

NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO HẠT KERAMZIT ĐỂ ỨNG DỤNG SẢN XUẤT VẬT LIỆU NHẸ RESEACH TECHNOLOGY OF KERAMZITE PRODUCTION USED FOR LIGHTWEIGHT MATERIAL

Nguyễn Văn Chánh và Lê Phúc Lâm

Khoa Kỹ Thuật Xây dựng, Đại học Bách Khoa, Tp. Hồ Chí Minh, Việt Nam

BẢN TÓM TẮT

Tác giả đã nghiên cứu chế tạo cốt liệu nhẹ keramzit tại Việt Nam dùng cho bê tông nhằm mục đích tìm ra loại cốt liệu nhân tạo đáp ứng đầy đủ các yêu cầu cần thiết của cốt liệu dùng cho bê tông nhẹ, đồng thời khảo sát các đặc tính của loại cốt liệu này và sự ảnh hưởng của nó đến các tính chất của bê tông. Trên cơ sở đó tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện, cải tiến hơn các đặc tính của bê tông cốt liệu nhẹ như khả năng cách nhiệt, cách âm, nâng cao cường độ chịu lực của bê tông, cũng như tính thẩm mỹ của bê tông để có thể sử dụng làm vật liệu trang trí trong xây dựng.

ABSTRACT

In Viet Nam, The writer reseached the project of Keramzite aggregate, used for lightweight concrete in order to discover artificial aggregate that met all the nescessary requests of lightweight aggregate. At the same time, testing the aggregate properties and the effect on conrete properties, reseach to improve properties 's lightweight – aggregate conrete: insulation, soundproofing, raise strength of lightweight conrete and aestheticism of conrete, made decorative materials, for instance.

1. GIỚI THIỆU

Trên thế giới, bê tông cốt liệu nhẹ ngày càng được sử dụng rộng rãi và trở nên phổ biến hơn. Bởi lẽ ngoài các ưu điểm của bê tông thường nó còn có tính cách âm, cách nhiệt tốt hơn và đặc biệt là tổng giá thành của công trình nhà cao tầng xây dựng bằng bê tông nhẹ cốt liệu rỗng thường thấp hơn đáng kể so với sử dụng các loại bê tông khác. Bê tông cốt liệu nhẹ được sử dụng trong rất nhiều lĩnh vực khác nhau: làm khung, sàn, tường cho các ngôi nhà nhiều tầng; dùng trong các kết cấu vỏ mỏng, tấm cong; trong kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước; trong chế tạo các cấu kiện bê tông cốt thép đúc sẵn.

Cốt liệu rỗng từ đá bọt đã được sử dụng ở Châu Âu từ cuối thế kỷ XIX. Những năm đầu thế XX người ta đã dùng lò quay để sản xuất cốt liệu rỗng nhẹ cường độ cao dùng cho bê tông nhẹ. Hiện nay chúng loại cốt liệu nhẹ rất đa dạng và phong phú. Được chia làm hai loại theo nguồn gốc: cốt liệu rỗng tự nhiên và cốt liệu rỗng nhân tạo.



Hình 1: Hạt Keramzit

Cốt liệu rỗng tự nhiên có nguồn gốc núi lửa (đá bọt, tuff núi lửa, xỉ núi lửa) hoặc nguồn gốc trầm tích (đá vôi, đá đolômít rỗng, tuff đá vôi, trepen – diatomic ...).

Cốt liệu rỗng nhân tạo được chia thành hai nhóm chính:

- Nhóm thứ nhất : cốt liệu rỗng thu được qua gia công cơ học các loại xỉ xốp là những sản phẩm thải của công nghiệp luyện kim, hóa chất hoặc năng lượng.

- Nhóm thứ hai : nhóm cốt liệu nhẹ nhân tạo keramzit được chế tạo bằng cách nung đất sét, diệp thạch, thủy tinh núi lửa làm phồng nở thành dạng hạt sau đó qua các khâu gia công cơ học (sàng phân loại hoặc đập nhỏ rồi sàng phân loại) để đạt được cốt liệu nhẹ có kích thước và cấp phối hạt cần thiết.



Hình 2: Sử dụng cốt liệu nhẹ cho bê tông rỗng

Vì vậy, việc nghiên cứu sản xuất hạt keramzit dựa trên hệ nguyên liệu địa phương trong nước, có những đặc tính ưu việt hơn, giá thành thấp hơn đóng một vai trò rất quan trọng trong việc hoàn thiện và phát triển bê tông nhẹ trong tương lai.



Hình 5: Panel Bê tông rỗng cốt liệu nhