

# Xây dựng phần mềm thiết kế máy tầng sôi liên tục ứng dụng sấy muối tinh

(\*) BÙI TRUNG THÀNH  
NGUYỄN PHẠM ĐỨC QUỲNH

## 1. Giới thiệu

Công nghệ sấy tầng sôi được xem là một trong số các công nghệ hiện đại đang được khuyến khích nghiên cứu ứng dụng sấy các loại vật liệu rời trong ngành chế biến thực phẩm, dược liệu và hóa chất ở Việt Nam [7].

Những năm gần đây, các phương tiện truyền thông đã công bố nhiều công trình ứng dụng nguyên lý sấy tầng sôi để thiết kế sấy nhiều loại sản phẩm đạt kết quả khích lệ, trong đó có lĩnh vực sấy muối tinh tầng sôi liên tục thay thế cho công nghệ sấy bằng máy sấy thùng quay hoặc sấy trên máy sấy rung tầng sôi [7].

Thực tế cho thấy, để thực hiện thiết kế hoàn chỉnh một hệ thống sấy, người thiết kế phải giải quyết một khối lượng lớn công việc để giải bài toán sấy tầng sôi. Toàn bộ các nội dung của bài toán thiết kế này phải giải trên máy tính bấm, trong đó, có nhiều phép tính phải sử dụng phương pháp tính lặp, tính đi, tính lại nên khó tránh khỏi các sai sót dẫn đến sản phẩm thiết kế sai nhiều lỗi, mà người thiết kế khổ, thậm chí là không thể nhận ra được cho đến khi máy sấy được chế tạo xong mới hay biết. Kết quả tiếp theo là phải tiến hành hiệu chỉnh lại các thông số, hiệu chỉnh kích thước chế tạo, thậm chí phải chế tạo lại...

Các sai sót trong tính toán và trong thiết kế đã góp phần làm tăng chi phí chế tạo, kéo dài thời gian hiệu chuẩn thiết bị, gây trở ngại cho công tác phát triển công nghệ sấy tầng sôi.

Xuất phát từ các lý do thực tế trên, yêu cầu cần phải có một phần mềm để hỗ trợ việc tính toán thiết kế máy sấy tầng sôi. Phần mềm được xây dựng phải bảo đảm được các yêu cầu của công nghệ sấy tầng sôi, trợ giúp đắc lực cho người sử dụng thực hiện tính toán thiết kế máy sấy tầng sôi nhanh, số liệu chính xác hơn, đẩy nhanh tiến độ tính toán thiết kế. Từ ý nghĩa và mục đích đó, chúng tôi giới thiệu tới bạn đọc "**Phần mềm sử dụng thiết kế máy sấy tầng sôi liên tục**". Các phần tính toán của phần mềm gồm: tính toán quá trình sấy lý thuyết, tính toán quá trình sấy thực, xác định không gian sấy, tính toán thiết bị phụ (Ghi phân phối khí, Cyclone, buồng đốt cấp nhiệt gián tiếp, calorifer khí - khói. Trong khuôn khổ bài báo, chúng tôi xin không trình bày phần tính toán thiết bị phụ.

## 2. Dữ liệu và phương pháp

### 2.1. Các vấn đề chung

Để có thể xây dựng được một phần mềm thiết kế máy, vấn đề trước tiên là người thiết kế phải nắm vững cũng như phải thực hiện được các nội dung cơ bản của công tác thiết kế máy, cụ thể như sau:

- Nắm vững được các vấn đề lý thuyết cơ bản của công nghệ sấy tầng sôi, sự khác biệt cơ bản của nguyên lý sấy tầng sôi so với các nguyên lý sấy tĩnh và sấy khí động.

- Biết thực hiện tuần tự các bước để giải bài toán sấy lý thuyết, bài toán sấy thực.

