giản đồ nung	8
Hình 2.1. Mô hình chia lớp để tính nhiệt độ trong vật.	29
Hình 2.2. Sơ đồ tính hệ số $\alpha$ .	30
Hình 2.3. Sơ đồ tính hệ số $\gamma$ .	30
Hình 2.4. Mô hình tính nhiệt độ các lớp	31
Hình 3.1. Điều khiển với bộ điều khiển PID	35
Hình 3.2. Vùng phân nghiệm số của phương trình đặc tính	38
Hình 3.3. Đặc tính tần biên pha	42
Hình 3.4. Khảo sát hàm quá độ với tín hiệu đặt.	43
Hình 3.5. Khảo sát tác động của nhiễu.	43
Hình 3.6. Đặc tính quá độ khi có tác động của nhiễu	45
Hình 4.1 Sơ đồ hệ thống thí nghiệm lò gia nhiệt trong PTN	50
Hình 4.2 Đặc tính của các loại cặp nhiệt điện	52
Hình 4.3 Sơ đồ đo nhiệt độ tích hợp mạch bù nhiệt độ đầu tự do khi nhiệt độ môi trường từ $10^{\circ}\text{C} - 37^{\circ}\text{C}$ , sai số bù $\pm 1^{\circ}\text{C}$	53
Hình 4.4 Sơ đồ điều chế xung	56
Hình 4.5. Hình ảnh bộ Card NIDAQ USB - 6008	56
Hình 4.6. Sơ đồ nhận dạng đối tượng	60
Hình 4.7. Kết quả nhận dạng đối tượng	60
Hình 4.8. Xác định hệ số $\tau$ và T	61
Hình 4.9. Sơ đồ điều khiển nhiệt độ hệ thống lò- vật hai mạch	61

vòng	
Hình 4.10. Sơ đồ điều khiển mạch vòng trong	63
Hình 4.11. Cấu trúc điều khiển phản hồi -1	63
Hình 4.12. Cấu trúc điều khiển theo tiêu chuẩn phẳng	64
Hình 4.13. Đặc tính quá độ khi có bộ điều khiển PI	64
Hình 4.14. Sơ đồ điều khiển nhiệt độ lò với bộ PI đã tính chọn ( $P=7,3$ ; $I=0,06$ )	65
Hình 4.15. Kết quả ghi lại trên máy tính bằng Matlab-Toolbox với PI ( $P =7,3$ ; $I = 0.06$ )	66
Hình 4.16. Xác định hằng số khuếch đại tới hạn	67
Hình 4.17. Dạng dao động hình sin.	67
Hình 4.18. Kết quả chạy thực nghiệm bộ điều khiển hai mạch vòng sử dụng mô hình 7 lớp	67
Hình 4.19. Đặc tính các lớp nhiệt độ phôi theo nhiệt độ lò nung	68