

MỘT PHƯƠNG PHÁP MỚI ĐỂ ĐIỀU KHIỂN NHIỆT ĐỘ Lò NUNG TRONG DÂY CHUYỀN CÁN THÉP

Lại Khắc Lãi^{1*}, Đỗ Thị Hương²

¹Đại học Thái Nguyên, ²Trường Cao đẳng KT-KT - ĐH Thái Nguyên

TÓM TẮT

Nung phôi là một khâu quan trọng trong dây chuyền sản xuất cán thép liên tục. Trong đó, hệ thống điều khiển nhiệt độ lò nung là quan trọng nhất trong việc quyết định chất lượng phôi nung. Trong bài báo này, tác giả đề xuất một phương pháp ứng dụng bộ điều khiển dự báo để điều khiển nhiệt độ lò nung cán thép liên tục. Kết quả mô phỏng cho thấy hệ thống đảm bảo chất lượng và có khả năng áp dụng cho hệ thống thực.

Từ khóa: Điều khiển dự báo nhiệt độ lò nung phôi.

MỞ ĐẦU

Trong dây chuyền cán thép liên tục, phôi trước khi đưa vào cán thì phôi phải đạt được nhiệt độ cần thiết (thông thường nhiệt độ phôi trước khi vào cán khoảng 1200°C). Mục đích là tạo cho kim loại có độ dẻo đồng nhất, đồng thời vẫn giữ được cơ tính trong suốt thời gian thực hiện quá trình cán. Trước khi đưa phôi ra cán, phôi phải được nung trong lò nung. Quá trình nung phôi có ý nghĩa rất quan trọng đối với công nghệ cán thép. Nó quyết định phần lớn chất lượng của thép, đồng thời với chế độ nung hợp lý sẽ tiết kiệm được nhiên liệu và tăng năng suất lao động.

Khi vật nung được đưa vào lò nung sẽ xảy ra quá trình trao đổi nhiệt giữa không gian lò và vật nung, trên bề mặt và bên trong vật nung xảy ra sự biến đổi về cơ, lý tính. Để đảm bảo chất lượng và hiệu quả nung phôi, ta cần phải khống chế 2 quá trình: Thứ nhất là quá trình truyền nhiệt lượng từ nguồn nhiệt đến bề mặt phôi nung và thứ hai là quá trình truyền nhiệt lượng từ mặt ngoài phôi vào tâm phôi nung. Quá trình thứ hai là quá trình truyền nhiệt bên trong phôi nung, nó phụ thuộc vào thời gian, vào tính chất vật liệu nung, việc can thiệp vào quá trình này trong các dây chuyền nung và cán thép liên tục tương đối khó sẽ được đề cập trong các nghiên cứu khác. Nghiên cứu này chỉ đề cập đến việc can thiệp vào quá

trình thứ nhất và đề xuất một giải pháp mới nhằm nâng cao hiệu quả của nguồn nhiên liệu cung cấp cho môi trường nung.

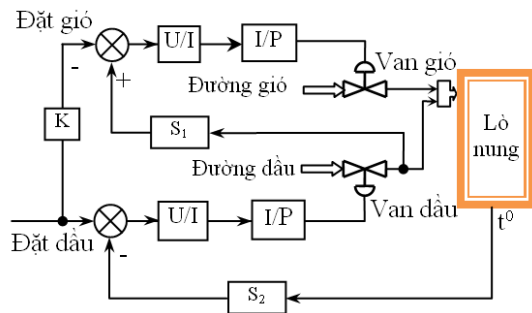
Lò nung phôi trong các dây chuyền cán tinh liên tục được chia thành 3 vùng: Vùng sấy, vùng nung và vùng đồng nhiệt. Vấn đề đặt ra là cần điều khiển nhiệt độ 3 vùng nung hợp lý để quá trình nung là tốt nhất. Hiện nay việc điều khiển nhiệt độ trong lò thường sử dụng các bộ điều khiển PID kinh điển được thiết kế với bộ thông số cố định nên còn nhiều hạn chế. Điều khiển dự báo theo mô hình đã được nghiên cứu và áp dụng thành công cho nhiều đối tượng khác nhau [4,6,7], chúng rất phù hợp với việc điều khiển các quá trình biến thiên chậm. Vì vậy trong bài báo tác giả đề xuất sử dụng bộ điều khiển dự báo để điều khiển nhiệt độ lò nung cán thép liên tục.

