

## TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO MẪU Lò ĐỐT THAN QUY MÔ NHỎ (LĐT 1,0) ĐỂ SẤY KHÔ VÀ BẢO QUẢN NÔNG SẢN

### Calculating, Designing and Manufacturing the Pilot-Scale Prototype-Coal Furnace (LDT 1.0) to Dry and Process Agricultural Products

Nguyễn Đình Tùng

*Khoa Cơ điện, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội*

Địa chỉ email tác giả liên lạc: *ndtung@hva.edu.vn*

Ngày gửi đăng: 29.01.2010; Ngày chấp nhận: 15.03.2010

#### TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu là tính toán, thiết kế và chế tạo mẫu lò đốt than cho hệ thống sấy vi ngang với công suất quy mô nhỏ để làm khô các sản phẩm nông nghiệp. Lò đốt than LĐT 1,0 đã được thiết kế và chế tạo tại Bộ môn Công nghệ Cơ khí, Khoa Cơ điện, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội. Lò đốt than này có cấu tạo đơn giản, kích thước chiều dài 0,95 m, chiều rộng 0,45 m và chiều cao 0,5 m. Lò này có thể sử dụng đối với hệ thống sấy tĩnh để làm khô các sản phẩm nông nghiệp, với năng suất của hệ thống vào khoảng 1 tấn/mê.

Từ khóa: Hệ thống sấy, lò đốt than, nông sản.

#### SUMMARY

The objectives of this study were to calculate, design and manufacture a coal furnace prototype with horizontal grating drying-system at pilot scale to dry agricultural products. The coal furnace LDT 1.0 was designed and manufactured at the Department of Mechanical Technology, Faculty of Mechanical Engineering, Hanoi University of Agriculture. Simply structured, the LĐT 1.0 had a dimension of 0.95m in length, 0.45m in width and 0.5m in height with a capacity of approximately 1.0 ton per batch. The furnace can be used as a static drying system for drying agricultural products.

Key words: Agricultural products, coal furnace, drying system.

#### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm qua, sản xuất nông, lâm, ngư nghiệp liên tục phát triển với tốc độ khá nhanh, trên 4,3%/năm (Nguyễn Đình Tùng và cs., 2005). Các ngành công nghiệp và dịch vụ nông thôn tăng từ 10 ÷ 12%/năm đã tạo điều kiện giải quyết việc làm cho người lao động (Nguyễn Đức Dũng, 2005). Đời sống nông dân ở nhiều vùng được cải thiện rõ rệt. Tuy nhiên, việc phát triển sản xuất nông nghiệp trong thời gian qua mới chú trọng tăng sản lượng, chưa quan tâm đúng mức tới

việc bảo quản và chế biến nông sản nên tồn thất sau thu hoạch còn lớn, nhiều sản phẩm nông sản (ngô, đậu đỗ, khoai tây...) không đáp ứng được yêu cầu của sản xuất hàng hoá. Ở một số vùng nông thôn miền núi, bà con vẫn sản xuất theo phương thức tự cung, tự cấp, đời sống còn nhiều khó khăn (Nguyễn Đình Tùng và cs., 2005).

Theo đánh giá của các nhà chuyên môn thì giống cây là yếu tố quyết định hàng đầu đến năng suất và chất lượng sản phẩm. Với điều kiện khí hậu và đặc điểm thời vụ gieo

trồng nước ta thì việc đáp ứng đủ giống cây (cả về số lượng và chất lượng) là yếu tố cấp thiết cần được quan tâm (Nguyễn Đình Tùng và cs., 2005).

Trong sản xuất nông nghiệp ở nước ta, ngô là cây lương thực quan trọng sau cây lúa. Ngoài ra, ngô còn dùng làm thức ăn cho chăn nuôi, là nguyên liệu chính cho nhiều ngành công nghiệp chế biến khác như: bánh kẹo, nước giải khát (Nguyễn Đình Tùng và cs., 2005). Thân và lõi ngô được dùng làm nguyên liệu sản xuất giấy, sợi hoặc làm cơ chất trong sản xuất và nuôi trồng nấm (Nguyễn Đức Dũng, 2005).

Từ vai trò và những công dụng nêu trên, việc nghiên cứu, tính toán, thiết kế và chế tạo mẫu lò đốt (LĐ) than phục vụ cho sấy và bảo quản ngô giống là rất cấp thiết. Lò đốt đề cập ở đây, được thiết kế và chế tạo dựa trên sự cải tiến nguyên lý LĐ nguyên liệu rắn dùng cho máy sấy tĩnh vĩ ngang để sấy ngô hạt ("ngô thối") và sản phẩm làm thức ăn cho gia súc đã được chuyển giao cho Thái Bình, Ba Vì và Hải Phòng. Tuy nhiên, đối với việc sấy ngô giống, ngoài việc đảm bảo hạt không bị "chết phôi" để có thể nảy mầm tốt, còn phải chú ý đến màu sắc của hạt giống. Do đó LĐ này đã được cải tiến ở bộ phận dập tàn lửa để hạn chế muội than bám vào hạt ngô và bộ phận "le gió" điều chỉnh nhiệt độ của khí nóng khi vào bin sấy. Kết quả nghiên cứu này cho phép ứng dụng với những sản phẩm nông nghiệp khác khi cần thiết.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phân tích các tính chất hoạt động, phạm vi ứng dụng và đặc biệt là phân tích ưu-nhược điểm của một số loại lò đã được sử dụng ở Việt Nam và một số nước trên thế giới, từ đó để đưa ra được một mẫu lò đốt nguyên liệu rắn thay thế như: than, các viên ép từ phụ phẩm nông nghiệp (vỏ trấu, rơm rạ, bã mía, ...) nhằm khắc phục một số nhược điểm của chúng.

## 3. THỰC TRẠNG NGHIÊN CỨU, ỨNG DỤNG MỘT SỐ LOẠI LÒ ĐỐT NGUYÊN LIỆU RẮN Ở VIỆT NAM VÀ THẾ GIỚI

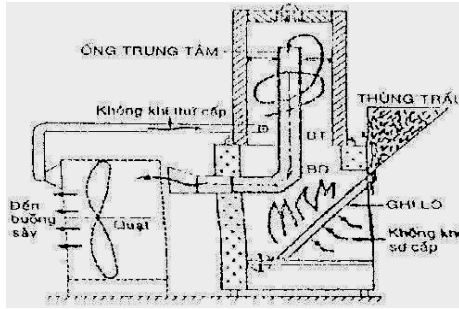
### 3.1. Một số loại lò đốt nguyên liệu rắn ở Việt Nam

Việc ứng dụng lò sấy vào bảo quản và chế biến các sản phẩm nông nghiệp đã được áp dụng từ lâu với nhiều kiểu dáng và mô hình khác nhau. Đơn giản nhất là việc áp dụng các loại LĐ thủ công như các bếp than tổ ong, LĐ than, bếp củi để tạo nhiệt cho hệ thống sấy.

