

# NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG TÍNH CHẤT CƠ LÝ ĐẾN CHẾ ĐỘ NUNG CỦA SẢN PHẨM CERAMIC (RESEARCH ABOUT MECHANICAL PROPERTIES AFFECT ON FIRING SYSTEM OF CERAMIC PRODUCTS)

TS. Đỗ Quang Minh, KS. Hoàng Trung Ngôn

Khoa Công Nghệ Vật Liệu, Trường Đại Học Bách Khoa TP.HCM, Việt Nam

## TÓM TẮT

Trong bài báo cáo này đề cập đến cơ sở lý thuyết để xây dựng đường cong nung cho các sản phẩm Ceramic. Từ những nghiên cứu trên tạo ra một số cơ sở về mặt lý thuyết giúp cho các doanh nghiệp đang sử dụng các lò nung nhập khẩu từ nước ngoài tối ưu hóa khả năng ứng dụng của thiết bị.

## ABSTRACT

This paper mentioned some basic theory on building the firing curve for ceramic products. These investigations establish some theoretic foundations that help businesses, who are using the furnace which are imported from foreign countries, optimize equipment applications.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nghành công nghệ gốm sứ truyền thống đã phát triển rất lâu đời ở Việt Nam nói riêng và ở thế giới nói chung. Hòa vào sự phát triển mạnh mẽ của khoa học kỹ thuật, ngành công nghệ gốm sứ cũng có những sự phát triển rất mạnh mẽ. Sự hội nhập thế giới đã và đang đưa ngành công nghiệp nước ta nói chung và ngành công nghệ gốm sứ nói riêng có sự tiếp cận và chuyển giao những công nghệ sản xuất tiên tiến trên thế giới.

Trong sự chuyển giao công nghệ đó chúng ta vẫn đang còn gặp những vấn đề khó khăn như trình độ tiếp cận chưa tương xứng với trình độ công nghệ, đối tác không chuyển giao hoàn toàn những vấn đề mấu chốt của công nghệ cho phía chúng ta, cho nên trong quá trình sử dụng và sửa chữa và cải tiến chúng đã và đang gặp những vấn đề rất khó khăn.

Xác định đường cong nung là một vấn đề rất quan trọng trong công nghệ gốm sứ. Ở nước

ngoài đây là vấn đề trung tâm khi chuyển giao công nghệ. Trong các hệ thống điều khiển chúng ta nhập từ nước ngoài thì phía đối tác không chuyển giao cơ sở để xây dựng một đường cong nung. Vì vậy khi thay đổi công nghệ các cán bộ kỹ thuật hoàn toàn làm trên cơ sở thực nghiệm.

Vì vậy việc xây cơ sở lý thuyết cho một chế độ nung và kết hợp với những thực nghiệm cần thiết để chúng có thể thiết lập được một đường cong nung cho một sản phẩm cụ thể để tiến tới chúng ta hoàn toàn có thể làm chủ được chế độ nung. Trên cơ sở đó chúng ta có thiết lập hệ thống điều khiển lò nung.

## 1.1 Cơ sở lý thuyết

Phương trình cân bằng nhiệt trong lò nung

$$dQ = dQ_{vl} + dQ_{mt} \quad (1)$$

Dòng nhiệt lượng truyền vào vật liệu nung theo phương x, trong một đơn vị thời gian.

$$dQ_{vl} = Q_{vao} - Q_{ra} \quad (2)$$

$$Q_{vao} = -k_x(dx.dy)\left(\frac{dT}{dx}\right)d\theta \quad (3)$$

$$Q_{ra} = -k_x(dx.dy)\left(\frac{dT}{dx}\right)d\theta - (dy.dx)\frac{d(k_x \cdot \frac{dT}{dx})}{dx} dx.d\theta \pm q(x,y,z,T) \quad (4)$$

$$dQ_{vl} = (dy.dx)\frac{d(k_x \cdot \frac{dT}{dx})}{dx} dx.d\theta = dx.dy.dz \cdot (\rho_{(T)} \cdot C_p \cdot \frac{dT}{d\theta}) \cdot d\theta \quad (5)$$

$$\text{Với } \frac{dT}{d\theta} = \frac{d\left(\frac{k_x}{\rho_{(T)} \cdot C_p} \cdot \frac{dT}{dx}\right)}{dx} \text{ được định nghĩa}$$

tốc độ nâng nhiệt của môi trường nung.

$\pm q(x,y,z,T)$ : nhiệt lượng tỏa ra hay thu vào trong một biến đổi hóa lý của vật liệu nung.