Để thực hiện tính toán thiết kế mô hình máy, người thiết kế phải thực hiện hai nội dung cơ bản là: tính toán quá trình sấy thông thường và tính toán xác định các thông số vận tốc tác nhân sấy để tạo ra chế độ sấy lớp hạt sôi ổn định trong không gian sấy.

Cụ thể: Để thực hiện được hai nội dung tính toán nói trên, phải tiến hành thực hiện các bước như sau:

- Xác định các tính chất vật lý của vật liệu ẩm cần sấy (độ ẩm vật liệu đầu vào, đầu ra, dạng liên kết ẩm, nhiệt dung riêng, độ dẫn nhiệt, kích thước hạt vật liệu. [5][6]

(\*) Khoa Công nghệ Nhiệt lạnh - Đại học Công nghiệp TP. HCM

- Xác định vận tốc khí hóa sôi lớp hạt tối thiểu, vận tốc khí sôi tối ưu và vận tốc khí làm lõi cuộn hạt vật liệu sấy. [9]
- Giải quyết bài toán sấy lý thuyết, xác định các thông số của tác nhân sấy, lượng tác nhân tiêu thụ riêng, nhiệt lượng tiêu hao riêng, tính toán trao đổi nhiệt đối lưu giữa tác nhân sấy và vật liệu ẩm trong sấy tầng sôi. [8]
- Thực hiện giải quyết bài toán sấy thực trên cơ sở thiết kế được không gian sấy (xác định được kết cấu của buồng sấy hạt, buồng phân ly hạt sấy ra khỏi luồng khí thải, ghi đỡ vật liệu sấy và phân phối tác nhân sấy. [2]

Điểm khác biệt lớn trong thiết kế máy sấy tầng sôi là phải lựa chọn và xác định được quan hệ giữa chiều dài và chiều rộng của ghi [1]. Nếu quan hệ giữa hai kích thước này không đúng, sẽ làm cho vật liệu sấy lưu lại trong không gian sấy lâu hơn mức cần thiết, độ ẩm trong sản phẩm sấy sẽ giảm đến độ ẩm cân bằng, làm tăng chi phí tiêu hao năng lượng, hoặc ngược lại, thời gian lưu của vật liệu quá ngắn sẽ không đủ thời gian thoát ẩm, kết quả là chất lượng sấy không đạt yêu cầu.

**2.2. Thực hiện**

Phần mềm thiết kế máy sấy tầng sôi được xây dựng từ phần mềm Visual Basic[4]. Ưu điểm của phần mềm này là tiết kiệm thời gian và công sức hơn so với một số ngôn ngữ lập trình có cấu trúc khác. Nó mang tính trực quan cao, có khả năng liên kết các thư viện liên kết động DLL. [3]

Tuần tự các bước thực hiện kiến tạo như sau:

