

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO PHỤ GIA HOẠT TÍNH TRO TRẤU (RHA) VÀ CÁC TÍNH CHẤT CỦA TRO TRẤU

Nguyễn Văn Chánh – Phan Xuân Hoàng – Nguyễn Ninh Thụy

Trường Đại học Kỹ thuật

(Bài nhận ngày 23/05/2000)

TÓM TẮT: Tro trấu (RHA) từ quá trình nung thích hợp sẽ có độ hoạt tính cao, do cấu trúc của tro trấu xốp, thành phần chính là SiO_2 vô định hình. Tro trấu là một loại phụ gia hoạt tính tốt, rất thích hợp dùng để cải thiện các tính chất của bê tông. Bài viết này đề cập sự ảnh hưởng của điều kiện nung đến các tính chất của tro trấu.

I. GIỚI THIỆU

Trấu là một chất thải của công nghệ xay xát lúa gạo, nó được xem như là chất thải nông nghiệp có ảnh hưởng đến môi trường và cũng là nguồn cung cấp năng lượng. Khoảng chừng 20% trấu đạt được từ xay lúa và trấu có một khối lượng thể tích ở trạng thái khô 90 – 150 kg/m^3 .

Các yếu tố kỹ thuật của quá trình nung nghiền tro trấu là rất quan trọng và có ảnh hưởng lớn đến độ hoạt tính của tro trấu. Tại các nước phát triển việc dùng tro trấu để thay thế một phần cho xi măng là do khả năng hoạt tính cao của chúng.

Chất lượng trấu cũng khác nhau từ các loại lúa khác nhau, nhưng thành phần của các loại trấu khác nhau đã được xác định là hoàn toàn tương tự như nhau.

Thành phần của trấu gồm có:

- Cellulose ($C_5H_{10}O_5$), một polymer của glucose.
- Lignin $C_7H_{10}O_3$, một polymer của phenon.
- Hemicellulose, một polymer của xylose.

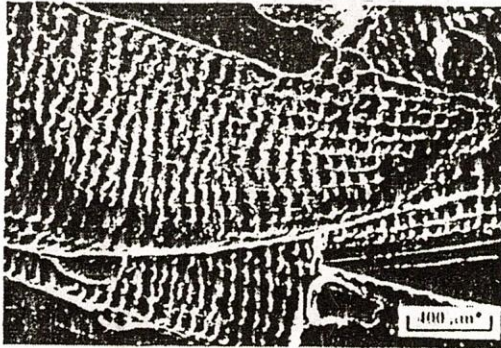
Holocellulose (cellulose liên kết với hemicellulose) chứa trong trấu là khoảng 54% nhưng thành phần của tro trấu và lignin thay đổi ít tùy thuộc vào chủng loại trấu khác nhau. Thành phần tiêu chuẩn của trấu từ các chủng loại khác nhau cũng có sự khác biệt nhỏ (bảng 1).

Bảng 1: Thành phần của trấu

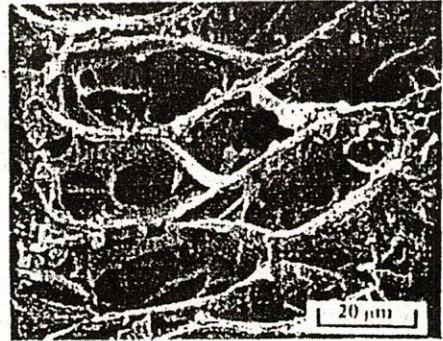
Loại trấu	Thành phần (%)		
	Holocellulose	Tro	Lignin
Mẫu 1	53,9	13,6	24,8
Mẫu 2	54,3	11,7	25,8
Mẫu 3	40-50	15-20	25-30

Sau khi nung hầu hết các thành phần đều bị đốt cháy và mất dần, còn lại oxyt silic. Tính chất của tro trấu là tùy thuộc vào thành phần hóa học của trấu và quá trình nung.

Để đạt được độ hoạt tính cao của tro trấu, khoáng silic (SiO_2) phải tồn tại ở dạng vô định hình và có cấu trúc xốp với nhiều lỗ rỗng vi mô cao (hình 2).