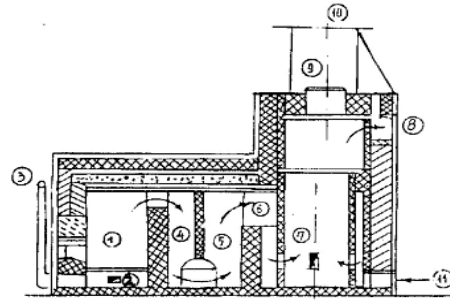
- Lò đốt với buồng đốt dạng trụ của máy sấy hạt giống (Hình 1), loại lò này có ưu điểm là sử dụng các phụ phẩm nông nghiệp (trấu, mùn cưa, vỏ cà phê, bã mía), tuy nhiên lượng nhiệt tạo ra là không lớn bởi vì nhiệt trị của sinh khối không cao, vào khoảng 15,0 ... 18 MJ/kg nguyên liệu (Nguyễn Đình Tùng, 2008) nhỏ hơn so với nguyên liệu có nguồn gốc hóa thạch như: than đá, than nâu, diesel... vào khoảng 28 ...35 MJ/kg nguyên liệu (Tung và cs., 2009). Ngoài ra, nguyên liệu cháy không „đượm“, do vậy đòi hỏi phải có sự chú ý nhiều hơn của người sử dụng.

- Lò đốt than dùng khói lò làm tác nhân sấy (Hình 2), có cấu tạo khá đơn giản, dễ chế tạo. Tuy nhiên, với loại lò này thì chỉ nên dùng để sấy nông sản không có yêu cầu khắt khe về độ ẩm khói, ẩm mùi. Loại lò này cũng có thể được dùng với máy sấy tĩnh để sấy thóc, đậu đỗ, sắn củ, ... làm thức ăn cho gia súc. Hạn chế của loại lò này là khả năng hòa trộn giữa khói lò và không khí kém, lượng bụi tro nhiều và tiêu hao nhiên liệu lớn.

- Lò đốt củi, củi bấp cháy ngược (Hình 3), loại lò này có thể sử dụng nguyên liệu là củi, củi bấp, vỏ đậu phộng, thường được dùng khi sấy đậu phộng, cà phê. Kiểu lò này tương tự như kiểu lò ở hình 1. Chất lượng khói của loại lò này sạch hơn, lượng bụi tro ít hơn. Tuy nhiên, giá thành gia công và chế tạo cao hơn.

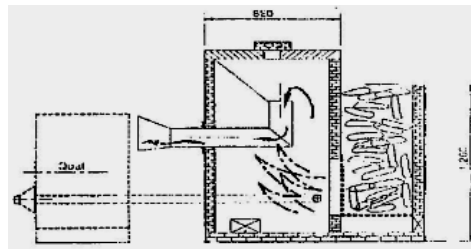


**Hình 1. Lò đốt với buồng đốt dạng trụ (Phan Hiếu Hiền, 2000)**



**Hình 2. Lò đốt than dùng khí lò làm tác nhân sấy (Nguyễn Văn Khỏe và cs., 2000)**

1- buồng đốt; 2- thông gió; 3- pha loăng không khí; 4-, 5- lắng bụi; 6- cửa dẫn khói; 7- buồng dập tàn; 8- tác nhân sấy; 9- van khói; 10- ống khí thải; 11- cửa cấp khí pha loăng



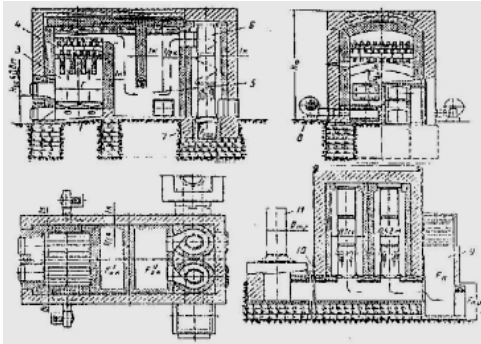
**Hình 3. Lò đốt củi, củi bấp cháy ngược (Phan Hiếu Hiền, 2000)**

### 3.2. Một số loại lò đốt nguyên liệu rắn trên thế giới

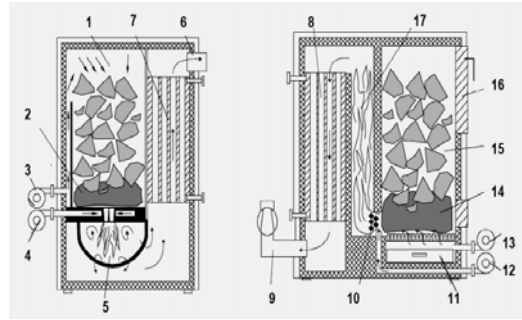
Buồng đốt nói riêng và LD dùng cho thiết bị sấy nói chung có nhiều điểm khác nhau cơ bản so với các LD dùng trong công nghiệp luyện nung.

Liên Xô (cũ) là một trong những nước có nền khoa học kỹ thuật phát triển cao, phục vụ cho cơ khí hóa và tự động hóa sản xuất nông nghiệp, đó là lĩnh vực sơ chế, bảo quản và chế biến các sản phẩm nông nghiệp, trong đó có lĩnh vực sấy. Vì vậy việc ứng dụng công nghệ sấy vào việc sơ chế và bảo quản các sản phẩm nông nghiệp đã được áp dụng khá phổ biến. Hình 4 giới thiệu một trong nhiều kiểu LD phục vụ cho các kiểu sấy khác nhau đã được áp dụng vào sản xuất ở Liên Xô cũ. Loại LD than kiểu đứng cho máy sấy ngũ cốc này có cấu tạo khá phức tạp, giá thành chế tạo tương đối cao, chỉ thích hợp với quy mô

