

# MỘT SỐ KẾT QUẢ CỦA VIỆC NÂNG CAO HIỆU SUẤT LÒ HƠI SAU KHI LẮP ĐẶT BỘ HÂM NƯỚC

## SOME RESULTS OF ENHANCING BOILER EFFICIENCY BY INSTALLING FEEDWATER HEATERS

Trần Thanh Sơn<sup>1</sup>, Phan Quý Trà<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng; tsson@dut.udn.vn

<sup>2</sup>Trường Cao đẳng Công nghệ - Đại học Đà Nẵng; pqtra@dct.udn.vn

**Tóm tắt** - Nâng cao hiệu suất năng lượng của các lò hơi công nghiệp đóng một vai trò quan trọng trong giảm tiêu thụ năng lượng sơ cấp và giảm ô nhiễm môi trường. Hầu hết các lò hơi đang sử dụng ở Việt Nam có hiệu suất thấp nên việc tìm ra các giải pháp nâng cao hiệu suất có ý nghĩa rất quan trọng. Để có thể tìm ra các giải pháp cụ thể thì cần có các khảo sát, đo đạc và tính toán cụ thể. Bài báo này trình bày việc nâng cao hiệu suất bằng cách lắp thêm các bộ hâm nước và cải tiến quá trình cấp nước. Qua khảo sát, tính toán 2 lò hơi điển hình hiện nay, một lò đốt dầu FO và 1 lò đốt than cục 3, các tác giả đã có được các kết quả rất có ý nghĩa. Hiệu suất của lò dầu được nâng lên 2,1% và lò đốt than là 3,4% so với trước khi lắp bộ hâm nước. Thời gian thu hồi vốn gián đơn của cả hai bộ hâm nước trên đều nhỏ hơn 1 năm.

**Từ khóa** - lò hơi; hiệu suất; bộ hâm nước; tiết kiệm năng lượng; hiệu quả năng lượng.

### 1. Đặt vấn đề

Ở Việt Nam, các loại lò hơi chủ yếu được dùng trong lĩnh vực công nghiệp và dịch vụ. Các lò hơi này có công suất từ 1 tấn/h đến 300 tấn/h. Phần lớn các lò hơi đang sử dụng đều có hiệu suất năng lượng thấp nên lượng khí độc hại do đốt nhiên liệu phát thải vào môi trường rất cao. Bên cạnh đó, công nghệ lò hơi lạc hậu nên mức tiêu hao năng lượng để sản xuất ra một đơn vị hơi cao [1]. Vì vậy, việc nâng cao hiệu suất, tiết kiệm năng lượng đối với lò hơi đang là vấn đề được các doanh nghiệp quan tâm, nhất là trong thời điểm hiện nay, khi giá nhiên liệu có xu hướng ngày càng tăng.

Hơn nữa, việc sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả đã được luật hóa nên tiết kiệm năng lượng thông qua việc nâng cao hiệu suất lò hơi công nghiệp có ý nghĩa lớn, giúp doanh nghiệp giảm giá thành sản phẩm và giảm ô nhiễm môi trường.

Đặc điểm của hầu hết các lò hơi công nghiệp hiện nay ở khu vực miền Trung và Tây nguyên là đều có công suất nhỏ và hiệu suất thấp. Vì vậy, việc tìm ra giải pháp nhằm nâng cao hiệu suất các lò hơi này trong điều kiện các doanh nghiệp chưa thể thay thế các lò hơi hiệu suất thấp bằng các lò hơi mới có hiệu suất cao hơn là một nhu cầu thực tiễn cần phải nghiên cứu, đánh giá [1]. Có nhiều biện pháp nâng cao hiệu suất sử dụng năng lượng trong hệ thống lò hơi liên quan đến quá trình đốt, truyền nhiệt, tổn thất năng lượng, tổn thất vật chất, giảm mức tiêu thụ điện của thiết bị phụ trợ, .... Để tìm ra giải pháp nâng cao hiệu suất cho từng lò hơi thì cần phải khảo sát, đo đạc và tính toán cụ thể. Bài báo này chỉ trình bày kết quả của việc lắp đặt thêm bộ hâm nước cho 2 kiểu lò hơi được sử dụng phổ biến hiện nay trong khu vực. Trong đó, 1 lò kiểu ống lò, ống lửa nằm ngang đốt dầu FO, có công suất định mức 3 tấn hơi/h và 1