$\frac{k_x}{\rho_{(T)} \cdot C_p}$ : Hệ số khuếch tán nhiệt trong vật liệu nung.

Mặt khác khi tăng nhiệt độ nung trong môi trường nung với tốc độ nâng nhiệt khác nhau, thì do khả năng dẫn nhiệt khác nhau của từng loại vật liệu nung dẫn đến sự chênh lệch nhiệt độ của môi trường nung và bề mặt vật liệu, trong lòng vật liệu nung.

Nếu ta xét vật liệu nung là dạng tấm mỏng, phẳng vô hạn thì ứng suất xuất hiện tại bề mặt tấm vật liệu và tại tâm tấm vật liệu được xác định như sau.

Ứng suất tại bề mặt vật liệu nung:

$$\sigma_y = \sigma_z = \frac{E \cdot \alpha}{1 - \mu} (T_a - T_s) \quad (6)$$

Ứng suất tại tâm vật liệu nung

$$\sigma_y = \sigma_z = \frac{E \cdot \alpha}{1 - \mu} (T_a - T_c) \quad (7)$$

Chênh lệch nhiệt độ giữa bề mặt và tâm của tấm vật liệu nung ( xét ở dạng tấm mỏng, phẳng vô hạn)

$$T_c - T_s = 0,50 \cdot \frac{W_t \cdot \delta^2 \cdot \rho_{(T)} \cdot C_p}{k_x} \text{ (} ^\circ\text{C)} \quad (8)$$

Sự chênh lệch ứng suất nhiệt giữa bề mặt và tâm của tấm vật liệu nung là cơ sở để giải thích cho quá trình cong, vênh, nứt vỡ trong quá trình nung. Vì vậy chúng ta có thể tìm được giới hạn của quá trình nâng nhiệt trong lò nung để đảm bảo cho vật liệu của chúng ta không bị nứt vỡ.

Với sự nâng rất chậm tại giá trị nhiệt độ cần xác định thì ta có thể tìm thấy một quan hệ giữa ứng suất nhiệt và tốc độ nâng nhiệt.

$$\sigma_{gh} = 0,5 \frac{E \cdot \alpha \cdot \rho_{(T)} \cdot C_p \cdot W_t \cdot \delta^2}{(1 - \mu) k_x} \quad (9)$$

Với:  $k_x$ : hệ số dẫn nhiệt theo phương x của vật liệu nung (W/m. $^\circ$ C)

E: Modulus đàn hồi của vật liệu nung (đối với gạch lát nền E = 14.10<sup>6</sup>psi)

$\mu$ : Hệ số poisson (đối với gạch lát nền  $\mu = 0,25$ )

$\alpha$ : Hệ số giãn nở nhiệt của vật liệu (1/ $^\circ$ C)

$T_a$ : nhiệt độ môi trường lò nung ( $^\circ$ C)

$T_c$ : nhiệt độ tại tâm của tấm vật liệu nung ( $^\circ$ C)

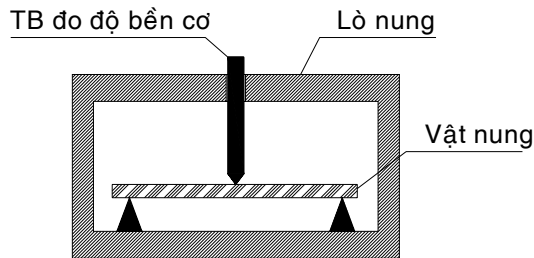
$T_s$ : nhiệt độ tại bề mặt của tấm vật liệu nung ( $^\circ$ C)

$\rho_{(T)}$ : khối lượng riêng của vật liệu nung tại nhiệt độ T (kg/m<sup>3</sup>)

$C_p(T)$ : nhiệt dung riêng của vật liệu tại nhiệt độ T

$\delta$ :  $\frac{1}{2}$  chiều dày tấm vật liệu nung (m)

## 1.2 Mô hình thí nghiệm



Hình 1: Mô hình thí nghiệm

- Lò nung được thiết kế với các tấm điện trở được bố trí 4 phía của tường lò, cho nên ta có thể coi như lò truyền nhiệt đều giữa mặt trên và mặt dưới của tấm vật liệu nung.
- Thiết bị đo độ bền cơ được thiết kế nhằm mục đích xác định độ bền cơ của vật liệu trong quá trình nung.
- Lò được thiết kế với bộ phận điều khiển được nhiều tốc độ nung khác nhau.