công nghiệp. Các kiểu LD sinh khối (SK) của Cộng hòa Liên bang Đức và một số nước khác trên thế giới làm việc theo nguyên lý đốt cháy SK, phần lớn sử dụng để tạo ra nhiệt trong các LD cỡ nhỏ và trung bình như các LD gỗ, lò hơi đốt gỗ miếng, các LD gỗ viên và các LD rơm rạ. Nhiệt thu được này thường được dùng cho các hệ thống chế biến với công suất nhiệt nằm trong khoảng 0,1 - 0,5 MW (Tung, 2009). Các thiết bị này có sự khác biệt ở trạng thái “dòng” đốt và “kiểu” cung cấp nguyên liệu cho chúng (Hình 5, 6, 7). Lợi ích của việc đốt cháy hoàn toàn đạt hiệu quả cao trong các kiểu lò cỡ nhỏ. Kiểu LD ngược dòng (Hình 5) đã được giới thiệu và ứng dụng trong kiểu đốt hai giai đoạn. Trong các hệ thống LD gỗ miếng với hiệu suất thấp nên tránh sự thoát ra rất nhiều của các hợp chất gây ô nhiễm môi trường do cháy không triệt để.

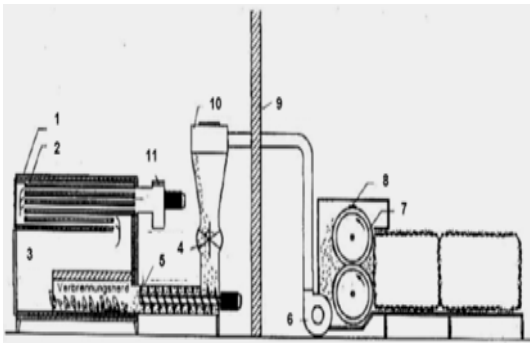


**Hình 4. Lò đốt than kiểu đứng cho máy sấy gỗ cộc (Klexkina, M. J. 1967)**



**Hình 5. Các kiểu LD gỗ miếng cháy ngược (trái), cháy phía dưới (phải) (Hartmann, H. et al., 2007)**

1, 15- khoang chứa nhiên liệu; 2, 14- vùng cháy với hoá khí; 3, 13- cung cấp không khí sơ cấp; 4, 12- cung cấp không khí thứ cấp; 5, 17- buồng đốt sau; 6- khói lò thoát ra; 7, 8- trao đổi nhiệt; 9- quạt hút; 10- kênh chảy rôi; 11- buồng tro; 16- cửa tràn



**Hình 6. LD rơm, rạ, cỏ (Scholz, V., 1997)**

1- lớp cách nhiệt; 2- nước; 3- buồng đốt; 4- van chia liệu; 5- vít tải cung cấp; 6- quạt thổi nhiên liệu; 7- lô nghiền; 8- dao nạo; 9- tường cách nhiệt; 10- cyclone; 11- quạt hút khói lò



**Hình 7. LD tầng sôi tĩnh (SFBC) (Steinbrecht, D., 2008)**

1- khói lò; 2, 10- không khí thứ cấp; 3- đường cung cấp chất lỏng; 4- dòng không khí vào tạo xoáy; 5- đốt mỗi; 6- vòi phun; 7- vật liệu trợ đốt; 8- cung cấp nhiên liệu rắn; 9- cung cấp chất xúc tác; 11- khoang trên lò; 12- lớp thép chịu nhiệt; 13- lớp cách nhiệt

Các kiểu LD dùng các vật liệu rơm, rạ, cỏ và các vật liệu dạng cuộn (bó, bánh) cũng được quan tâm phát triển. Bên cạnh đó, từng loại lò khác nhau được vận hành với các kiểu lò ghi để đốt các vật liệu dạng cuộn (Nussbaumer, 2003) (Hình 6).

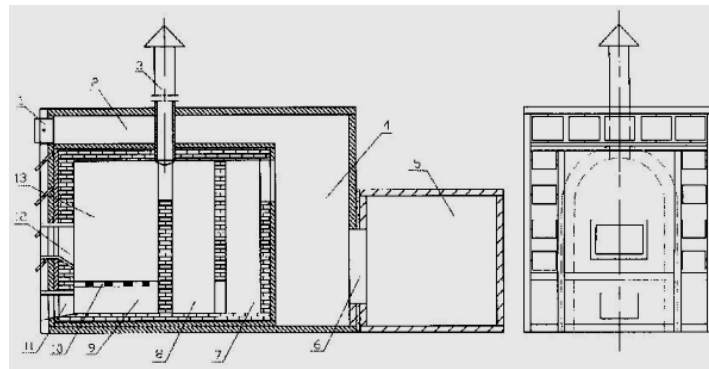
Các kiểu LD tầng sôi được thiết kế đa dạng để đốt cháy có hiệu quả các trạng thái của nhiên liệu và trong môi trường chấp nhận được cho các trạng thái ứng dụng khác nhau. Đặc biệt là công nghệ đốt tầng sôi tĩnh (Hình 7) (engl. - Stationary Fluidized Bed Combustion- SFBC). Chúng có thể được vận hành ở áp suất tự nhiên và điều áp (Tung, 2009). Những loại LD này thường sử dụng để đốt phế liệu SK hoặc hỗn hợp SK và các phụ phẩm của ngành công - nông nghiệp (Nussbaumer, 2003), cũng như các phụ phẩm nông nghiệp sau thu hoạch, phụ phẩm ngành công nghiệp chế biến nông - lâm sản, các ngành công nghiệp giấy và xây dựng (Tung, 2009) (Hình 7).

Trong các LD tầng sôi gần như đồng nhất về trạng thái nhiệt độ, nồng độ, khả dụng cho chất lượng cháy sạch và giảm thiểu các thành phần phát thải ra không khí (Tung, 2009).

Đối với các loại LD SK này, bên cạnh một số ưu điểm như nêu trên, còn có nhược điểm là kết cấu phức tạp, giá thành chế tạo

và vận hành cao. Do đó các kiểu LD này chưa thật phù hợp với điều kiện của Việt Nam trong giai đoạn hiện nay.