Hình 1: Chụp kính hiển vi điện tử quét cấu trúc của trấu



Hình 2: Chụp kính hiển vi điện tử quét cấu trúc của tro trấu

Nghiên cứu để sản xuất tro trấu có độ hoạt tính đồng nhất trong sản xuất công nghiệp. Trước hết, các thông số chi tiết của quá trình nung phải được nghiên cứu:

- 1/ Sự ảnh hưởng quá trình nung của tro trấu đến cấu trúc và độ hoạt tính của tro trấu.
- 2/ Cường độ của xi măng portland có sử dụng tro trấu.

II. ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ NUNG:

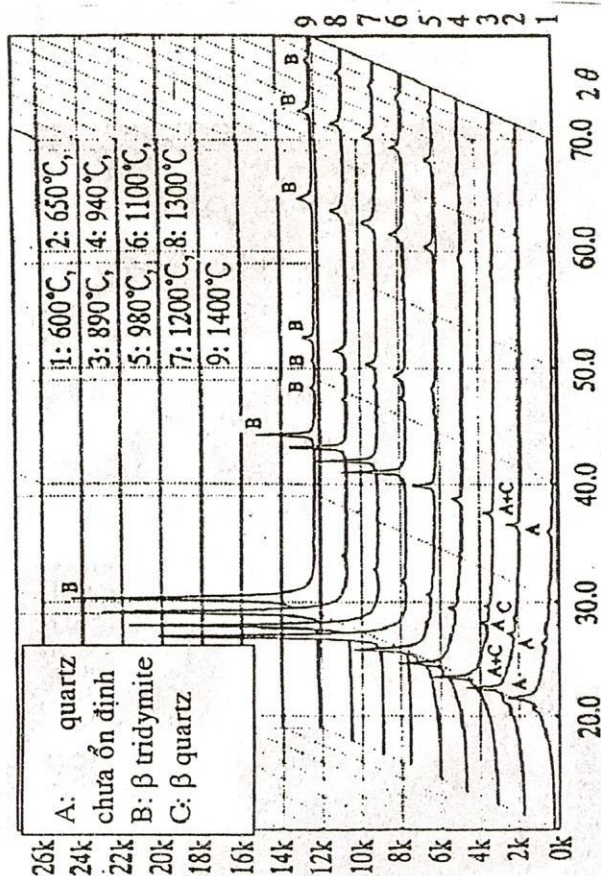
Phân tích X-ray: Sự ảnh hưởng nhiệt độ nung đến sự tạo thành SiO_2 hoạt tính của tro trấu (RHA), khi được nung trong lò điện ở phòng thí nghiệm, đã xác định bởi phân tích X-ray, tốc độ tăng nhiệt là $10^\circ\text{C}/\text{phút}$. (hình 3)

Hình 3 chỉ định rằng với sự gia tăng nhiệt độ nung thì cường độ X-ray của khoáng SiO_2 gia tăng dần. Tại nhiệt độ 600°C , tro trấu (RHA) tồn tại ở dạng SiO_2 vô định hình ($d=4,04 \text{ \AA}$) và có một lượng nhỏ tinh thể SiO_2 quartz (chưa hoàn thiện tinh thể). Tại 650°C β -quartz bắt đầu tạo nên và không còn tồn tại ở 940°C .