**Abstract** - The improvement of energy efficiency of industrial boilers plays an important role in reducing primary energy consumption and reducing environmental pollution. Most of the boilers in use in Vietnam have low efficiency [1], so finding measures to improve the efficiency is crucial. In order to find specific measures to improve boiler efficiency, specific surveys, measurements and calculations are needed. This article presents a way to improve the efficiency by installing feedwater heaters and modifying the make-up water control system. Through the survey, calculation of two typical boilers, one FO burner and one No.3 coal burner, the authors have achieved very meaningful results. The efficiency of the FO fired boiler is increased by 2.1% and the coal fired boiler is 3.4% higher than before the installation of feedwater heater. The payback period of both sets of feedwater heater is less than 1 year.

**Key words** - boiler; efficiency; feedwater heater; energy saving; energy efficiency.

lò hơi kiểu ống nước, ống lửa đốt than cục 4, có công suất thiết kế 7 tấn hơi/h. Cả 2 lò hơi đều có áp suất vận hành là 7 bar, số giờ vận hành trung bình là 12 h/ ngày.

### 2. Phân tích hiệu suất lò hơi

Hiệu suất của lò hơi là tỉ số giữa lượng năng lượng hữu ích mà hơi nước mang đi trên tổng lượng năng lượng đưa vào lò. Để xác định hiệu suất lò hơi thì cần phải xác định được lượng năng lượng mà hơi nước mang đi và tổng năng lượng mang vào lò hơi. Việc này thường rất khó xác định chính xác nên phương pháp tính hiệu suất này thường ít được áp dụng. Trong thực tế, hiệu suất lò hơi thường được xác định dựa trên định luật bảo toàn năng lượng, tổng năng lượng cấp vào lò bằng năng lượng có ích mà hơi mang đi cộng với các tổn thất của lò hơi. Phương trình cân bằng nhiệt tổng quát của lò hơi viết cho 1 kg nhiên liệu rắn, lỏng hoặc 1 m<sup>3</sup> nhiên liệu khí được thể hiện như sau [2]:

$$Q_{đv} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 \quad (1)$$

Trong đó:

$Q_{đv}$ : Lượng năng lượng đưa vào lò hơi (kJ/kg);

$Q_1$ : Lượng năng lượng hữu ích do hơi mang đi (kJ/kg);

$Q_2$ : Lượng năng lượng tổn thất do khói thải (kJ/kg);

$Q_3$ : Lượng năng lượng tổn thất do không cháy hết hoàn toàn về mặt hóa học (kJ/kg);

$Q_4$ : Lượng năng lượng tổn thất do không cháy hết về mặt cơ học (kJ/kg);

$Q_5$ : Lượng năng lượng tổn thất do tỏa nhiệt ra môi trường xung quanh (kJ/kg);

$Q_6$ : Lượng năng lượng tổn thất do xỉ (kJ/kg).