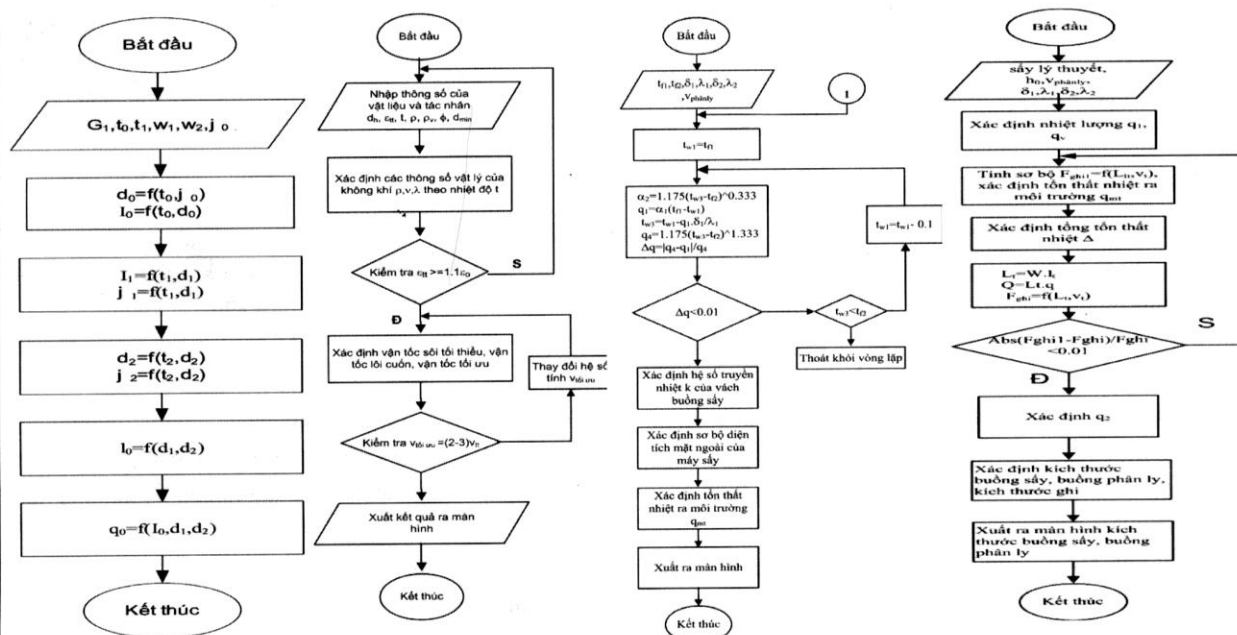
Xây dựng một thuật toán tìm kiếm và nội suy các thông số vật lý của tác nhân sấy từ một bảng cho trước. Trong nội dung này, ta sử dụng kỹ thuật liên kết cơ sở dữ liệu ADO (Active X Data object). Để làm được việc này, ta tuần tự giải quyết 3 bước:

*Bước 1:* Tạo cơ sở dữ liệu là bảng thông số vật lý của không khí khô bằng chương trình Microsoft Access (file data.mdb).

*Bước 2:* Khởi tạo kết nối từ chương trình đến cơ sở dữ liệu. [3][4]

*Bước 3:* Thuật toán tìm kiếm và nội suy các thông số vật lý của không khí khô theo nhiệt độ x. Ta lấy thuật toán tìm kiếm và nội suy giá trị làm lưu đồ diễn hình (Độc giả tham khảo nội dung này trong [12]).

Sau khi thực hiện xong hàm tìm kiếm và nội suy thông số vật lý của không khí khô cũng như xây dựng được lưu đồ, ta tiến hành xây dựng thuật toán quá trình sấy lý thuyết. Thuật toán xác định vận tốc khí sôi tối thiểu, vận tốc tối hạn và vận tốc sôi tối ưu. (Xem các lưu đồ bên dưới) [12]



Thuật toán (1): Sấy lý thuyết. Thuật toán (2): Xác định vận tốc hóa sôi tối thiểu, vận tốc sôi tối ưu và vận tốc khí tối hạn. Thuật toán (3): Xác định kích thước không gian sấy. Thuật toán (4): Quá trình sấy thực.

### 3. Kết quả và thảo luận

Phần mềm được xây dựng và bố trí theo dạng tab quen thuộc của môi trường Windows, gồm các tab tính sấy lý thuyết, tab tính vận tốc tác nhân, tab sấy thực, tab tính thiết bị phụ và kết quả. Trình tự sử dụng phần mềm theo thứ tự bố trí các tab.