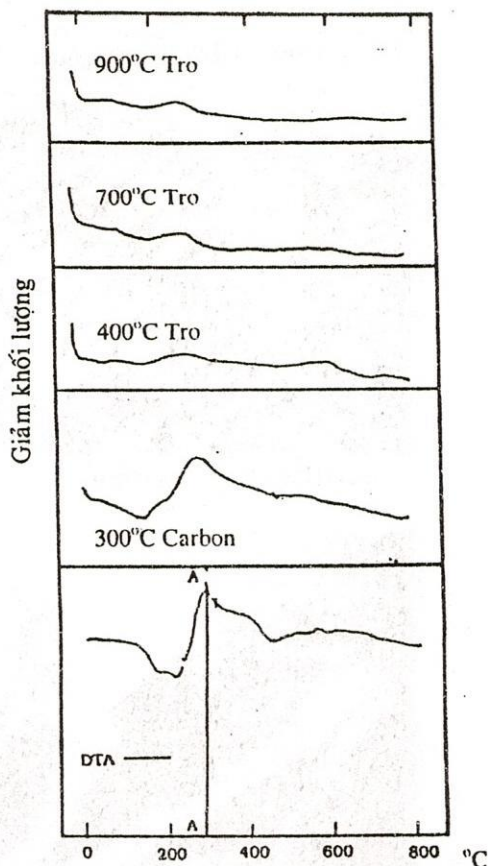
Từ 980°C , cường độ các pit của tinh thể SiO_2 trở nên mạnh hơn. Điều này xác định rằng toàn bộ SiO_2 vô định hình đã chuyển thành dạng silic tinh thể (một hỗn hợp của β -tridymite). Sự chuyển pha từ silic vô định hình tạo thành khoáng tinh thể SiO_2 làm giảm độ hoạt tính của tro trấu (RHA).

Chính vì vậy sau quá trình carbon hóa, đề nghị nên kiểm soát và khống chế nhiệt độ nung cuối cùng của tro trấu khoảng 600°C .

Phân tích nhiệt vi sai (DTA): Đã chỉ ra tại pit đầu tiên ở 95°C do sự mất nước tự do. Tại giữa 150°C và 250°C một phản ứng thu nhiệt thấp và sau đó cực đại ở 300°C . Tùy vào phản ứng oxy hóa và nhiệt độ nung, một lượng carbon được hình thành (hình 4).



Hình 3: Các giản đồ X-ray của RHA được nung ở các nhiệt độ khác nhau.

