

# MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU BẾP HÓA KHÍ SINH KHỐI

## SOME FINDINGS OF RESEARCH ON THE BIOMASS GASIFIER

Hoàng Ngọc Đồng, Nguyễn Văn Quốc Cường

Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng  
donghn29@yahoo.com.vn; quoccuong10nl@gmail.com

**Tóm tắt** - Nguồn năng lượng sinh khối (biomass) từ phụ phẩm nông, lâm nghiệp ở Việt Nam rất lớn. Việc nghiên cứu các công nghệ và thiết bị để sử dụng nguồn năng lượng tái tạo này là rất cần thiết, nhất là trong bối cảnh thiếu hụt năng lượng ngày càng trở nên trầm trọng ở nước ta. Sử dụng Biomass vừa nhằm giảm việc sử dụng nguồn năng lượng truyền thống như thủy điện, dầu mỏ và than đá vừa làm giảm phát thải khí nhà kính, giảm ô nhiễm môi trường. Đốt sinh khối bằng các cách truyền thống thì tác động xấu đến môi trường và hiệu quả không cao. Phương pháp hóa khí có nhiều ưu điểm hơn so với các phương pháp đốt thông thường. Bài báo này giới thiệu một số kết quả nghiên cứu về bếp hóa khí biomass từ phụ phẩm nông nghiệp ảnh hưởng của lưu lượng không khí cấp vào, ảnh hưởng của độ ẩm, độ rỗng của lớp nhiên liệu, lâm nghiệp để ứng dụng quy mô cho các hộ, nhóm hộ gia đình, các cơ sở xay xát.

**Từ khóa** - nhiên liệu hóa thạch; năng lượng sinh khối; bếp hóa khí; khí hóa sinh khối; khí hóa trấu.

**Abstract** - Vietnam has great resources of biomass energy from agriculture and forestry by-products; therefore, researching on equipment and technologies to efficiently utilize these renewable resources plays an crucial role, especially in the context of increasingly severe energy shortage in our country. The use of biomass energy can, on one hand, lower the use of traditional energy resources such as hydroelectricity, crude oil, coal and on the other hand, decrease the emission of greenhouse effects, thereby reducing environmental pollution. Burning biomass via traditional methods has a negative impact on the environment and brings about low efficiency. The gasification method shows more advantages compared to the normal ones. The aim of this paper is to present some experimental findings of a study on a stove run by the gasification of biomass from agriculture and forestry by-products (influence of input air flow, humidity and sponginess of the fuel layer), which can be applied on a wide scale to households, household groups and husking workshops.

**Key words** - fossil fuel; biomass energy; gasifier; biomass gasification; rice husk gasification.

### 1. Đặt vấn đề

Hiện nay khí dầu mỏ hóa lỏng LPG là nguồn nhiên liệu phổ biến sử dụng trong các bếp gas để phục vụ nấu nướng trong gia đình. Bởi vì nó tiện lợi, vận hành dễ dàng, khi cháy nó tạo ra ngọn lửa xanh và rất sạch sẽ.

Tuy nhiên, nó là sản phẩm khí đồng hành trong quá trình khai thác dầu mỏ hoặc được khai thác ở các mỏ khí thiên nhiên, nên là nó là nhiên liệu hóa thạch. Do đó nguồn cung của nó sẽ giảm và quá trình khai thác ngày càng khó khăn, nên giá cả của nó sẽ có xu hướng ngày càng tăng. Hơn nữa một thách thức đặt ra trong quá trình sử dụng năng lượng hiện nay và tương lai là phải tìm ra các nguồn năng lượng tái tạo bền vững.

Hiện nay Việt Nam vẫn là một nước nông nghiệp. Nguồn năng lượng biomass từ phụ phẩm nông, lâm nghiệp (rơm, trấu, phoi bào, gỗ, xơ dừa, vỏ cà phê, bã mía, thân và lõi ngô, lạc...) có tiềm năng rất lớn, là một trong những nguồn năng lượng cần được quan tâm nghiên cứu khai thác.

Đề tài này nghiên cứu, chế tạo thiết bị bếp hóa khí hiệu quả cao dùng để nấu nướng quy mô nhỏ như hộ gia đình, sử dụng nguồn nhiên liệu từ các phụ phẩm nông nghiệp (vỏ trấu, mùn cưa, lõi ngô...) và viên nén biomass tạo thân thiện môi trường cho những nơi có vùng nhiên liệu và phù hợp với điều kiện sản xuất ở Việt Nam, để thay thế bếp gas dùng LPG hay các lò đốt than, đốt củi hay các loại sinh khối khác bằng cách đốt truyền thống chưa hiệu quả và gây ô nhiễm môi trường.