SƠ ĐỒ CẤU TRÚC HỆ ĐIỀU KHIỂN NHIỆT ĐỘ Lò NUNG LIÊN TỤC

Sơ đồ khối của hệ thống điều khiển nhiệt độ lò nung cán thép liên tục được chỉ ra trên hình 1. Trong đó:

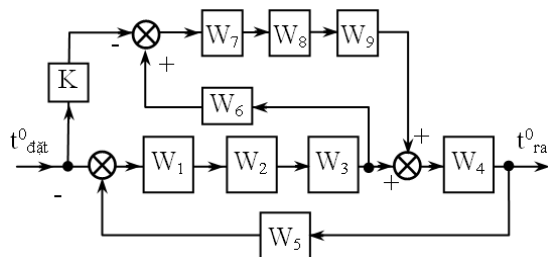
- + S_1 và S_2 là các cảm biến đo lường, S_1 là cảm biến lưu lượng, S_2 là cảm biến nhiệt độ;
- + U/I là khối chuyển đổi điện áp sang dòng điện; + I/P là bộ chuyển đổi dòng điện sang áp suất để điều khiển mức độ đóng, mở của các van .

* Tel:0913507464



Hình 1. Sơ đồ khối điều khiển nhiệt độ lò nung cán thép Bài toán điều khiển đặt ra ở đây là cần duy trì ổn định nhiệt độ của 3 vùng trong lò nung theo trị số đặt trước. Nguyên lý điều khiển nhiệt độ 3 vùng hoàn toàn tương tự nhau vì vậy ta chỉ xét việc điều khiển nhiệt độ cho vùng nung. Trong mỗi vùng, tỉ lệ dầu và gió được xác định trước tùy thuộc từng loại dầu khác nhau nhằm đảm bảo cho hiệu suất đốt cháy và tỏa nhiệt lượng của dầu tốt nhất, tỉ lệ này được giữ cố định trong suốt quá trình làm việc của lò.

Từ sơ đồ khối, ta xây dựng được sơ đồ cấu trúc hệ thống như hình 2.



Hình 2. Sơ đồ cấu trúc hệ thống

Trong đó: K là hệ số W_1 và W_7 là hàm truyền của bộ chuyển đổi điện áp/dòng điện; W_2 và W_8 là hàm truyền của bộ chuyển đổi dòng điện sang áp suất; W_3 là hàm truyền của van dầu; W_4 là hàm truyền của lò nung; W_5 là hàm truyền của sensor nhiệt độ; W_6 là hàm truyền của sensor lưu lượng; W_9 là hàm truyền của van gió. Các thông số cụ thể của chúng như sau:

$$K = 0,01; W_3 = \frac{190}{0,01s + 1};$$

$$W_1 \cdot W_2 = W_1 \cdot W = 1,3$$

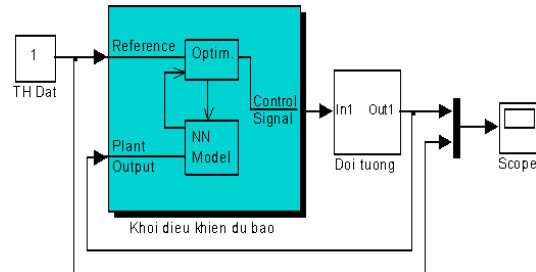
$$W_9 = \frac{90}{0,01s + 1}; W_4 = \frac{1,4}{100s + 1} e^{-30s}$$

$$W_5 = \frac{0,003}{0,05s + 1}$$

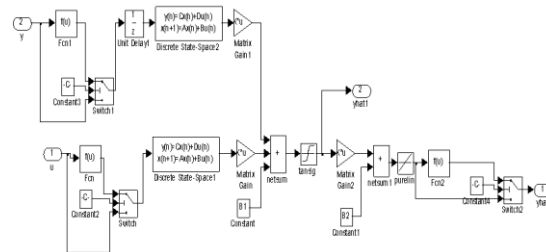
Điều khiển nhiệt độ lò nung bằng bộ điều khiển dự báo theo mô hình

Sơ đồ khối hệ thống

Sơ đồ khối hệ điều khiển dự báo theo mô hình để điều khiển nhiệt độ lò nung như hình 3.



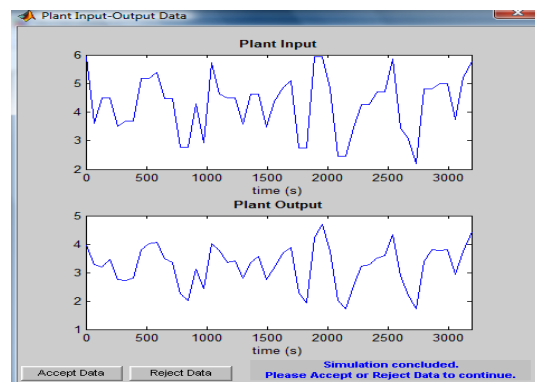
Trong đó: Đối tượng điều khiển có sơ đồ cấu trúc như hình 2. Mô hình đối tượng điều khiển trong khối điều khiển dự báo là mô hình mạng nơ ron có sơ đồ cấu trúc như hình 4.