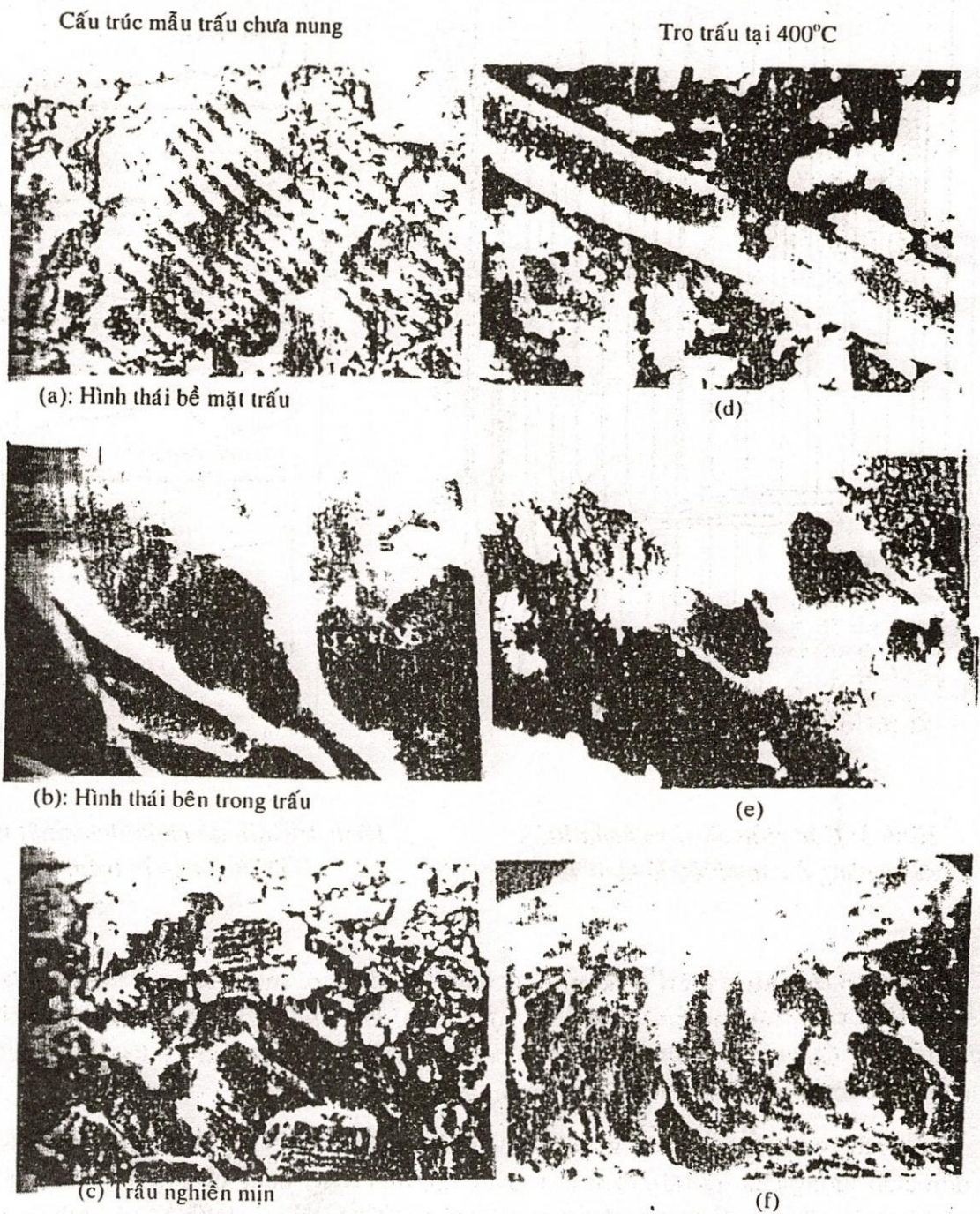


Hình 4: Giản đồ phân tích nhiệt vi sai DTA của mẫu trấu.

Phân tích kính hiển vi điện tử: Các hình 5a-c là cấu trúc của mẫu trấu chưa nung, trên bề mặt có cấu tạo bởi dạng hình sợi hình (5a) và hình (5b) là hình thái các lớp sợi bên trong. Chính các lớp sợi ở bề mặt của trấu bị đốt cháy thành tro trước, trong khi đó các lớp sợi bên trong là chưa phân hủy hoàn toàn.