### 2. Kết quả nghiên cứu và khảo sát

#### 2.1. Nguyên lý hoạt động của bếp khí hóa sinh khối

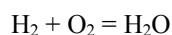
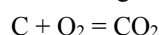
Bếp khí hóa là bếp thực hiện quá trình đốt cháy nhiên liệu biomass trong lò đốt thiếu oxy (yếm khí). Khi đó không khí, hơi nước, carbon trong nhiên liệu biomass sẽ

phản ứng hóa học và sản sinh ra các chất khí dễ cháy bao gồm carbon monoxide (CO), hydro (H<sub>2</sub>) và một phần khí metan (CH<sub>4</sub>), ngoài ra còn thêm hơi nước và các chất khí không cháy khác như nitơ (N<sub>2</sub>), carbon dioxide (CO<sub>2</sub>). Hỗn hợp này được gọi là hỗn hợp khí hóa [1]. Sau đó hỗn hợp khí hóa đi qua bộ lọc được làm sạch, rồi được đốt cháy tại đầu bếp hồng ngoại cung cấp nhiệt có ích cho đun nấu.

Có 3 quá trình diễn ra trong lò hóa khí: quá trình đốt cháy, quá trình nhiệt phân và quá trình sấy được phân bố dọc theo chiều cao của cột nhiên liệu trong lò.

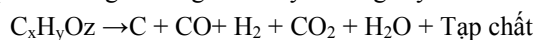
##### 2.1.1. Quá trình đốt cháy

Những thành phần cháy của nhiên liệu rắn thường bao gồm các nguyên tố cacbon, hydro oxy. Vùng cháy là vùng tiêu thụ oxy và sinh ra CO<sub>2</sub>, CO, đồng thời tạo ra nhiệt độ cao cung cấp nhiệt cho các vùng kế tiếp, quá trình cháy xảy ra:

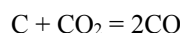


##### 2.1.2. Quá trình nhiệt phân (pyrolysis)

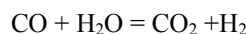
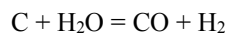
Đây là quá trình nhiệt phân (phân hủy) trong điều kiện hiếm khí (không có oxy) dưới tác dụng của nhiệt độ cao. Nhiệt được cung cấp ở tầng đốt cháy trong lò khí hóa. Tầng nhiệt phân nằm giữa tầng đốt cháy và tầng sấy.



Phản ứng hoàn nguyên [2]:



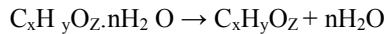
Ngoài ra có các phản ứng tạo ra hydro như sau:



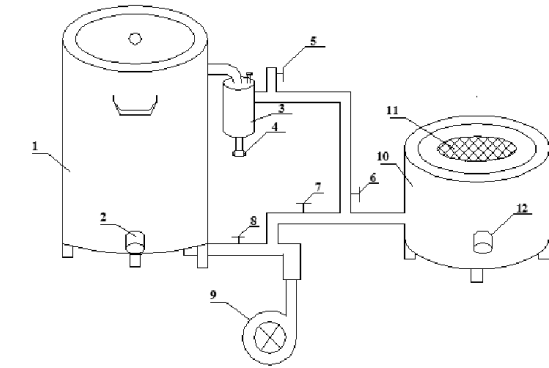
Sau quá trình nhiệt phân, thành phần chủ yếu là của hỗn hợp khí sinh ra chính là hỗn hợp khí hóa.

### 2.1.3. Quá trình sấy

Đây là quá trình làm khô nguyên liệu biomass thô dưới tác dụng của nhiệt. Nhiệt cung cấp ở đây được thực hiện trong một chu trình nhiệt động học khép kín của hệ thống lò khí hóa diễn ra trong quy trình đốt khí hóa. Nhiệt độ nhiên liệu miền sấy khoảng 60-70°C, là nơi trao đổi nhiệt giữa hỗn hợp khí hóa với nhiên liệu. Thành phần hóa học tổng quát của nguyên liệu biomass là  $C_xH_yO_z$ .