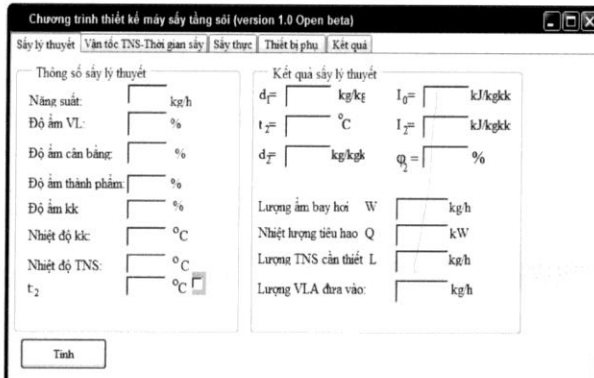
Trình tự tính toán từ trái sang phải, nhập số liệu vào các ô bên trái, những ô nào không rõ sẽ có chỉ dẫn. Phần mềm cho người dùng tùy chọn nhiệt độ khí thải  $t_2$  (nếu tính  $t_2$  theo điều kiện lấy nhiệt độ bầu ướt ( $t_w$ ) làm chuẩn tính hoặc lấy độ ẩm tương đối của khí thải trong phạm vi 80% [2] thì không cần đánh dấu lên ô  $t_2$  (hình 1). Nếu người dùng chọn nhiệt độ khí thải  $t_2$  theo thực nghiệm từ mô hình thí nghiệm trước đó thì phần mềm sẽ cho phép người sử dụng nhập nhiệt độ  $t_2$  vào một cách tự nhiên (hình 1).

Sau khi nhập xong số liệu, người sử dụng nhấn phím tính bên phải, giao diện sẽ cho kết quả của quá trình tính toán bên phải (hình 2, hình 3 và hình 4). Nếu người dùng nhập số liệu mà không bấm nút tính, sẽ có một thông báo yêu cầu người sử dụng thực hiện đúng quy trình tính toán. [4]

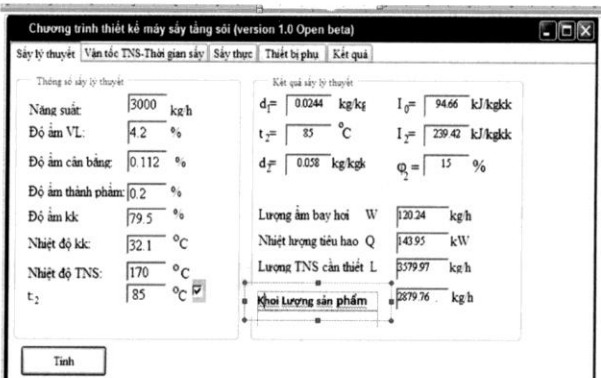
Sau đây, chúng tôi trình bày ứng dụng phần mềm vào tính toán, thiết kế cho máy sấy muối tinh có công suất 3000kg/giờ, sử dụng gas LPG [11] để đốt cấp nhiệt sấy. Tuần tự các bước thực hiện và kết quả tính toán được hiển thị trên màn hình được mô tả trong các hình thứ tự bên dưới.

#### 3.1. Thực hiện Tab sấy lý thuyết

(Hình 1) trình bày giao diện của phần Tab sấy lý thuyết. Giao diện trên hình 1, yêu cầu phải nhập được các giá trị về năng suất thiết kế đầu vào ( $G_1$ ), các thông số về độ ẩm của muối tinh đưa vào máy sấy ( $w_1$ ), độ ẩm sản phẩm sấy và độ ẩm cân bằng ( $w_{ob}$ ). (Độ ẩm cân bằng được lấy từ kết quả thực nghiệm trước đó), còn độ ẩm sản phẩm sấy được lấy từ yêu cầu chất lượng ( $w_2$ ), độ ẩm tương đối, nhiệt độ không khí và nhiệt độ tác nhân sấy đưa vào máy sấy. Sau khi nhập được các số liệu bên trái (hình 2), tiến hành thực hiện bấm vào nút tính trên giao diện, sau 2 giây sẽ cho ra kết quả các thông số bên phải (hình 2), bao gồm dung ẩm của tác nhân sấy vào và ra khỏi máy sấy ( $K_{\text{ngước}}/\text{kgkkk}$ ), nhiệt lượng riêng ( $\text{Kj/Kg kk}$ ), lượng nước bay hơi từ vật liệu ẩm  $W=120,24 \text{ kg}$  với công suất nhiệt tiêu hao  $Q = 14395 \text{ KWh}$ , với yêu cầu cấp tác nhân sấy là  $3579,97\text{kg/giờ}$  cho sản phẩm sấy lý thuyết đạt độ ẩm 0,2%, có khối lượng  $G_2 = 2879.76 \text{ kg}$ .