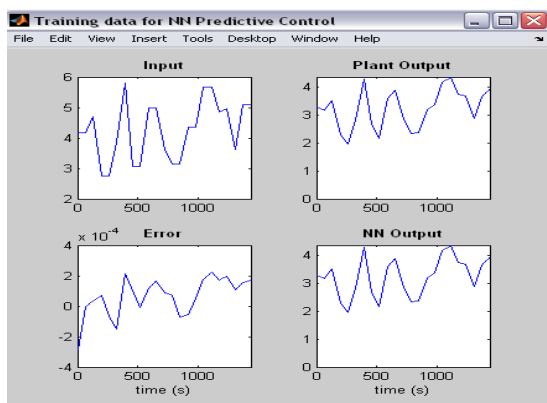
Hình 4. Mô hình mô phỏng mạng nơ ron của đối tượng điều khiển

Kết quả mô phỏng

Sau khi xây dựng hệ thống điều khiển, ta chuyển các thông số của mô hình vào bộ điều khiển và tiến hành huấn luyện mạng. Tập dữ liệu để huấn luyện mạng được biểu diễn trên hình 5.

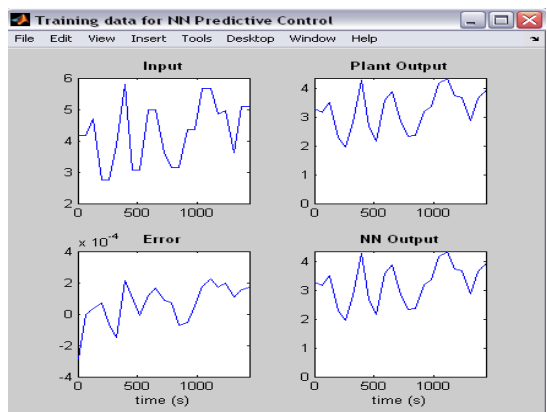


Hình 5. Mô hình mạng nơ ron của đối tượng điều khiển Sau 12 kỳ huấn luyện mạng ta được sai số giữa đầu ra của mô hình đối tượng và đầu ra của mô hình mạng nơ ron cỡ 10^{-3} .

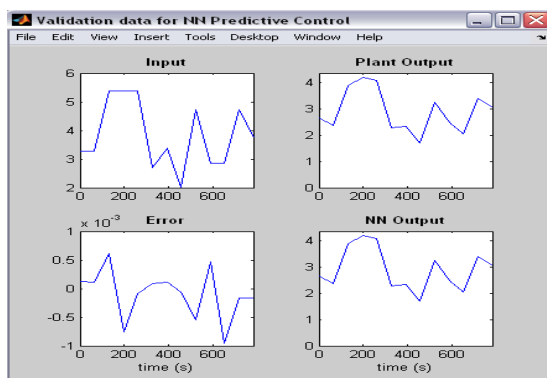


Hình 6. Tín hiệu vào/ra của đối tượng, mô hình và sai số giữa chúng sau 12 kỳ huấn luyện

Các kết quả huấn luyện được chỉ ra trên các hình 6 đến hình 8. Trong đó: Hình 6 là tập dữ liệu vào - ra của đối tượng điều khiển, của mô hình mạng nơ ron và sai số giữa 2 mô hình sau 12 kỳ huấn luyện, hình 7 và hình 8 là các tập dữ liệu kiểm tra và tập dữ liệu chấp nhận.



Hình 7. Tín hiệu vào/ra của đối tượng, mô hình và sai số giữa chúng trong tập dữ liệu kiểm tra

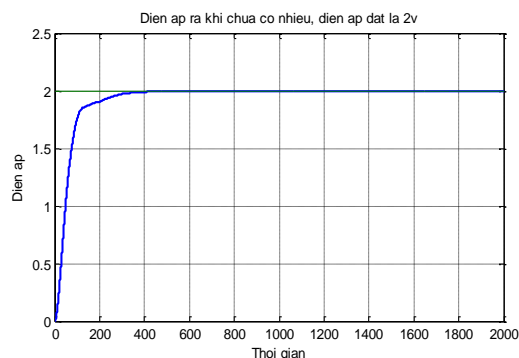


Hình 8. Tín hiệu vào/ra của đối tượng, mô hình và sai số giữa chúng trong tập dữ liệu chấp nhận