Phương trình (1) có thể viết lại như sau:

$$1 = \frac{Q_1}{Q_{đv}} + \frac{Q_2}{Q_{đv}} + \frac{Q_3}{Q_{đv}} + \frac{Q_4}{Q_{đv}} + \frac{Q_5}{Q_{đv}} + \frac{Q_6}{Q_{đv}} \quad (2)$$

Hay:

$$\frac{Q_1}{Q_{đv}} = 1 - \frac{Q_2}{Q_{đv}} - \frac{Q_3}{Q_{đv}} - \frac{Q_4}{Q_{đv}} - \frac{Q_5}{Q_{đv}} - \frac{Q_6}{Q_{đv}} \quad (3)$$

$$\eta = 1 - q_2 - q_3 - q_4 - q_5 - q_6 \quad (4)$$

Phương trình (4) thường được áp dụng để tính hiệu suất nhiệt của các lò hơi trong thực tế và được gọi là phương pháp tính hiệu suất theo cân bằng nghịch. Thông thường, trong các tổn thất trên thì các tổn thất  $q_2$ ,  $q_3$  và  $q_4$  có giá trị lớn nhất. Trong đó,  $q_2$  và  $q_3$  phụ thuộc vào lượng không khí thừa và trong vận hành thường chọn hệ số không khí thừa sao cho tổng hai tổn thất trên là bé nhất,  $q_4$  phụ thuộc vào loại nhiên liệu và phương pháp đốt. Giải pháp được lựa chọn trong bài báo này là giảm tổn thất do khói thải mang ra ngoài  $q_2$  qua việc lắp thêm bộ hâm nước để nâng cao nhiệt độ nước cấp vào lò và giảm nhiệt độ khói thải.

### 3. Tính toán phương án

#### 3.1. Tính bộ hâm nước cho lò hơi đốt dầu FO

Lò hơi được sử dụng trong phần này là lò hơi của Công ty Cổ phần (CP) CP đặt tại cụm công nghiệp Phong Điền, Thừa Thiên-Huế đốt dầu FO, có công suất 3 tấn hơi/h, kiểu ống lò là ống lửa nằm ngang. Sản lượng hơi trung bình của lò hơi đo được qua đồng hồ lưu lượng hơi trên đường hơi chính là 2,7 t/h, áp suất vận hành của lò hơi là 7 bar, nhiệt độ khói thải đo được tại cửa thoát ra khỏi lò hơi là 220°C. Hiệu suất lò hơi trung bình trong điều kiện vận hành thực tế xác định theo phương pháp cân bằng nghịch là 81,1%. Sau khi trao đổi với cán bộ kỹ thuật của Công ty, các tác giả đã tính toán thiết kế [3, 4, 5] và cùng với các kỹ sư của Công ty CP Năng lượng Hoàng Đạo [6] chế tạo, lắp đặt một bộ hâm nước có công suất định mức 250 kW, sử dụng ống đúc DN25 SUS316, cánh chữ nhật phẳng bằng SUS304 dày 0,5mm, bước cánh 20 mm. Theo tính toán, sau khi lắp đặt bộ hâm nước vào thì nhiệt độ khói thải giảm xuống còn 175°C và hiệu suất của lò hơi được tăng lên đến 83,2%.

#### 3.2. Tính bộ hâm nước cho lò hơi đốt than cục 3

Một cách tương tự, tác giả đã tính toán thiết kế bộ hâm nước cho lò hơi của Công ty TNHH Insulpack Đà Nẵng, đặt tại xã Hòa Sơn, huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng, đốt than cục 4 có công suất thiết kế 7 tấn hơi/h, kiểu ống nước là ống lửa hai ba lông. Sản lượng hơi trung bình của lò hơi đo được qua đồng hồ lưu lượng nước nóng gần trên đường nước cấp là 4,1 t/h, áp suất vận hành của lò hơi là 7 bar, nhiệt độ khói thải đo được bằng đồng hồ nhiệt độ hiển thị số tại cửa thoát ra khỏi lò hơi là 235°C. Hiệu suất lò hơi trung bình trong điều kiện vận hành thực tế xác định theo phương pháp cân bằng nghịch là 73,8%. Sau khi đo đạc và khảo sát hiện trạng vận hành của lò hơi, các tác giả đã tính toán thiết kế, chế tạo [6] và lắp đặt một bộ hâm nước có công suất định mức 500 kW, sử dụng ống thép đúc DN25, cánh chữ nhật phẳng bằng SUS304 dày 0,5mm, bước cánh 20 mm. Bộ hâm nước được đặt trong hòng thu khói ra của lò hơi ngay phía trước côn thu vào quạt khói như Hình 1. Theo tính toán, sau khi lắp đặt bộ hâm nước vào thì nhiệt độ khói thải giảm xuống còn 170°C và hiệu suất của lò hơi được tăng lên đến 77,2%.