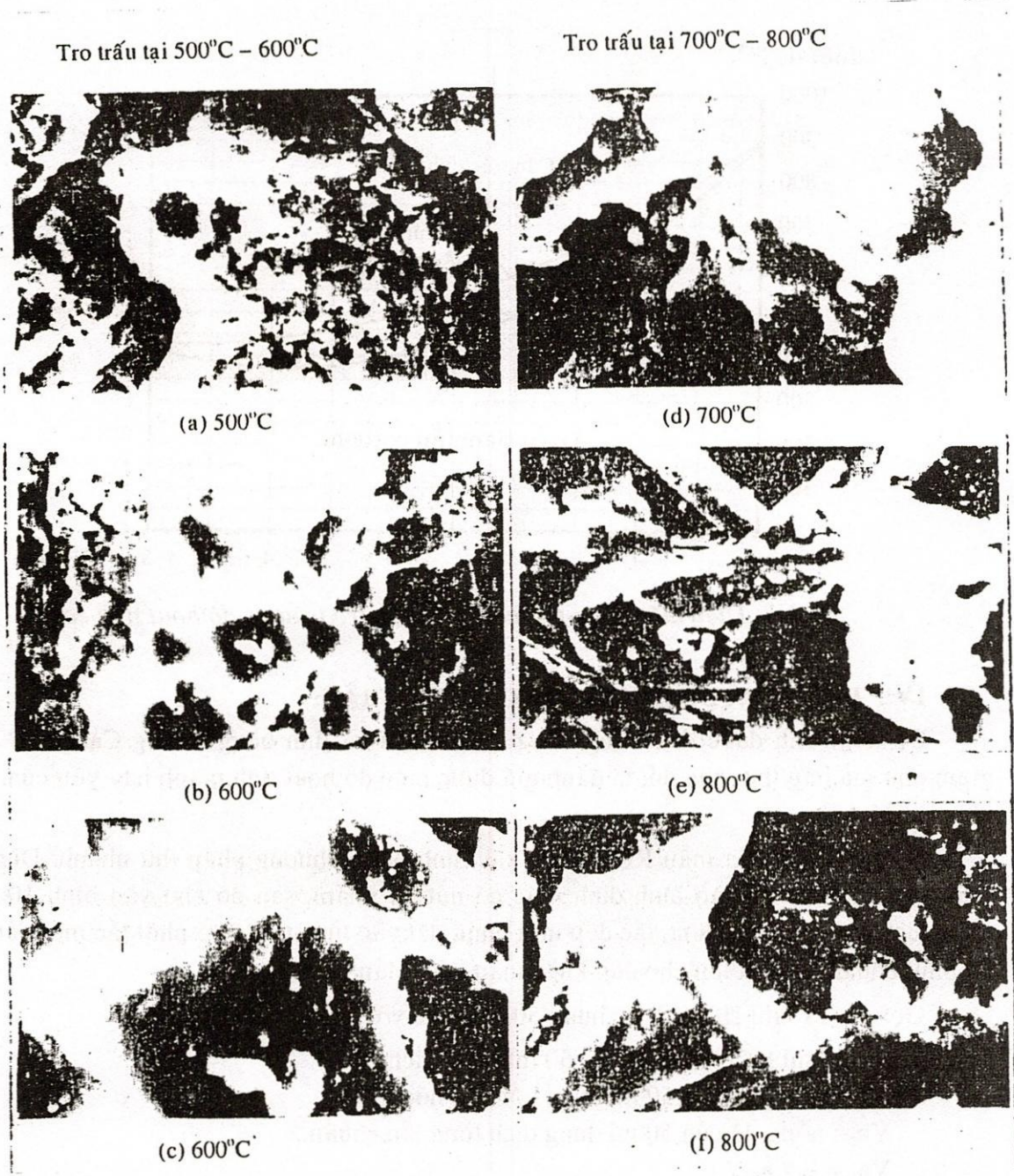
Thật rõ ràng rằng thời gian nung, nhiệt độ nung và tốc độ tăng nhiệt ảnh hưởng đến chất lượng của tro trấu. Tro trấu được tạo thành khi nung ở nhiệt độ khoảng 600°C có cấu trúc xốp rỗng lớn hơn nhiều so với tại 400°C và 500°C (hình 5d và hình 6c).

Tại 700°C vài mảnh vỡ dạng hình cầu được nhìn thấy (hình 6d). Khoảng 700 – 800°C có sự chuyển hóa thành tinh thể có bề mặt trơn (hình 6e), đó chính là hình thái của các tinh thể silic ở dạng α-quartz và wollastonite.



Hình 5: Phân tích kính hiển vi điện tử của tro trấu tại nhiệt độ nung 400°C.