Hình 1: Hiển thị trên màn hình của tab sấy lý thuyết, yêu cầu cần nhập số liệu đầu vào bên trái tab.

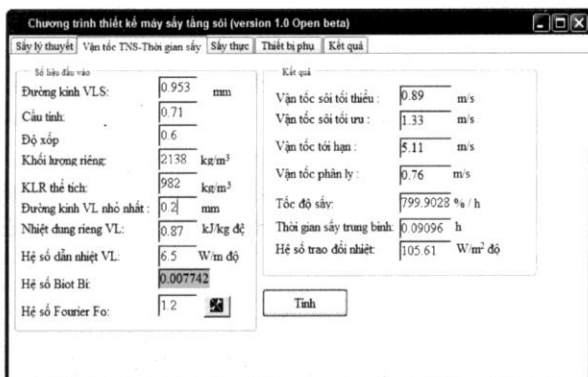


Hình 2: Kết quả hiển thị tab tính toán sấy lý thuyết sau khi nhập đủ số liệu bên trái cho kết quả tính bên phải tab.

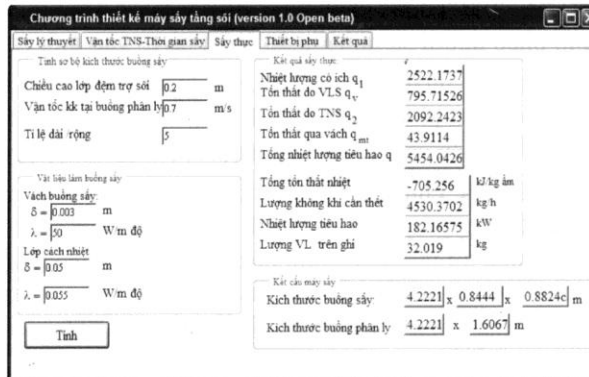
#### 3.2. Tab tính vận tốc tác nhân, thời gian sấy và Tab sấy thực.

Thực hiện thao tác cho hai nội dung tính vận tốc tác nhân sấy thổi vào khối hạt và Tab sấy thực này cũng giống như phân tích ở trên. Người sử dụng nhập dữ liệu vào các ô bên trái tương tự như Tab tính sấy lý thuyết, những ô nào cần tra đồ thị thì nhấn nút nhỏ bên cạnh ô đó, đồ thị sẽ xuất hiện. Đối với Tab tính vận

tốc tác nhân thì đường kính hạt muối  $d_m = 9,953 \text{ mm}$ ,  $\rho_h = 2138 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_v = 982 \text{ kg/m}^3$ ;  $C = 0,87 \text{ KJ/ Kg độ}$ , được lấy từ kết quả [5][6]. Các thông số Biot, hệ số Fourier (Fo) được tham khảo và tính theo [2]. Trong đó, ô đường kính hạt vật liệu nhỏ nhất được chọn  $d = 0,2 \text{ mm}$ . Kích thước này cho phép phải được tách ra và giữ lại ở buồng phân ly trên buồng sấy. Sau khi nhập đủ các thông số vào bên trái Tab, ta có kết quả giá trị của các loại vận tốc tác nhân khí đặc trưng của sấy tầng sôi. Ngoài ra, còn cho kết quả về cường độ trao đổi ẩm  $U = 799,9028\%/\text{giờ}$  với hệ số trao đổi nhiệt khí đến hạt  $\alpha = 105,61 \text{ W/m}^2 \text{ độ}$ , cùng với thời gian lưu của vật liệu ẩm trong máy sấy là 5,5 phút nằm bên phải của Tab (hình 3).