Hình 1. Hình ảnh bộ hâm nước lắp vào lò đốt than

### 4. Kết quả vận hành thực tế

Để có thể xác định hiệu quả của bản thân bộ hâm nước thì các tác giả đã giữ nguyên tình trạng hoạt động của lò hơi như ban đầu, và sau khi lắp đặt, kiểm nghiệm 2 bộ hâm, các lò hơi được đưa vào vận hành với chế độ hoạt động bình thường. Để tăng hiệu quả của bộ hâm, các tác giả đã chuyển đổi chế độ cấp nước vào lò từ chế độ ban đầu On-Off (bơm nước cấp hoạt động khi mực nước trong lò xuống mức thấp và đóng khi mực nước đạt mức cao) thành chế độ cấp nước liên tục [7].

#### 4.1. Kết quả của lò đốt dầu FO

Bảng 1 thể hiện các thông số của lò hơi trước và sau lắp đặt bộ hâm nước.

Bảng 1. Kết quả của lò đốt dầu FO

Tình trạng	Nhiệt độ khói thải (t°C)	Hiệu suất (%)	Tiêu hao nhiên liệu (kg/h)
Không có bộ hâm	220	81,1	176,1
Có bộ hâm	175	83,2	170,2

Các số liệu nhiệt độ khói thải, tiêu hao nhiên liệu và sản lượng hơi trên là số liệu trung bình đo được của 2 ngày vận hành bình thường, và giá trị hiệu suất là giá trị tính toán theo phương pháp cân bằng nghịch từ các số liệu đo trên và số liệu đo đặc từ máy phân tích khói thải KEN Plus 900. Có thể thấy, các số liệu tính toán và thiết kế ban đầu là chính xác và trùng với các số liệu đo đặc trung bình. Với chi phí đầu tư ban đầu cho một bộ hâm và các chi phí liên quan khác là 155 triệu đồng, lợi ích kinh tế mang lại của việc lắp đặt bộ hâm nước do tiết kiệm nhiên liệu tính cho mỗi ngày vận hành bình thường là 70,8 kg dầu FO/ngày, tương đương 795.000 đồng/ngày (đơn giá dầu FO là 11.200 đồng/kg). Vì vậy, thời gian thu hồi vốn gián đơn khoảng 195 ngày vận hành [8]. Với các kết quả trên, có thể thấy rằng, việc lắp đặt thêm bộ hâm nước cho lò hơi là rất hiệu quả và cần thiết.

#### 4.2. Kết quả của lò đốt than cục 3

Bảng 2 thể hiện các thông số của lò hơi đốt than cục 3 trước và sau lắp đặt bộ hâm nước.

**Bảng 2. Kết quả của lò đốt than cục 3**

Tình trạng	Nhiệt độ khói thải (°C)	Hiệu suất (%)	Tiêu hao nhiên liệu (kg/h)
Không có bộ hâm	235	73,8	357,7
Có bộ hâm	170	77,2	342,2