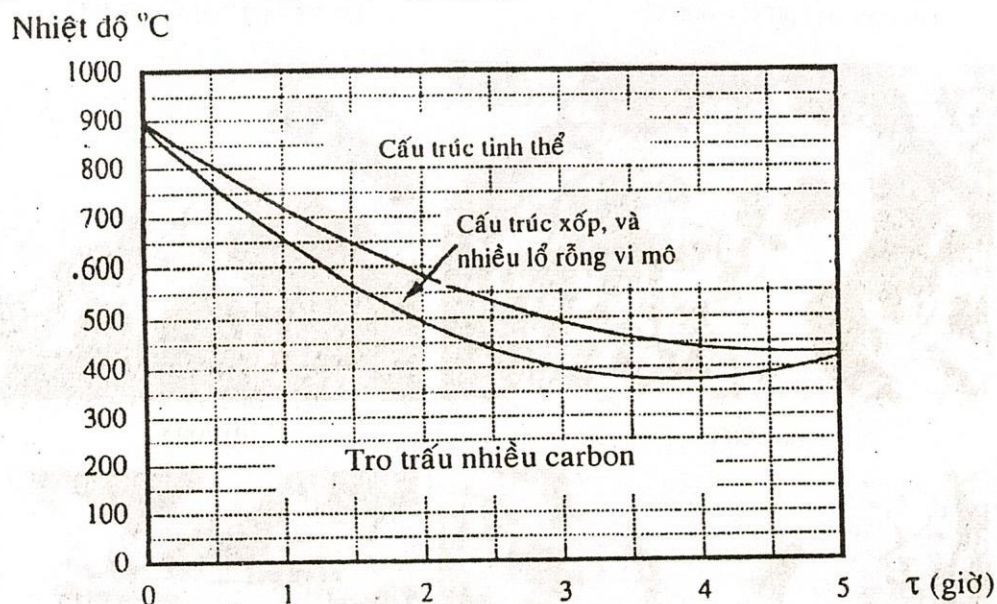
Đường kính lỗ rỗng trung bình của RHA ở nhiệt độ nung khoảng 600 – 700°C là cao nhất (hình 6b,c,d). Vì vậy để chế tạo tro trấu có độ hoạt tính tốt và ít tổn năng lượng là nung trấu ở nhiệt độ khoảng 600 – 700°C.



Hình 6: Phân tích kính hiển vi điện tử của tro trấu tại các nhiệt độ nung 500-800°C.

III. ẢNH HƯỞNG CỦA THỜI GIAN NUNG:

Tro trấu phải được nung trong một thời gian và nhiệt độ nhất định để đạt được độ hoạt tính cao được minh họa ở hình 7. Không những nhiệt độ nung mà thời gian nung cũng quan trọng để tách lượng carbon và tạo thành silic ở dạng vô định hình và có cấu trúc ô mạng rỗng xốp cao.



Hình 7: Điều kiện nung tối ưu để chế tạo tro trấu có độ hoạt tính cao.

IV. ĐÁNH GIÁ ĐỘ HOẠT TÍNH CỦA TRO TRẤU:

Độ hoạt tính được đặc trưng bằng độ hút vôi và tính bằng số mg CaO trên một gram phụ gia hấp thụ, qua đó, ta đánh giá được mức độ hoạt tính mạnh hay yếu của loại phụ gia đó. [5]

Độ hoạt tính của mẫu RHA được xác định bằng phương pháp thử nhanh. Dùng 2 gram mẫu RHA cho vào bình định mức có nút cổ nhám, sau đó cho vào bình 100 ml dung dịch nước vôi bão hòa, lắc đều một phút, đặt vào tủ sấy. Cứ 15 phút lắc một lần và 30 phút chuẩn độ một lần cho đến khi chuẩn đủ 15 lần.

Gọi a_n : số ml HCl 0,1 N chuẩn 50 ml nước vôi bão hòa.

b_n : số ml HCl 0,1 N chuẩn 50 ml dung dịch.

V_{a_n} : nồng độ của 50 ml nước vôi bão hòa.

V_{b_n} : nồng độ của 50 ml dung dịch từng lần chuẩn.

$V_{a_n} = 2,8 a_n$.

$V_{b_n} = 2,8 b_n$.

Số mg CaO do 1 gram phụ gia hút sau lần chuẩn thứ nhất là:

$$g_1 = V_{a_0} - V_{b_1} \text{ (mg CaO/g)}$$

$$g_n = \frac{V_{a_{n-1}} - V_{b_{n-1}}}{2} - V_{b_n}$$

Cộng tất cả 15 lần chuẩn ta sẽ có độ hút vôi của phụ gia hoạt tính.