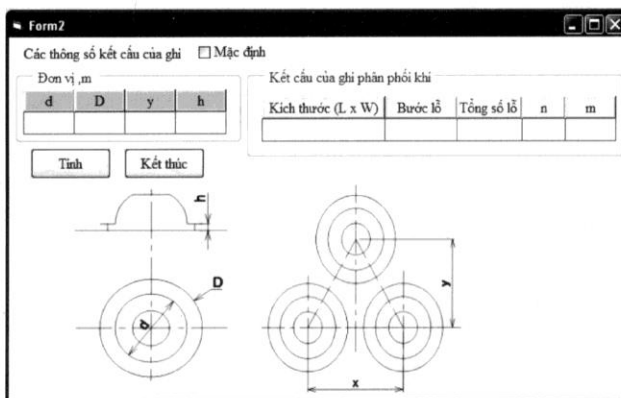
Hình 3: Kết quả hiển thị tính toán các giá trị vận tốc tác nhân khí thổi vào khối hạt hóa sôi.



Hình 4: Kết quả hiển thị các thông số khí tính toán sấy thực và kích thước không gian sấy.

Đối với Tab sấy thực (hình 4), chiều cao lớp hạt trợ sôi ( $H_0$ ) được lấy từ kết quả nghiên cứu theo [13]. Muối tinh có đặc tính kết khối dính thành bánh khi có tác động nhiệt. Bằng kết quả thực nghiệm chỉ ra trong [13], yêu cầu phải sử dụng lớp muối khô làm lớp đệm đỡ trợ sôi ngay từ quá trình gia nhiệt. Chiều cao lớp đệm  $H_0$  trong trường hợp này được chọn 200mm. Cùng với tỷ lệ chiều dài và chiều rộng của buồng sấy, chọn bằng 5 [13]. Kết quả xử lý các thông số nhập vào bên trái của Tab cho kết quả tính ở bên phải của Tab (hình 4), với các giá trị nhiệt lượng riêng có ích  $q_{ich} = 2522,17 \text{ kJ/kg}$  ẩm, tổng nhiệt lượng tiêu hao riêng  $q = 5454,04 \text{ KJ/ Kg}$  ẩm, cùng với công suất cấp nhiệt  $Q = 182,16 \text{ KWh}$ , cùng với khối lượng muối tinh ẩm thường xuyên có mặt trên ghi trên lớp hạt trợ sôi  $G' = 32 \text{ Kg}$ . Đặc biệt của kết quả xử lý đã xuất ra kích thước buồng sấy (4,22m dài x 0,84m rộng x 0,88m cao) và kích thước buồng phân ly phía trên (4,22m dài x 1,6m rộng).

### 3.3. Tab tính bộ phân phối khí



Hình 5: Tab hiển thị tính toán các kích thước của bộ phân phối khí bố trí trên ghi sấy hạt.

Sau khi tính toán xong nội dung sấy thực mới tính đến phần tính toán ghi sấy và đặc biệt là bộ phận phối khí. Theo [] phần mềm hướng dẫn chỉ xây dựng tính toán cho bộ phận phối khí có kết cấu và hình dạng như hình 5. Người sử dụng bấm chọn vào ô mặc định thì phần mềm sẽ lấy các thông số theo kinh nghiệm và thực nghiệm để tính, nếu không chọn thì người dùng sử dụng theo trình tự giống như thực hiện các tab ở trên. Kết quả phần xử lý sẽ cho ra các kích thước d,D,Y,h (hình 5)