Các số liệu nhiệt độ khói thải, tiêu hao nhiên liệu và sản lượng hơi là số liệu trung bình đo được của một tuần vận hành bình thường. Còn hiệu suất là giá trị tính toán theo phương pháp cân bằng nghịch từ các số liệu đo đạc ở trên và số liệu đo đạc từ máy phân tích khói thải KEN Plus 900. Có thể thấy, các số liệu tính toán và thiết kế ban đầu là chính xác và trùng với các số liệu đo đạc trung bình. Với chi phí đầu tư ban đầu cho một bộ hâm và các chi phí liên quan khác là 155 triệu đồng, lợi ích kinh tế mang lại của việc lắp đặt bộ hâm nước chỉ do tiết kiệm nhiên liệu tính cho mỗi ngày vận hành bình thường là 186 kg than/ngày, tương đương 855.000 đồng/ngày (đơn giá than cục mà công ty đang mua là 4.600 đồng/kg). Vì vậy, thời gian thu hồi vốn gián đơn khoảng 250 ngày vận hành. Với các kết quả trên, có thể thấy rằng, việc lắp đặt thêm bộ hâm nước cho lò hơi là rất hiệu quả và cần thiết.

Theo tính toán, các tác giả hoàn toàn có thể tận dụng nhiệt do khói thải mang ra nhiều hơn nhưng vì điều kiện mặt bằng lắp đặt cũng như thực tế vận hành lò hơi của doanh nghiệp nên công suất của 2 bộ hâm được xác định như trên. Nếu việc tận dụng nhiệt do khói thải mang đi được triệt để hơn thì các kết quả còn tốt hơn nhiều. Trên đây mới chỉ tính đến hiệu quả về mặt nhiên liệu tiết kiệm được. Ngoài ra, việc lắp đặt bộ hâm nước còn giúp giảm phát thải khí, nhiệt ô nhiễm và hạ giá thành sản xuất hơi cho doanh nghiệp.

## 5. Kết luận

Hiện nay, các lò hơi công nghiệp ở miền Trung, Tây Nguyên nói riêng và cả nước nói chung, phần lớn đều có hiệu suất khá thấp. Vì vậy, khả năng nâng cao hiệu suất cho các lò hơi này trong điều kiện chưa thay thế được bằng các lò hơi hiệu suất cao là hoàn toàn có khả thi. Qua khảo sát, tính toán và đánh giá thực tế cho 2 lò hơi đốt 2 loại nhiên liệu điển hình khác nhau, có thể nhận thấy việc lắp đặt thêm các bộ hâm nước là rất cần thiết và rất hiệu quả. Việc lắp đặt thêm các bộ hâm nước và cải tiến chế độ cấp nước có thể nâng cao hiệu suất lò hơi lên 2,1% ÷ 5%. Mặt khác, chi phí đầu tư cho việc lắp đặt các bộ hâm nước không quá lớn và mặt bằng lắp đặt khá gọn nên có thể nói, hầu hết các lò hơi đang vận hành chưa có bộ hâm nước đều có thể áp dụng được. Thời gian thu hồi vốn gián đơn cho việc lắp đặt thêm bộ hâm nước thường chỉ từ 6 đến 12 tháng, tùy thuộc từng lò hơi, dự án cụ thể.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trần Thanh Sơn, “Nghiên cứu sử dụng chương trình SSAT để đánh giá hệ thống hơi trong công nghiệp”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng*, Số 3., 2014, trang 56-59.
- [1] Hoàng Ngọc Đồng, Hoàng Ngọc Đồng và Đào Ngọc Chân, *Lò hơi và thiết bị đốt*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2008.
- [2] J. N. Kitto and S. C. Stultz, *Steam-Its generation and use*, Babcock and Wilcox Co., Edi 41, 2005.
- [3] Paul Dockrill, F. Friedrich, *Boiler and heater*, CIPEC, 2001.
- [4] B. Hải, D.H. Đức và H.M. Thư, *Thiết bị trao đổi nhiệt*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 1999.
- [5] www.hde.vn
- [6] D. Lindsley, *Boiler control systems*, McGraw-Hill, 1992.
- [7] Bộ Công thương, *Tài liệu hướng dẫn quản lý năng lượng*.

(BBT nhận bài: 11/8/2017, hoàn tất thủ tục phản biện: 24/8/2017)