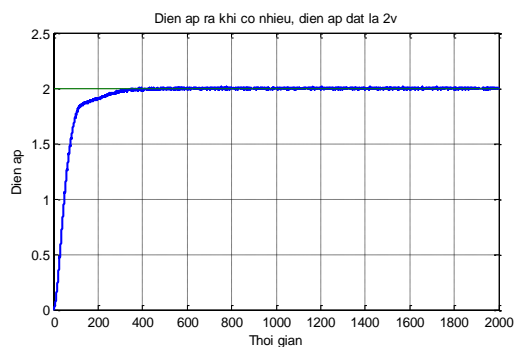
Khi đã huấn luyện và xây dựng được mô hình đối tượng trong khối điều khiển dự báo,

ta sử dụng mô hình này để điều khiển hệ thống với các chế độ làm việc khác nhau. Kết quả mô phỏng được

chỉ ra trên các hình 9 và hình 10. Trong đó: Hình 9 là đặc tính quá độ của hệ thống khi không có nhiễu, hình 10 là đặc tính quá độ của hệ thống khi không có nhiễu ồn trắng tác động ở khâu đo lường.



Hình 9. Đặc tính động của hệ thống khi không có nhiễu



Hình 10. Đặc tính động của hệ thống khi có nhiễu

NHẬN XÉT VÀ KẾT LUẬN

Từ các kết quả mô phỏng ở trên ta có thể rút ra một số nhận xét sau:

Khi sử dụng mạng nơ ron để xây dựng mô hình đối tượng trong hệ thống điều khiển dự báo cho độ chính xác rất cao (sai số 10^{-3} qua 12 kỳ huấn luyện), do đó chất lượng của hệ điều khiển dự báo cũng tăng lên.

Phương pháp điều khiển dự báo theo mô hình có thể áp dụng để điều khiển nhiệt độ lò nung trong dây chuyền cán thép liên tục với chất lượng tương đối tốt ở cả 3 vùng nhiệt độ, hệ thống vẫn làm việc ổn định khi cả khi có tác động của nhiễu. Việc thiết kế và chỉnh định các thông số của bộ điều khiển cũng tương đối đơn giản.

Bên cạnh những ưu điểm trên, khi xây dựng bộ điều khiển dự báo cũng gặp những khó khăn như: Xây dựng bộ dữ liệu nhận dạng từ hệ thống thực, phản ánh được toàn bộ tính chất của hệ thống; Giải bài toán tối ưu hóa cần phải cần đến sự hỗ trợ của máy tính mạnh, tốc độ cao. Đây chính là cản trở lớn nhất khi áp dụng các thuật toán điều khiển nhỏ. Để chạy nhận dạng cũng như mô phỏng phải mất thời gian tương đối lâu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Đỗ Văn Chung (2007), *Nghiên cứu ứng dụng hệ điều khiển dự báo để điều khiển đối tượng phi tuyến*, Đại học Kỹ Thuật Kỹ Thuật Công Nghiệp Thái Nguyên, Luận văn thạc sỹ.
- [2]. Nguyễn Đăng Khang (2005), *Nghiên cứu điều khiển quá trình theo mô hình dự báo*, Đại học Bách khoa Hà Nội, Hà Nội, Luận văn thạc sỹ.
- [3]. Nguyễn Như Hiền & Lại Khắc Lãi (2007), *Điều khiển mờ & mạng nơron trong kỹ thuật điều khiển*, nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và công nghệ, Hà Nội.
- [4]. Lê Huyền Linh, Lại Khắc Lãi "Điều khiển mức nước bao hơi bằng bộ điều khiển dự báo" Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Thái Nguyên số 2/ 2009
- [5]. Lại Khắc Lãi "Một phương pháp xây dựng mô hình đối tượng phi tuyến trong hệ điều khiển dự báo" Tạp chí Khoa học Công nghệ - Đại học Thái Nguyên, số3(43), trang 73-79, năm 2007.
- [6]. Allgower, F., and A. Zheng (2000), *Nonlinear Model Predictive Control*, Springer-Verlag.
- [7] Camacho, E. F., and C. Bordons (1999), *Model Predictive Control*, Springer-Verlag.

SUMMARY

THE NEW METHOD TO CONTROL TEMPERATURE OF FURNACE ON STEEL PRODUCTION LINE

Lai Khắc Lãi^{1*}, Do Thi Hương²

¹Thai Nguyen University

²Junior College of Economics and Technology, Thai Nguyen University

Burning steel billet is an important stage of continuous steel production line. Inside, temperature controlling system is the most important one which determines the steel billet's quality. This article will propose the application of Model Predictive Control to control the temperature of constant steel rolling kiln. The imitate result shows that the quality of this system is ensured and it can be applied to real device system.

Keywords: Control temperature of furnace.

* Tel: 0913507464