Đối với LD nguyên liệu rắn dùng cho thiết bị sấy thường được duy trì với cường độ cháy thấp, sự cháy của nhiên liệu phải được diễn ra một cách hoàn toàn và với hệ số không khí thừa rất lớn, do đó mà lượng tiêu hao không khí cho 1 kg nhiên liệu cũng rất lớn (Nguyễn Đình Tùng và cs., 2005). Các LD dùng cho sấy có đặc điểm quan trọng, ảnh hưởng tới các giải pháp, hiệu suất và hiệu quả kinh tế của việc dùng khối lò làm tác nhân sấy. Đó là vật liệu cần sấy thường yêu cầu nhiệt độ sấy nhỏ hơn rất nhiều so với nhiệt độ của khối lò (Nguyễn Đình Tùng và cs., 2005). Vì vậy sau khi hoàn tất sự cháy, khối lò cần được pha loãng, hòa trộn với không khí có nhiệt độ thấp hơn để đạt được nhiệt độ sấy cần thiết cho nguyên liệu sấy tương ứng. Vấn đề đặt ra là cần phải điều chỉnh và khống chế được nhiệt độ sấy trong khoảng nhiệt độ nhất định. Dựa vào điều kiện thực tế của Việt Nam, đồng thời phải đáp ứng được các yêu cầu kinh tế, kỹ thuật đặt ra như đã phân tích trên đây, sơ đồ nguyên lý của mẫu LD nguyên liệu rắn (than đá) đã được nghiên cứu, tìm hiểu và đề xuất như ở hình 8.



**Hình 8. Nguyên lý cấu tạo mẫu LD than dùng cho mô hình sấy tĩnh năng suất 1 tấn/mẻ (Tung và cs., 2005)**

1- le điều chỉnh gió lạnh; 2- kênh cấp khí lạnh; 3- ống khói; 4- buồng hòa khí sơ cấp; 5- buồng hòa khí thứ cấp; 6- cửa dẫn khí; 7- buồng lắng bụi thứ cấp; 8- buồng lắng bụi sơ cấp; 9- buồng chứa tro xỉ; 10- ghi lò; 11- cửa thông gió và ra xỉ; 12- cửa cấp than; 13- buồng đốt.

#### 4. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ LÒ ĐỐT

Qua nghiên cứu tổng quan việc ứng dụng lò sấy trong bảo quản nông sản trên thế giới và ở Việt Nam, nghiên cứu này đưa ra mô hình lò sấy đốt than bán gián tiếp, ghi phẳng. Mô hình này có ưu điểm là kết cấu đơn giản, dễ gia công chế tạo và có thể ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực sơ - bảo quản và chế biến nông sản. Để thiết kế được mẫu lò đốt, cần gắn nó với bin sấy để tạo thành mô hình sấy hoàn chỉnh (Hình 9).

##### 4.1. Tính toán hệ thống sấy

###### 4.1.1. Yêu cầu thiết kế

Tính toán, thiết kế hệ thống lò đốt than bán trực tiếp phục vụ việc sấy ngô với một năng suất nhất định nào đó (tấn/m<sup>2</sup>). Ở đây với điều kiện chưa cho phép, nghiên cứu này mới chỉ thiết kế dưới dạng mô hình thí nghiệm với năng suất là 1 tấn/m<sup>2</sup>.

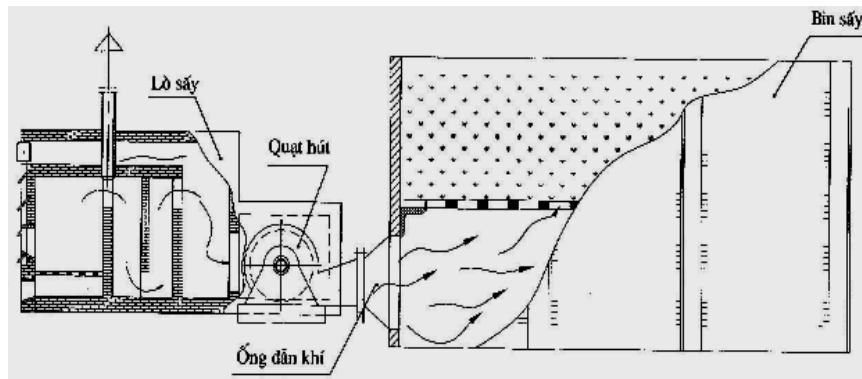
###### 4.1.2. Điều kiện thiết kế

Năng suất mô hình sấy 1 tấn/m<sup>2</sup>, ngô tươi được sấy ngay sau khi thu hoạch. Độ ẩm ban đầu 32%, độ ẩm bảo quản 13%, nhiệt độ của tác nhân sấy 35 ÷ 42°C, bề dày lớp vật liệu sấy 400 mm.

###### 4.1.3. Các thông số đã tính toán

Kết quả tính toán các thông số được trình bày tại bảng 1.

- Tính lượng ẩm cần bốc hơi trong 1 giờ  $W_h$  (kg ẩm),
- Thời gian cần thiết để độ ẩm giảm từ  $W_1$  xuống  $W_2$  (h),
- Lượng ẩm cần bốc hơi trong 1 giờ (kg ẩm/h),
- Lượng không khí khô cần thiết để bốc hơi 1 kg ẩm (kg kk/kg ẩm),
- Lượng không khí khô (kk) cần thiết để bốc hơi  $W_h$  kg ẩm là L (kg kk/h),
- Lượng không khí ẩm trước khi vào buồng sấy VB (m<sup>3</sup>/h),
- Tại thời điểm C TNS ra khỏi buồng sấy với VOC (m<sup>3</sup>) là VC (m<sup>3</sup>/h),
- Lưu lượng thể tích trung bình V (m<sup>3</sup>/h),
- Tính toán nhiệt cần thiết cho quá trình sấy:
  - + Nhiệt lượng cho quá trình cháy lý thuyết  $Q_0$  (KJ/h).
  - + Tính toán nhiệt lượng cần cung cấp cho quá trình sấy thực QV (kg).
  - + Tổn thất nhiệt do bị truyền tải mang đi QCT (KJ).
  - + Tổn thất nhiệt ra môi trường xung quanh QMT (KJ).
  - + Hệ số truyền nhiệt  $K_1$ .
  - + số hạt ngô có trong 1000 kg X (hạt).
  - + Thể tích của một hạt ngô  $V_{1H}$  (mm<sup>3</sup>).
  - + Thể tích của X hạt VH (mm<sup>3</sup>).
  - + Thể tích sơ bộ của buồng sấy là VBS (mm).
  - + Diện tích đáy của buồng sấy F (m).