### 2.2. Cấu tạo bếp hóa khí sinh khối



**Hình 1.** Bếp hóa khí sinh khối và các bộ phận của nó

1. Lò khí hóa; 2. Cửa lấy xỉ (hay cửa nhóm lò); 3. Bình lọc khí; 4. Vít xả bẩn; 5. Van thoát khí; 6. Van khóa bếp; 7. Van điều chỉnh oxy; 8. Van cấp gió; 9. Quạt gió; 10. Bếp hồng ngoại; 11. Đầu đốt hồng ngoại; 12. Khóa xả bẩn

### 2.3. Thiết kế, chế tạo lò sinh khí

Nhóm tác giả đã thiết kế, chế tạo 3 mẫu lò hóa khí với công suất 1,7; 2,0 và 2,2kW [3]; [4]. Tiến hành các thí nghiệm xác định hiệu suất lò. Kết quả được trình bày ở Bảng 1.

**Bảng 1.** Các mẫu lò hóa khí

| Kiểu lò khí hóa          | Đơn vị | I    | II  | III  |
|--------------------------|--------|------|-----|------|
| Đường kính lò khí hóa    | cm     | 24   | 32  | 40   |
| Chiều cao cột nhiên liệu | cm     | 40   | 40  | 40   |
| Lượng nhiên liệu         | kg     | 1,7  | 3   | 5    |
| Hiệu suất lò             | %      | 0,62 | 0,6 | 0,58 |
| Công suất nhiệt của lò P | kW     | 1,7  | 2,0 | 2,2  |

### 2.4. Nhiên liệu

Bếp hóa khí sinh khối sử dụng được nhiều loại nhiên liệu từ phụ phẩm nông, lâm nghiệp (trấu, rơm, mùn cưa, phoi bào, xơ dừa, vỏ cà phê, bã mía, thân và lõi ngô, lạc, lá

thông...) để tận dụng nguồn nhiên liệu sẵn có của từng địa phương khác nhau. Tùy thuộc vào đặc điểm của từng loại nhiên liệu mà ta có cách xử lý, cách đốt khác nhau cho phù hợp hoặc có thể trộn lẫn các loại nhiên liệu chất lượng tốt và khá phổ biến (mùn cưa, trấu) với các loại nhiên liệu khác để quá trình hóa khí diễn ra hiệu quả [5].

#### 2.4.1. Trấu



Dễ sử dụng nhưng nhiên liệu này cháy nhanh và có độ rỗng lớn, nên cần chú ý thường xuyên dùng que nén lò để nén nhiên liệu. Ngoài ra có thể trộn thêm tro để làm giảm độ rỗng, đồng thời có thể tận dụng lại tro chưa cháy kiệt.

Cách dùng: Trộn trấu và tro (tỉ lệ 1:1). Đổ trấu ngập van phân phối khí, bật quạt gió, đốt giấy nhóm lò thả vào lò. Khi bắt đầu cháy đổ thêm trấu cho đầy lò, dùng gậy nén trấu cho chặt. Đậy nắp lò, mở van thoát khí khoảng 1 phút thì đóng van thoát khí, mở van bếp và bật lửa châm bếp. Sau khi đun một thời gian (khoảng 30-60 phút) thấy ngọn lửa kém đi thì mở nắp lò, dùng gậy nén lại nhiên liệu cho chặt. Nếu trấu tụt xuống nhiều, xuất hiện các khoảng rỗng lớn thì nên đổ thêm trấu.

#### 2.4.2. Mùn cưa



Đun lâu hơn trấu, nhưng nhỏ và nặng hơn trấu nên dễ tắt. Vì vậy, không nên nén chặt như trấu. Mùn cưa cần phải khô. Nhóm lò cần có củi vụn và được lót kỹ cho có nhiều than đỏ. Có thể sử dụng nhiên liệu này ở dạng đóng bánh như viên than tổ ong, nhưng có nhiều lỗ nhỏ.