#### 4. Kết luận:

- Đã xây dựng hoàn tất được một phần mềm thiết kế máy sấy tầng sôi sấy vật liệu rời công suất nhỏ và trung bình.
- Phần mềm được xây dựng hoàn toàn bằng tiếng Việt, giao diện dễ sử dụng.
- Phần mềm có tính tự động hóa cao khi các thông số vật lý của không khí khô và khói đều được tra và tính toán tự động.
- Các thông số nhập vào khi tính toán đơn giản, các thông số xuất ra có thể áp dụng cho bài toán thiết kế thực tế.
- Các thông số trong chương trình đều được khai báo kiểu Double, dạng số thực, có độ chính xác kép, kết quả chỉ được làm tròn khi xuất ra tab kết quả, nên phần tính toán có độ chính xác cao.
- Phần mềm đã được chạy thử nghiệm, đối chiếu và so sánh kết quả trên mô hình thiết kế máy sấy tầng sôi liên tục công suất 3000 kg/ giờ của chương trình KC07 cho kết quả có độ chính xác cao.

#### Phạm vi ứng dụng của phần mềm:

- Phần mềm không sử dụng để tính toán thiết kế các kiểu sấy tầng sôi khác, như sấy tầng sôi rung.
- Phần mềm chỉ tính toán với tác nhân sấy là không khí được gia nhiệt qua calorifer, với nhiên liệu sử dụng trong buồng đốt để gia nhiệt không khí là than đá. ❖

#### Tài liệu tham khảo:

- [1] Martin Rhodes, Fluidization of Particles by Fluids, Department of Chemical Engineering Monash University, Melbourne, Australia, 2001.
- [2] Trần Văn Phú, Kỹ thuật sấy, Nhà xuất bản Giáo dục, 2008.
- [3] Trần Văn Phú - Đặng Trần Thọ, Phần mềm tính toán quá trình sấy, Tạp chí Khoa học - Công nghệ Nhiệt, số tháng 5.2000.
- [4] Ngọc Anh Thư, Bí quyết lập trình Visua basic 6.0, Nhà xuất bản Giáo dục, 1999.
- [5] Bùi Trung Thành, Xác định một số thông số vật lý cơ bản của hạt muối tinh để ứng dụng trong tính toán thiết kế sấy bằng máy sấy tầng sôi liên tục, Tạp chí Cơ khí Việt Nam, số tháng 9.2009.
- [6] Bùi Trung Thành, Nghiên cứu xác định kích thước hình học hạt muối tinh ứng dụng sấy bằng lớp sôi, Tạp chí Khoa học Công nghệ Nhiệt, số 3/2009
- [7] Bùi Trung Thành, Nghiên cứu sấy muối tinh bằng máy sấy muối tinh tầng sôi liên tục, Tạp chí Khoa học Công nghệ Nhiệt, số 67 tháng 7/2009.
- [8] Bùi Trung Thành, Truyền nhiệt từ tác nhân khí đến hạt rắn ứng dụng trong tính toán sấy muối tinh bằng máy sấy tầng sôi liên tục, Tạp chí Cơ khí Việt Nam, số 146, tháng 9.2009.
- [9] Bùi Trung Thành, Xác định vận tốc khí hóa sôi tối thiểu trên mô hình máy sấy muối tinh tầng sôi liên tục, Tạp chí Cơ khí Việt Nam, số 148, tháng 11.2009.
- [10] Bùi Trung Thành, Thiết kế ghi phân phối tác nhân khí cho máy sấy muối tinh tầng sôi liên tục, Tạp chí Năng lượng, số 72 tháng 5.2010.
- [11]. Nguyễn Hay-Bùi Trung Thành, “Nghiên cứu thiết kế và chế tạo máy ly tâm và máy sấy muối tinh liên tục trang bị cho dây chuyền sản xuất muối tinh năng suất 3 tấn/giờ”, thuyết minh đề tài cấp Nhà nước, tháng 1/2006.
- [12] Phạm Nguyễn Đức Quỳnh, Thiết kế phần mềm sấy tầng sôi”, đồ án tốt nghiệp, Đại học Công nghiệp TP. Hồ Chí Minh.
- [13]. Bùi Trung Thành, Kết quả nghiên cứu thực nghiệm sấy muối tinh bằng phương pháp sấy tầng sôi liên tục, chuyên đề 3, luận án nghiên cứu sinh, 2010.