Hình 9. Sơ đồ LD được lắp với hệ thống sấy tinh vi ngang (Tùng và cs., 2005)

**Bảng 1. Kết quả tính toán thiết kế mẫu LĐ nguyên liệu rắn**

Các thông số	Ký hiệu	Thứ nguyên	Giá trị
<b>Các thông số ban đầu và lựa chọn</b>			
Độ ẩm ban đầu của nguyên liệu	$W_1$	%	32
Độ ẩm sau khi sấy (độ ẩm bảo quản) của nguyên liệu	$W_2$	%	13
Nhiệt độ ban đầu của không khí	$t_0$	° C	20
Độ ẩm tương đối ban đầu của không khí	$\varphi_0$	%	85
Nhiệt độ của khí nóng vào buồng sấy	$t_1$ (sấy)	° C	38
Đường kính trung bình của hạt ngô	$d$	mm	7,5
<b>Các thông số tính toán</b>			
Lượng ẩm cần bốc hơi trong quá trình sấy	$W$	kg ẩm	218,4
Thời gian sấy	$T$	Giờ	21,0
Lượng ẩm bốc hơi trong 1 giờ	$W_h$	kg ẩm/h	10,4
Độ ẩm tuyệt đối ban đầu của không khí	$x_0$	kg ẩm/kgkk	0,01242
Enthalpy của không khí	$h_0$	KJ/kgkk	51,587
Enthalpy của khí nóng bắt đầu vào buồng sấy	$h_1$	KJ/kgkk	73,255
Độ ẩm tương đối của khí nóng	$\varphi_1$	%	30
Độ ẩm tuyệt đối của khí nóng thoát ra sau khi sấy	$x_2$	kg ẩm/kgkk	0,01775
<i>Kết quả tính toán quá trình sấy lý thuyết</i>			
Độ ẩm tương đối của khí nóng sau khi sấy	$\varphi_2$	%	86
Nhiệt độ của khí nóng thoát ra sau khi sấy	$t_2$	° C	32
Lượng không khí khô (kk) cần thiết để bốc hơi 1 kg ẩm	$l$	kgkk/kg ẩm	187,617
Lượng kk cần thiết để bốc hơi $W_h$ kg ẩm	$L$	kgkk/h	1948,1
Thể tích của không khí ẩm chứa 1 kg kk	$V_{OB}$	$m^3$	0,997
Lượng không khí ẩm trước khi vào buồng sấy	$V_B$	$m^3/h$	1942,25
Lượng không khí khi ra khỏi buồng sấy	$V_C$	$m^3/h$	1798,1
Lưu lượng thể tích trung bình	$V$	$m^3/h$	1870,2
Lượng nhiệt cần thiết để bốc hơi $W$ kg ẩm/h	$Q_0$	KJ/h	42211,2
Lượng nhiệt tổn thất do VLS mang đi	$Q_V$	KJ	9754,0
Lượng nhiệt tổn thất do thiết bị truyền tải mang đi	$Q_{CT}$	KJ	40,0
Hệ số trao đổi nhiệt đối lưu của TNS đến tường TBS	$\alpha_1$	$W/m^2.K$	12,778
Hệ số trao đổi nhiệt đối lưu từ tường TBS ra môi trường	$\alpha_2$	$W/m^2.K$	4,276
Bề dày của tôn	$\delta$	m	0,003
Hệ số dẫn nhiệt của tôn	$\lambda$	$W/m^2.K$	70
Hệ số truyền nhiệt	$K_1$	-	3,2
Số hạt ngô trong 1000 kg ngô	$X$	Hạt	$3 \cdot 10^6$
Thể tích của một hạt ngô	$V_{1H}$	$mm^3$	220,8
Thể tích của $3 \cdot 10^6$ hạt ngô	$V_H$	$mm^3$	662,34
Thể tích sơ bộ của buồng sấy	$V_{BS}$	$m^3$	0,994
Diện tích đáy của buồng sấy	$F$	$m^2$	2,5
Chiều rộng của bin sấy	$a$	m	2
Chiều dài của bin sấy	$b$	m	1,25

Nghiên cứu, tính toán, thiết kế và chế tạo mẫu lò đốt than quy mô nhỏ (LTĐ 1,0) để sấy khô...

Các thông số	Ký hiệu	Đơn vị nguyên	Giá trị
Chiều cao của buồng sấy (tính từ sàn trở lên)	$h$	m	0,4
Diện tích xung quanh bin sấy	$F_1$	$m^2$	2,58
Độ chênh lệch nhiệt độ trung bình	$\Delta T_1$	$^{\circ}C$	29,07
Tổn thất nhiệt ra môi trường xung quanh	$Q_{MT}$	KJ	864,0
Tổng lượng nhiệt cần cung cấp	$Q_{\Sigma}$	KJ	10658,5
Tổng lượng nhiệt cần cung cấp tương ứng cho 1 kg ẩm	$q_{\Sigma}$	KJ	48,8
Tổn thất nhiệt	$\Delta$	KJ	160,2
<i>Kết quả tính toán quá trình sấy thực</i>			
Độ ẩm tuyệt đối của khí nóng sau khi sấy	$x_{2T}$	kg ẩm/ kgkk	0,0389
Enthalpy của khí nóng sau khi sấy	$h_{2T}$	KJ/ kgkk	77,5
Lượng kk cần thiết để bốc hơi 1 kg ẩm	$l_T$	$m^3/h$	37,76
Lượng kk cần thiết để bốc hơi $W_h$ kg ẩm	$L_{0T}$	$m^3/h$	392,75
Nhiệt lượng có ích	$q_1$	KJ	2402,9
Tổn thất nhiệt do TNS mang đi	$q_2$	KJ	465,4
Độ ẩm tương đối của khí nóng sau khi sấy	$\varphi_{2thuc}$	%	70
Thể tích của không khí chứa 1 kg kk	$V_{CT}$	$m^3/kgkk$	0,902
Lượng không khí khi ra khỏi buồng sấy	$V_C$	$m^3/h$	354,3
Lưu lượng thể tích trung bình	$V_{C thuc}$	$m^3/h$	1148,25
Tổng lượng nhiệt cần cung cấp cho quá trình sấy	$Q$	KJ	30337,6
Lượng nhiệt mà LTĐ cần cung cấp	$Q'$	KJ	44614,13
Hiệu suất buồng đốt	$\eta_{bd}$	-	0,80
Hiệu suất đường dẫn khói	$\eta_h$	-	0,85
Lượng than cần cung cấp	$m_{Tn}$	kg/h	1,14
Diện tích ghi lò	$F_{Ghi}$	$m^2$	0,024
Thể tích buồng đốt	$V_{bd}$	$m^3$	0,027
Diện tích đáy lò	$F_L$	$m^2$	0,045
Chiều cao buồng đốt	$h_{bd}$	m	0,6
Cạnh thứ nhất của đáy lò	$a_L$	m	0,20
Cạnh thứ hai của đáy lò	$b_L$	m	0,22
Lượng không khí cần thiết Quạt phải cung cấp	$V_0$	$m^3/h$	1263,1
Lượng không khí thực tế Quạt phải cung cấp	$V_{T\acute{e}}$	$m^3/h$	1355,6
Lượng không khí theo đường đặc tính của quạt	$V_{Quat\ chon}$	$m^3/h$	1450
Áp suất tĩnh (của lớp VLS)	$H_T$	mmH <sub>2</sub> O	60
Hệ số động học của quạt	$k$	-	0,4
Áp suất động	$H_d$	mmH <sub>2</sub> O	11,43
Áp suất toàn phần	$H$	mmH <sub>2</sub> O	71,43
Hiệu suất quạt ly tâm	$\eta_{Quat}$	-	0,60
Áp suất thực tế cần thiết	$H_{TT}$	mmH <sub>2</sub> O	119,05
Công suất động cơ của quạt	$N_{đ/cơ\ quạt}$	kW	0,55
Số hiệu quạt D4-70N <sup>2</sup> <sup>1/2</sup>	$N^{\circ} 2,5$	-	-