Cách dùng: Đổ mùn cưa hoặc vỏ bào ngập van phối khí; cho củi vụn phủ lên trên, đổ một ít dầu để môi cho dễ cháy (nếu không có dầu thì xếp vỏ bào hoặc nguyên liệu dễ cháy dưới củi để nhóm cho dễ); bật quạt gió và nhóm lò. Khi củi nhóm cháy có nhiều than đỏ thì bắt đầu đổ mùn cưa vào lò, dùng cây nén lò nén mùn cưa xuống, dùng gậy chọc lò nhỏ (3-5mm) chọc nhiều lỗ nhỏ từ trên xuống nơi củi cháy, thấy khói bốc lên là được. Đậy nắp lò, mở van thoát khí khoảng 1 phút thì đóng van thoát khí, mở van bếp và bật lửa châm

bếp. Khi ngọn lửa bốc lên cao thì mở van điều tiết gió vào bếp cho đến khi tạo được hồng ngoại. Sau khi đun một thời gian thấy ngọn lửa kém đi thì dùng cây nén lò qua nắp lò (hoặc mở nắp lò) nén lại mùn cưa cho chặt. Nếu mùn cưa tụt xuống nhiều thì đổ thêm mùn cưa.

2.5. Mục tiêu nghiên cứu

Chế tạo thiết bị, khảo sát nhiệt độ quá trình khí hóa, thay đổi kích thước lò phù hợp với hộ dân sinh. Xác định giá trị của lưu lượng dòng khí, độ ẩm, mật độ của nhiên liệu để đạt được quá trình cháy hiệu quả.

3. Kết quả nghiên cứu và bình luận

3.1. Khảo sát nhiệt độ của bếp trong quá trình khí hóa

3.1.1. Mục đích thí nghiệm

Khảo sát nhiệt độ khí hóa khi cháy ổn định, rồi xác định đường kính lò thích hợp.

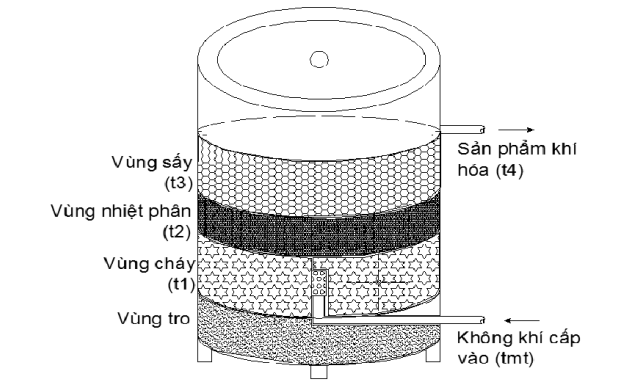
3.1.2. Cách tiến hành

Bước 1: Điều chỉnh lưu lượng không khí cấp vào cho quá trình khí hóa diễn ra (nếu có thể).

Bước 2: Tiến hành đo nhiệt độ tại các vị trí đặt ống đo khi khí sinh ra ổn định.

Bước 3: Thay đổi đường kính lò rồi quay về bước 1 thí nghiệm lại.

3.1.3. Kết quả thí nghiệm



Hình 2. Phân bố vùng nhiệt trong lò đốt

Tiến hành các thí nghiệm với đường kính lò lần lượt là: 24cm, 32cm, 40cm, nhiên liệu là trấu.

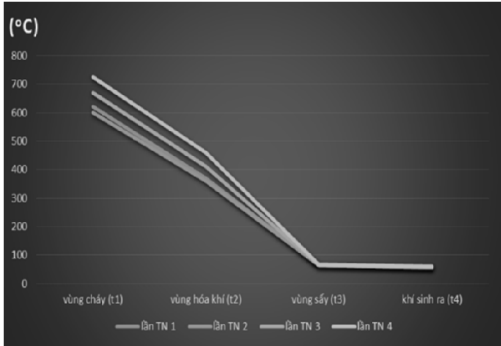
Bảng 1. Nhiệt độ tại các vị trí của quá trình khí hóa