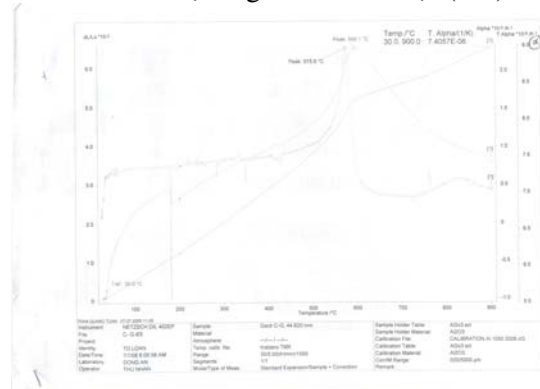
## 1.3 Phương pháp thí nghiệm

- Vật liệu thí nghiệm là dạng tấm phẳng, được tạo hình bằng phương pháp ép bán khô, cho nên độ ẩm của vật liệu ban đầu thấp (= 5%),
  - Mô hình toán trong mô hình thí nghiệm có dạng:
  - sd
- $$\sigma_{gh} = f(E, \alpha, \rho_{(T)}, C_p, \delta, \mu, k_x) \cdot W_t \quad (6)$$
- Các kết quả phân tích của phối liệu nhằm xác định khoảng nhiệt độ để xác định tốc độ nung.

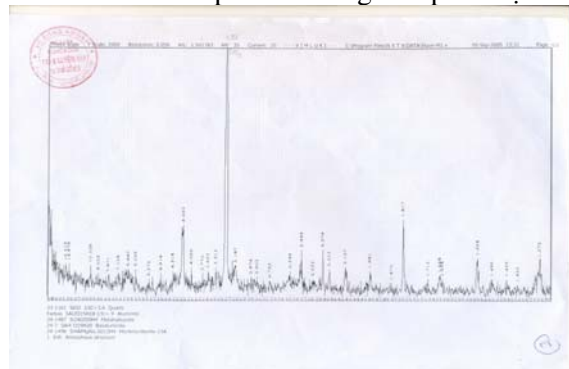
Bảng 1: Thành phần hoá của nguyên liệu

TP Hoá	Phối liệu
SiO <sub>2</sub>	67,9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18
TiO <sub>2</sub>	0,54
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,52
CaO	0,67
MgO	0,95
K <sub>2</sub> O	4,00
Na <sub>2</sub> O	1,55
MKN	5,78

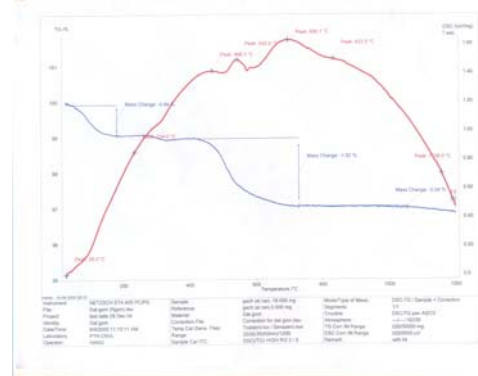
Hình 2: Hệ số giãn nở vì nhiệt (TD)



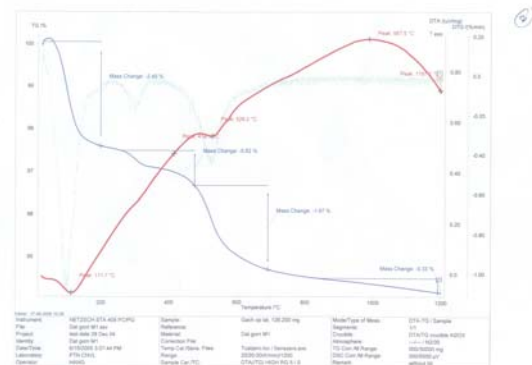
Hình 3: thành phần khoáng của phối liệu



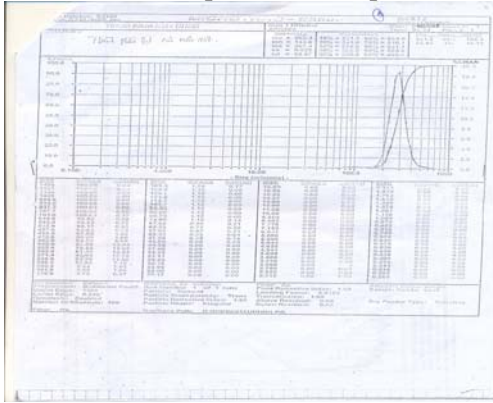
Hình 4: Nhiệt vi sai DTA, TG của phối liệu