- + Chiều cao của buồng sấy  $h$  (m)
- Tổng nhiệt lượng cần cung cấp  $Q_{\Sigma}$  (KJ)
- Tổng tổn thất  $\Delta$  (KJ)
- Xác định các thông số của quá trình sấy thực:
  - + Lượng chứa ẩm  $x_{2T}$  (kg ẩm/kg kk)
  - + Entanpi  $h_{2T}$  của quá trình sấy thực  $h_{2T}$  (KJ/kg kk)
  - + Lượng KK khô cần thiết để bốc hơi 1 kg kk ẩm trong quá trình sấy thực  $lT$  (m/h)
  - + Lượng không khí khô (kk) cần thiết để bốc hơi  $W_h$  sẽ là  $L_{0T}$  (m/h)
  - + Nhiệt lượng có ích  $q_1$  (KJ)
  - + Tổn thất nhiệt do tác nhân sấy mang đi  $q_2$  (KJ)
  - + Độ ẩm tương đối  $\varphi_2$  (%)
  - + Lượng KK ẩm ra khỏi buồng sấy VC ( $m^3/h$ )
  - + Lưu lượng thể tích trung bình  $V$  ( $m^3/h$ )
  - + Tổng nhiệt lượng cần thiết cho quá trình sấy thực  $Q$  (KJ)

#### 4.2. Tính toán buồng đốt (Bảng 1)

- Nhiệt lượng mà LĐ cần cấp  $Q'$  (KJ)
- Lượng than cung cấp cho LĐ trong 1 giờ  $m_{Th}$  (kg/h)
- Diện tích ghi lò  $F_{ghi}$  (m),
- Thể tích của buồng đốt  $V_{bd}$  (m)
- Chiều cao của buồng đốt là  $h$  (m)
- Diện tích đáy lò  $FL$  (m)

Gọi hai cạnh của đáy lò là  $a, b$ . Nếu chọn trước  $a$  (m), thì tìm được  $b$  (m) và ngược lại.

Từ các kết quả tính toán trên, ta có thể xây dựng được bản vẽ chế tạo của lò (phần phụ lục trong tài liệu của Nguyễn Đình Tùng và cs., 2005).

#### 4.3. Tính toán quạt cho lò sấy (Bảng 1)

- Lượng không khí cần thiết phải cung cấp  $V_0$  ( $m^3/h$ )
- Lượng không khí thực tế  $VT$  ( $m^3/h$ )
- Lưu lượng quạt gió là  $V'$  (m/h)

Loại quạt được lựa chọn cho hệ thống sấy này là quạt ly tâm. Lưu lượng và áp suất quạt được tính toán dựa vào kinh nghiệm thực tế phù hợp với điều kiện khí hậu tại Việt Nam, áp suất tĩnh phải đảm bảo  $(1 \div 1,5)$  mmH<sub>2</sub>O/cm chiều cao lớp hạt buồng sấy (Nguyễn Văn Khỏe và cs., 2000).

- Áp suất tĩnh của quạt HT (mmH<sub>2</sub>O).
- Áp suất động  $H_d$  (mmH<sub>2</sub>O).
- Áp suất toàn phần  $H$  (mmH<sub>2</sub>O).
- Áp suất thực tế cần thiết HTT (mmH<sub>2</sub>O).
- Công suất thực tế của động cơ quạt NĐC (kW).
- Quạt ly tâm, số quạt No 2,5 và có số hiệu  $4 - 70No2^{1/2}$ .

#### 4.4. Kết quả tính toán

Dựa trên các tài liệu (Trần Văn Phú a, 2000; Phan Hiếu Hiền, 2000; Nguyễn Văn Khỏe và cs., 2000; Trần Văn Phú b, 2000; Hoàng Kim Cơ và cs., 1985, 1986; Nguyễn Đình Tùng và cs., 2005; Bac, O., 1963 và Nguyễn Văn Máy, 2005) ta có các phương trình tính toán để tìm ra các thông số được trình bày ở bảng 1. Vì khuôn khổ hạn chế của bài báo, các phương trình tính toán không được trình bày (có thể tham khảo tài liệu của Nguyễn Đình Tùng và cs., 2005). Ở đây chỉ trình bày các kết quả tính toán, từ đó mẫu LĐ nguyên liệu rắn (LĐ 1,0) đã được thiết kế và chế tạo.

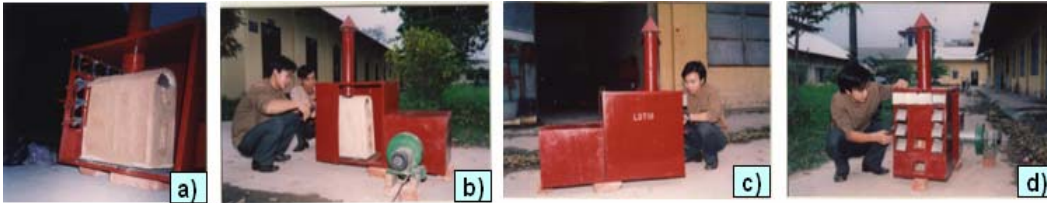
### 5. KẾT QUẢ CHẾ TẠO VÀ LẮP GHÉP LÒ

Mẫu lò đốt đã được chế tạo dựa trên các kết quả tính toán và thiết kế. Các công đoạn gia công, lắp ghép, hoàn thiện và chế tạo mẫu lò đốt này được mô tả ở các hình 10, 11 và 12.