| Stt | Các mẫu lò thí nghiệm                                                                                             | Kết quả                                                                                                                                                                                                                            |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Lò khí hóa đường kính D = 40cm, không có lớp cách nhiệt, nhiên liệu trong lò có độ rỗng lớn và không được nén lại | Bếp hồng ngoại không đo (sang), chỉ có khói trắng.<br>$t_{mt}=27^{\circ}\text{C}$ , $t_1=590\div660^{\circ}\text{C}$ ,<br>$t_2=365\div375^{\circ}\text{C}$ ,<br>$t_3=64\div65^{\circ}\text{C}$ ,<br>$t_4=54\div58^{\circ}\text{C}$ |
| 2   | Lò khí hóa đường kính D=40cm, không có lớp cách nhiệt, nhiên liệu trong lò được nén lại                           | Bếp hồng ngoại cháy ổn định.<br>$t_{mt}=31^{\circ}\text{C}$ , $t_1=570\div640^{\circ}\text{C}$ ,<br>$t_2=353\div378^{\circ}\text{C}$ ,<br>$t_3=62\div65^{\circ}\text{C}$ ,<br>$t_4=52\div59^{\circ}\text{C}$ .                     |
| 3   | Lò khí hóa đường kính D=32cm, có lớp cách nhiệt dày 4 cm, nhiên liệu                                              | Bếp hồng ngoại cháy ổn định.<br>$t_{mt}=25^{\circ}\text{C}$ , $t_1=640\div702^{\circ}\text{C}$ ,<br>$t_2=410^{\circ}\text{C}$ , $t_3=60\div65^{\circ}\text{C}$ ,                                                                   |

|   |                                                                                         |                                                                                                                                                                                                             |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | trong lò được nén lại                                                                   | $t_4=54\div59^{\circ}\text{C}$ .                                                                                                                                                                            |
| 4 | Lò khí hóa đường kính D=24cm, lớp cách nhiệt dày 8 cm, nhiên liệu trong lò được nén lại | Bếp hồng ngoại cháy ổn định.<br>$t_{mt}=30^{\circ}\text{C}$ , $t_1=695\div748^{\circ}\text{C}$ ,<br>$t_2=452\div464^{\circ}\text{C}$ , $t_3=63\div69^{\circ}\text{C}$ ,<br>$t_4=58\div62^{\circ}\text{C}$ . |

Nhận xét:

- Qua Bảng 1, ta thấy quá trình khí hóa ổn định thì nhiệt độ trong lò phân bố đều và phù hợp với các giai đoạn của quá trình khí hóa.
- Khi nhiên liệu trong lò có độ rỗng lớn mà không được nén lại thì nhiên liệu bị cháy hoàn toàn không khí hóa được.
- Đường kính lò khoảng 25-30cm là thích hợp đối với bếp hóa khí dùng nấu nướng hộ gia đình.
- Có lớp cách nhiệt thì nhiệt độ trong lò hóa khí ổn định và cao nên quá trình hóa khí hiệu quả hơn.



Hình 2. Đồ thị phân bố nhiệt độ trong lò

3.2. Khảo sát ảnh hưởng của lưu lượng không khí cấp vào và ảnh hưởng của trở lực cột nhiên liệu

3.2.1. Mục đích thí nghiệm

Xác định lưu lượng không khí cấp vào và ảnh hưởng của trở lực lớp nhiên liệu đến lưu lượng không khí cấp vào trong quá trình hóa khí hiệu quả.

3.2.2. Cách tiến hành

Thay đổi lượng không khí cấp vào để xác định được lưu lượng tối ưu bằng thực nghiệm.

Thay đổi trở lực của lớp nhiên liệu (bằng cách thay đổi chiều cao cột nhiên liệu) và thay đổi mật độ nhiên liệu (bằng cách nén nhiên liệu) rồi xem xét ảnh hưởng của trở lực đến lưu lượng không khí cấp vào bằng cách giữ nguyên thông số của quạt.



Hình 3. Bếp hồng ngoại khi cháy ổn định

### 3.2.3. Kết quả thí nghiệm

Từ kết quả thí nghiệm ta thấy rằng: lượng không khí cấp vào để quá trình hóa khí tối ưu chiếm 30÷40% lượng không khí lý thuyết để đốt cháy hoàn toàn nhiên liệu theo tính toán quá trình cháy khi đốt trực tiếp. Đối với nhiên liệu là trấu thì lượng không khí để đốt cháy hoàn toàn 1kg nhiên liệu là 4,5kg không khí/kg nhiên liệu. Dựa vào giá trị suất tiêu hao nhiên liệu (kg/h) và khối lượng riêng của không khí  $\rho=1.25 \text{ kg/m}^3$  ta tính ra được lưu lượng không khí cấp vào ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) [3]. Chiều cao của cột nhiên liệu để quá trình hóa khí diễn ra hiệu quả trong khoảng 40÷45 cm. Nhiên liệu cần được nén phù hợp sao cho mật độ nhiên liệu trong khoảng 115÷120kg/ $\text{m}^3$ .