Kết quả thí nghiệm độ hút vôi của mẫu tro trấu nung ở nhiệt độ 600°C là 328,72 mgCaO/1g tro trấu, được trình bày. (bảng 4)

Bảng 4: Độ hút vôi của mẫu tro trấu nung ở nhiệt độ 600°C

STT	Lượng HCl 0,1N tương ứng 50 ml nước vôi - a _n (ml)	Lượng CaO trong 50 ml nước vôi - V _{a_n} (ml)	Lượng HCl 0,1N tương ứng 50 ml dung dịch - b _n (ml)	Lượng CaO trong 50 ml dung dịch xác định - V _{b_n} (ml)	Lượng CaO trong 50 ml dung dịch sau khi đã bổ sung 50 ml nước vôi (mg)
1	21,3	59,64	1,3	3,64	56
2	21,3	59,64	1,8	5,04	26,6
3	21,3	59,64	1,3	3,64	28,7
4	21,3	59,64	1,4	3,92	27,72
5	21,3	59,64	1,5	4,2	27,58
6	21,3	59,64	4	11,2	20,72
7	21,3	59,64	4,9	13,72	21,7
8	21,3	59,64	4,2	11,76	24,92
9	21,3	59,64	6,8	19,04	16,66
10	21,3	59,64	6,7	18,76	20,58
11	21,3	59,64	9,6	26,88	12,32
12	21,3	59,64	9,8	27,44	15,82
13	21,3	59,64	12,2	34,16	9,38
14	21,3	59,64	12,5	35	11,9
15	21,3	59,64	14	39,2	8,12
Tổng cộng					328,72

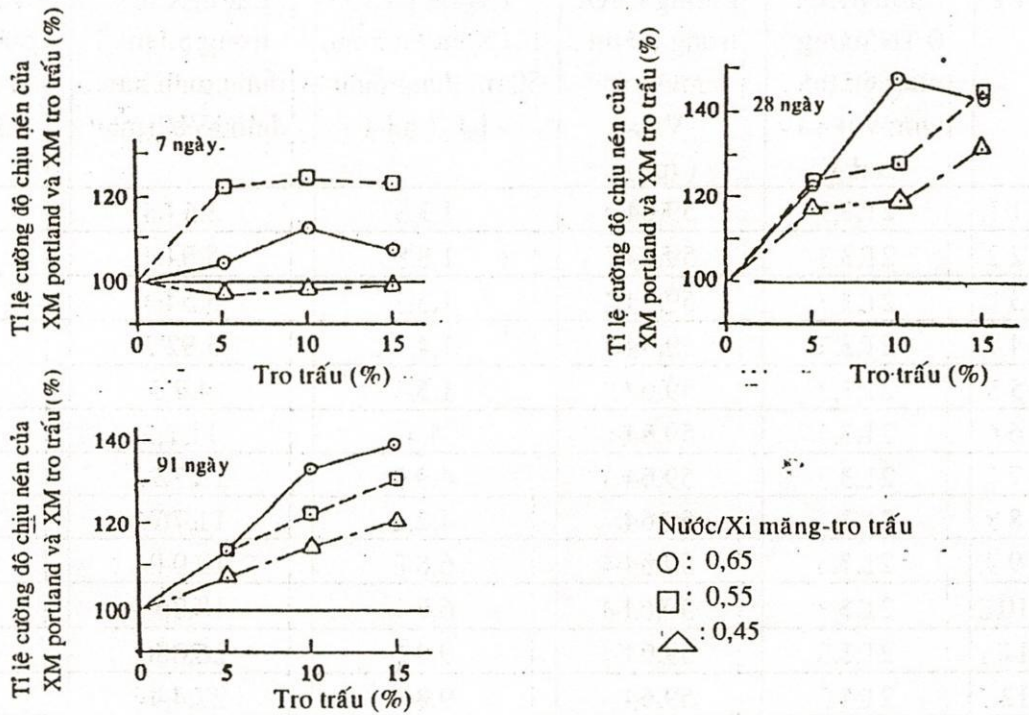
Qua kết quả ở bảng 4, ta nhận thấy RHA là một loại phụ gia có độ hoạt tính rất mạnh.

V. ẢNH HƯỞNG CỦA TRO TRẤU ĐẾN CƯỜNG ĐỘ CỦA XI MĂNG TRO TRẤU:

Theo kết quả thực nghiệm đã sử dụng tro trấu (RHA) nung trong lò điện ở nhiệt độ nung 600°C và được nghiền trong máy nghiền bi trong 60 phút.