**Hình 10. Các nguyên công, công đoạn gia công ruột lò (Tùng và cs., 2005)**

a- Gia công khuôn ruột lò ; b- gia công đáy và ghi lò; c- gia công ruột lò;  
d- và e- ruột lò đã được hoàn thiện



**Hình 11. Các nguyên công lắp ruột lò và hoàn thiện lò (Tùng và cs., 2005)**

a- lắp ruột lò vào vỏ lò; b- gia công mặt trước lò; c- lắp le gió & buồng hòa khí;  
d- hoàn thiện và điều chỉnh le gió



**Hình 12. Mẫu LD đã được gia công, lắp ráp hoàn thiện (Tùng và cs., 2005)**

a- lò và buồng hòa khí đã được lắp hoàn chỉnh; b- quạt hút đã được lắp vào lò;  
c- mô hình lò đốt hoàn chỉnh

Như vậy mẫu lò đốt đã được thiết kế, chế tạo và lắp ghép hoàn chỉnh. Với mẫu lò này có thể ứng dụng cho mô hình sấy tĩnh vĩ ngang (STVN) để sấy ngô giống với năng suất 1 tấn/m<sup>2</sup>, hoặc sấy các sản phẩm nông nghiệp tương tự khác.

## 6. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

Quá trình thực nghiệm sấy ngô bằng hệ

thống sấy tĩnh vĩ ngang sử dụng lò đốt LD 1,0. Quá trình đốt cháy nguyên liệu rắn than đá trên lò đốt này như hình 13.

- Lượng tiêu hao nguyên liệu đốt: than hoa (than củi) 1 (kg), than đá 11 (kg).

- Vật liệu để sấy: Nguyên liệu ngô hạt tươi với độ ẩm ban đầu  $W_1 = 32,6\%$  (Hình 14, trái), sau khi sấy khô với độ ẩm bảo quản  $W_2 = 13,28\%$  (Hình 14, phải).

- Thiết bị đo nhiệt độ và vận tốc của tác nhân sấy (TNS) (Hình 15).



Hình 13. Quá trình cháy nhiên liệu trong buồng đốt của lò LD 1,0



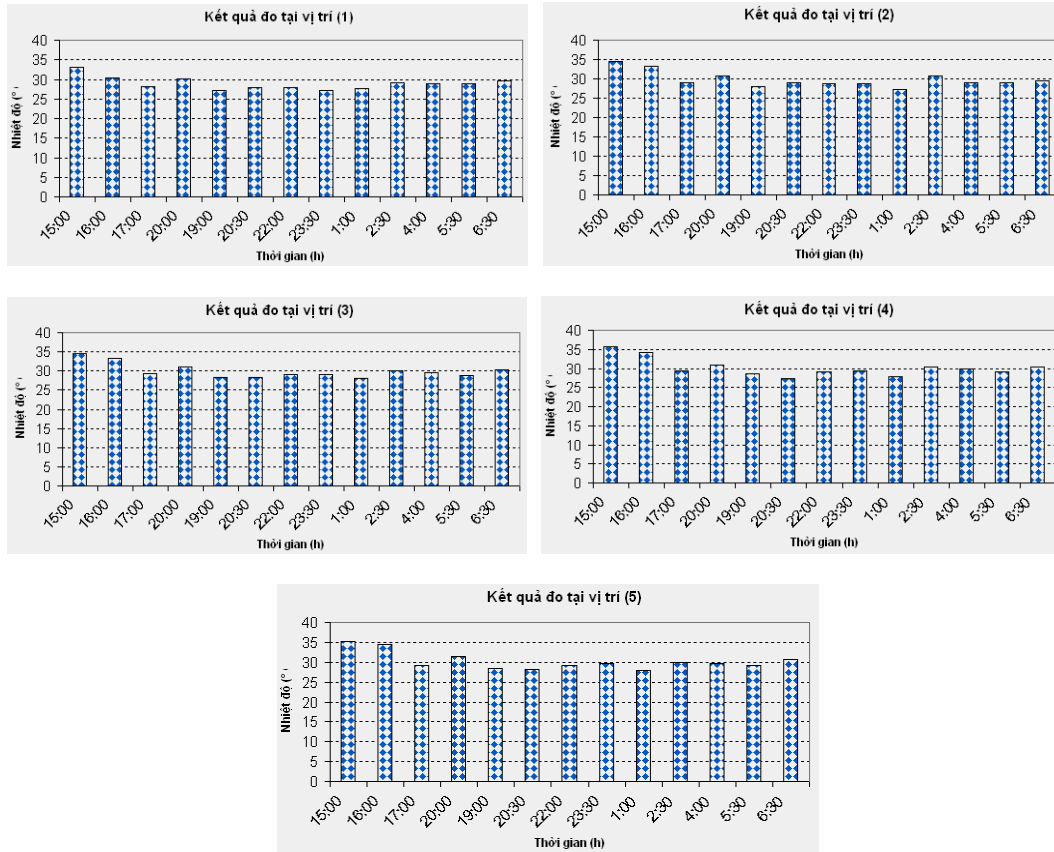
Hình 14. Vật liệu ngô tươi trước khi sấy (trái), sau khi sấy (phải)



Hình 15. Thiết bị đo nhiệt độ và vận tốc của TNS

- Bắt đầu tiến hành thí nghiệm từ chiều ngày hôm trước lúc 15h00' đến 6h30' sáng ngày hôm sau (tổng 15,5h) thì ngô khô. Toàn bộ quá trình sấy trong vòng 15,5 tiếng được

trình bày qua các đồ thị (Hình 16). Kết quả đo được của nhiệt độ TNS tại 5 vị trí đo khác nhau trong bin sấy của toàn bộ quá trình sấy cũng được thể hiện ở hình 16.