Hình 5: Phân tích nhiệt DSC của phối liệu



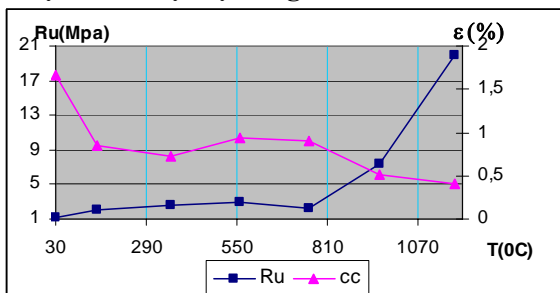
Hình 6: Thành phần hạt của phối liệu



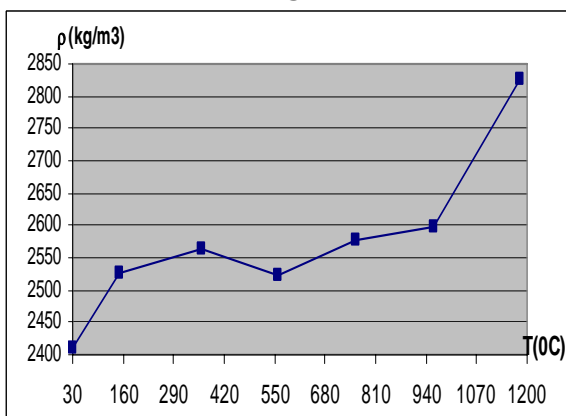
- Quá trình sấy (30-150<sup>0</sup>C)  $W_{gh} = 95^{\circ}\text{C}/\text{phút}$
- Quá trình nâng nhiệt (150-400<sup>0</sup>C)  
 $W_{gh} = 85^{\circ}\text{C}/\text{phút}$ .
- Quá trình nâng nhiệt (400-600<sup>0</sup>)  
 $W_{gh} = 30^{\circ}\text{C}/\text{phút}$ .
- Quá trình nâng nhiệt (600-1180<sup>0</sup>C)  
 $W_{gh} = 64^{\circ}\text{C}/\text{phút}$ .
- Quá trình lưu nhiệt (1180)  
 $W_{gh} = 64^{\circ}\text{C}/\text{phút}$
- Quá trình hạ nhiệt độ nhanh (1180-700<sup>0</sup>C)  
 $W_{gh} = 64^{\circ}\text{C}/\text{phút}$
- Quá trình làm nguội chậm (700-430<sup>0</sup>C).  
 $W_{gh} = 35^{\circ}\text{C}/\text{phút}$
- Quá trình làm nguội (430-50<sup>0</sup>C).  
 $W_{gh} = 62^{\circ}\text{C}/\text{phút}$

## 2. KẾT QUẢ VÀ NHẬN XÉT

### 2.1 Độ bền cơ và độ co của vật liệu nung phụ thuộc vào nhiệt độ nung



### 2.2 Khối lượng riêng của vật liệu nung phụ thuộc vào nhiệt độ nung



Qua những nghiên cứu ban đầu với một loại vật liệu cụ thể, chúng tôi đã có những cơ sở ban đầu làm nền tảng cho việc xây dựng đường cong nung.

Với vật liệu đang tiến hành thí nghiệm trên ta có thể xác định được giới hạn nung của nó trong từng giai đoạn như sau:

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ceramic Technology and Processing – Alan G.King – Norwich, New York, U.S.A
2. Tạp chí - Ificeramic forum international
3. Handbook of Powder Science & Technology- Muhammad E.fayed Lambert otten – International Thomson Publishing.
4. Industrial Ceramic – Felix Singer, Sonjas Singer – Chapman & Hall LTD London.
5. Handbook of analytical Methods for Materials – Materials Evaluation and Engineering, Inc.
7. Hướng dẫn thí nghiệm chuyên ngành Silicat – Bộ môn Silicat - Đại học Bách Khoa Tp.HCM.
8. Kỹ thuật sản xuất vật liệu gốm sứ – Đỗ Quang Minh – Đại học quốc gia TP Hồ Chí Minh.
9. Cơ sở hóa học phân tích – A.P. Kreskov.
10. Firing Ceramic – G.bickley Remmey, Jr – World Scientific Singapore, new Jersey, London, HongKong.
11. Introduction to Ceramic- W.D.Kingery, H.K.Bowen, D.R.Uhimann- John Wiley&Sons,2002.