Trộn tro trấu (RHA) với xi măng portland với tỷ lệ 5%, 10% và 15% theo khối lượng, lượng nước nhào trộn là: Nước/Xi măng (N/X) = 0,45; 0,55; 0,65. Cường độ chịu nén của vữa xi măng có sử dụng phụ gia tro trấu tại các thời gian khác nhau là hoàn toàn gia tăng. Đặc biệt tại 28 ngày và 90 ngày cường độ của xi măng tro trấu gia tăng so với cường độ của xi măng portland (hình 8).

Hình 8 xác định rằng tỷ số N/X càng cao sự gia tăng cường độ của xi măng tro trấu càng cao. Điều này được giải thích là do tỷ số N/X thực tế trong hồ xi măng tro trấu là giảm vì một lượng nước tự do được hấp phụ trong các mạng lưới lỗ rỗng của cấu trúc tro trấu (RHA).



Hình 8: Cường độ chịu nén của xi măng tro trấu với các hàm lượng tro trấu khác nhau.

KẾT LUẬN:

1. Tro trấu (RHA) có thể đạt được độ hoạt tính cao khi điều kiện nhiệt độ nung và thời gian nung thích hợp. Tại nhiệt độ nung 600°C , tro trấu (RHA) có độ hoạt tính cao.
2. Nhiệt độ nung của tro trấu (RHA) ảnh hưởng rất lớn đến độ hoạt tính của tro trấu (RHA). Tại nhiệt độ cao hơn 600°C , SiO_2 vô định hình trong cấu trúc tro trấu (RHA) sẽ chuyển thành tinh thể SiO_2 , và có độ hoạt tính sẽ giảm. Nếu ở nhiệt độ nung thấp hơn 500°C , chất lượng RHA là cũng thấp vì lượng carbon nhiều chưa đốt hết chứa trong RHA.
3. Tro trấu (RHA) có một cấu trúc của một mạng lưới rộng xốp với diện tích bề mặt rộng lớn. Khi sử dụng tro trấu (RHA) làm phụ gia thay thế một phần cho xi măng portland sẽ gia tăng được cường độ của xi măng.

PRODUCTION OF REACTIVE RICE HUSK ASH AND ITS CHARACTERISTICS

Nguyen Van Chanh – Phan Xuan Hoang – Nguyen Ninh Thuy

ABSTRACT: The rice husk ash produced by controlled incineration is a highly active pozzolan. The material is very suitable for making high performance cement and concrete products. This paper described the effect of combustion condition of rice husks on pozzolanic properties of the ash.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Mehta, P. K., "Properties of Blended Cement Made from Rice Husk Ash," ACI Journal, 74-9, 1977, pp. 440-442.

[2] Mehta, P. K., "Concrete Structure, Properties and Materials", Prentice-Hall Inc., 1986.

[3] Karasudhi, P. Nimityongskul, P., "Use of Rice Husk Ash and Building Materials in Thailand", Division of Structural Engineering and Construction, Asia Institute of Technology, Bangkok, Thailand, 1979, pp. 123-134.

[4] Sugita, S., Shoya, M. and Tokuda, H., "Evaluation of Pozzolanic Activity of Rice Husk Ash, Fly Ash, Silica Fume, Slag and Natural Pozzolans in Concrete", Proc. Fourth Int. Conf. Istanbul, Turkey, Vol. I, ACI SP 132-28, 1992, pp. 495-512. Editor: V. M. Malhotra.

[5] TCVN, "Tiêu chuẩn Việt Nam về xây dựng", tập IIA, Vật liệu xây dựng, Hà nội, 1994.

[6] Nguyễn Văn Chánh, "Nghiên cứu sự ảnh hưởng của phụ gia tro trấu (RHA) đến các tính chất cơ lý của bê tông", Luận án cao học, Trường ĐH Kỹ Thuật TP. HCM, 1998.

[7] Hwang, C. L., and Wu, D. S., "Properties of Cement Paste Containing Rice Husk Ash", ACI SP-114 (Editor: V. M. Malhotra), pp. 733-765 (1989).