Lượng khí cấp được tính toán trong khoảng tối ưu, khi thêm càng nhiều sẽ làm gia tăng lượng khí tạo thành, nhưng đến một lúc nào đó sản phẩm khí ga sẽ bị đốt cháy càng nhiều trong vùng cháy và do đó hiệu suất chuyển đổi hóa học càng thấp.

### 3.3. Ảnh hưởng của độ ẩm

Nhiên liệu có độ ẩm thấp sẽ tạo ra sản phẩm khí có chất lượng tốt. Nếu độ ẩm cao, sự thất thoát nhiệt do quá trình bay hơi ẩm là đáng kể sẽ làm suy giảm nhiệt độ của quá trình khí hóa do đó sẽ ảnh hưởng xấu đến quá trình khí hóa (giảm số lượng, chất lượng khí hoặc giảm đồng thời cả số lượng và chất lượng khí sinh ra). Vì vậy, để làm giảm độ ẩm của nhiên liệu, cần có các phương pháp xử lý đối với nhiên liệu trước khi đưa vào khí hóa. Thông thường độ ẩm thích hợp để khí hóa nhiên liệu là 10-20 % (Thực tế đo được 10,2%). Đối với các vật liệu có độ ẩm cao thì có thể tăng chiều cao của thiết bị để tăng kích thước vùng sấy lên. Tuy nhiên, điều này bị hạn chế bởi sẽ làm xuất hiện sự ngưng tụ hơi nước. Ngoài ra, cần thiết kế tối ưu các thiết bị lọc nước trong gas sau khi ra khỏi thiết bị khí hóa.

### 3.4. Ảnh hưởng của độ rỗng khối vật liệu

Quá trình khí hóa thường đi kèm với quá trình giảm thể tích nhiên liệu tạo nên độ rỗng trong khu vực phản ứng.

Nếu độ rỗng hình thành, oxy sẽ tăng tại khu vực rỗng, sẽ dễ xảy ra quá trình cháy hoàn toàn tại khu vực này [6]. Lượng  $\text{CO}_2$  trong hỗn hợp khí thoát ra tăng, chất lượng gaz giảm. Do đó khi thiết kế thiết bị khí hóa, cần tính đến khả năng làm giảm tối đa độ rỗng tạo ra trong quá trình vận hành.

## 4. Kết luận

Các tác giả đã thiết kế và chế tạo được lò khí hóa gas từ trấu, mùn cưa; khảo sát một số yếu tố ảnh hưởng đến quá trình khí hóa.

Thực nghiệm cho thấy lò khí hóa lúc có ghi thì không tạo hồng ngoại và cần thay đổi nhiều đường kính lò để phù hợp với mục đích sử dụng của hộ dân sinh.

Thiết bị khí hóa có thể đạt hiệu suất đạt 60% (lấy giá trị trung bình từ Bảng 1, là tỷ số giữa nhiệt lượng cần đun sôi 2kg nước với nhiệt lượng tỏa ra khi cháy nhiên liệu [3]), có hiệu quả kinh tế và xã hội cao, nguồn nhiên liệu dồi dào và có thể kiểm soát được, đồng thời giảm thiểu được ô nhiễm môi trường. Chi phí nhiên liệu thấp hơn nhiều so với than đá, dầu hay khí gas LPG.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Gasification Chris Higman and Maarten van der Burgt Gulf Professional Publishing is an imprint of Elsevier Science. Copyright © 2003; Elsevier Science (USA).
- [2] Đào Ngọc Chân, Hoàng Ngọc Đồng (2008); *Lò hơi & Thiết bị Đốt*; Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- [3] Bếp hóa khí sinh khối; Nguyễn Văn Quốc Cường, lớp 10N, khoa CN Nhiệt-Điện lạnh (Đồ án tốt nghiệp 2015).
- [4] <http://bepgasinhhoc.com/nguyen-ly-hoat-dong-bep-ga-sinh-hoc.html>.
- [5] Hoàng Ngọc Đồng; *Lý thuyết cháy*; Đại học Đà Nẵng.
- [6] Bùi Trung Thành (2012), Nghiên cứu thực nghiệm xác định một số thông số chính ảnh hưởng đến quá trình hoạt động của buồng đốt khí hóa kiểu thuận quy mô nhỏ; *Tạp chí Khoa học & Công nghệ của Đại học Đà Nẵng* (9/2012).

(BBT nhận bài: 01/08/2015, phản biện xong: 17/09/2015)