Hình 16. Đồ thị biểu diễn kết quả đo tại các vị trí từ 1 - 5

Kết quả thí nghiệm trong suốt thời gian sấy (15,5 tiếng) cho thấy, so sánh với quá trình sấy lý thuyết đã được tính toán thì thời gian sấy thực tế ngắn hơn so với thời gian sấy lý thuyết. Qua đây ta có thể đánh giá sơ bộ là hệ thống sấy tĩnh vĩ ngang này hoạt động tốt, đặc biệt là lò đốt nguyên liệu rắn này dùng để đốt than đá hoạt động rất tốt, nguyên liệu được cháy triệt để và thu được lượng nhiệt lớn và đạt hiệu suất cao. Đặc biệt khả năng dập tắt tốt, vì vậy mà màu sắc của sản phẩm sau khi sấy vẫn "sáng" không bị biến màu (ví dụ như xám). Điều đó chứng tỏ lượng muội tro bám vào nguyên liệu là không đáng kể.

Các đồ thị trên cho thấy, nhiệt độ của quá trình sấy tương đối ổn định, như vậy

chứng tỏ quá trình cháy tương đối triệt để và ổn định.

## 7. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

### 7.1. Kết luận

Mẫu lò đốt có kết cấu đơn giản, dễ gia công và chế tạo dưới dạng mô hình thí nghiệm có năng suất sấy 1 tấn ngô/1 mẻ.

Từ kinh nghiệm và kết quả đã được triển khai áp dụng cho máy STVN để sấy ngô hạt (ngô thối), sản phẩm làm thức ăn cho gia súc đã được chuyển giao cho Thái Bình, Ba Vì và Hải Phòng. Qua sự cải tiến và thay đổi một số kết cấu cho thấy, mẫu LTD này có nguyên lý phù hợp với mô hình STVN để có thể sấy ngô giống.

Kết quả triển khai áp dụng ở Thái Bình, Ba Vì và Hải Phòng cho thấy, mô hình LĐ này có thể ứng dụng tốt đối với các vùng nông thôn và đặc biệt là các vùng miền núi ở Việt Nam.

Mẫu lò đốt này có thể làm cơ sở cho sinh viên học tập nghiên cứu. Ngoài ra, nghiên cứu này còn có thể là tài liệu tham khảo cho sinh viên chuyên ngành Cơ khí và Cơ khí bảo quản chế biến Khoa Cơ điện, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội khi thực hiện đồ án môn học.

## 7.2. Đề nghị

Cần kết hợp với hệ thống "Bin sấy" để tiến hành nghiên cứu thực nghiệm đồng bộ nhằm tạo thành một hệ thống sấy hoàn chỉnh.

### Lời cảm ơn

Nghiên cứu này nhận được sự hỗ trợ kinh phí thuộc đề tài cấp Trường. Tác giả xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ quý báu của Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội và xin cảm ơn TS. Nguyễn Tường Vân - Viện trưởng Viện Nghiên cứu tính toán Thiết kế máy Nông nghiệp đã hỗ trợ trong việc đo độ ẩm của hạt.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bac, O. (1963). Cơ sở lý thuyết quạt ly tâm (Tiếng Nga). NXB. Leningrad.
- Hartmann, H., K. Reisinger, K. Thuneke, A. Hldrich und P. Rossmann (2007). Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen. Nachwachsende-rohstoffe.de.Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., 2 Auflage, Hofplatz 1, 18276 Glzw, Stadtdruckerei Weidner, Carl-Hopp-Str. 15, 18069 Rostock.
- Hoàng Kim Cơ, Nguyễn Công Cẩn, Đỗ Ngân Thanh (1985, 1986). Tính toán kỹ thuật nhiệt lò công nghiệp, Tập 1 & 2. NXB. Khoa học và kỹ thuật.
- Klexkina, M. J. (1967). Sổ tay tính toán máy nông nghiệp (Tiếng Nga). NXB. Maxcova.
- Nussbaumer, T. (2003). Combustion and Combustion of biomass. Fundamentals, Technologies, and Primary Measures for Emission Reduction. *Energy & Fuels*. Vol. 17 (6): 1510-1521.
- Nguyễn Đình Tùng (2008). Nghiên cứu thực nghiệm sự đốt cháy sinh khối trong lò đốt tầng sôi tính quy mô nhỏ (SFBC-400). *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, Trường Đại học Đà Nẵng, Tập VI, số 29, trang 33-40.
- Nguyễn Đình Tùng, Nguyễn Đức Dũng và Hoàng Văn Hải (2005). Nghiên cứu, tính toán, thiết kế và chế tạo mẫu lò đốt than bán gián tiếp phục vụ cho bảo quản và chế biến nông sản. Báo cáo nghiên cứu khoa học, đề tài cấp Trường (nghiệm thu đạt loại tốt: 55,6/60 điểm), Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội.
- Nguyễn Đức Dũng (2005). Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo mẫu lò đốt than bán trực tiếp phục vụ việc sấy và bảo quản ngô giống. Đồ án tốt nghiệp, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội.
- Nguyễn Văn Khỏe và Trần Quyết Thắng (2000). Kết quả nghiên cứu thiết kế, chế tạo và ứng dụng một số loại lò đốt nguyên liệu rắn dùng cho các thiết bị sấy nông sản. Kỷ yếu 30 năm thành lập Viện NCTK CT máy Nông nghiệp.
- Nguyễn Văn May (2005). Bơm quạt máy nén. NXB. Khoa học Kỹ thuật Hà Nội.
- Phan Hiếu Hiền (2000). Kỹ thuật sấy nông sản. NXB. Nông nghiệp.
- Scholz, V., W. Dardack (Hrsg) (1997). Energie Aus Biomasse. Ministerium Landesamt fr Ernährung, Landwirtschaft und Flurneueordnung, Postfach 379, technische Zentrale-LELFTZ 74/3.0/97, 15203 Frankfurt, Deutschland.
- Steinbrecht D. (2008). Wirbelschichtfeuerungen, Schwerpunkt, Stationre Wirbelschichtfeuerungen, Skript fr Vorlesung, Universitt Rostock, Deutschland.

- Tung, N. D.; Steinbrecht, D.; Vincent, T. (2009). Experimental Investigations of Extracted Rapeseed Combustion Emissions in a Small Scale Stationary Fluidized Bed Combustor, *Energies*, Vol. 2(1), p. 57-70.
- Tung, N.D. (2009). The Present State, Potential and Future of Electrical Power Generation from Biomass Residues in Vietnam. Agricultural Engineering International: *the CIGR E Journal*. Manuscript No. 1111 Vol. XI, October.
- Trần Văn Phú a) (2000). Tính toán thiết kế hệ thống sấy. NXB. Giáo dục Hà nội.
- Trần Văn Phú b, (2000). Kỹ thuật sấy công nghiệp và dân dụng. NXB. Khoa học Kỹ thuật Hà Nội.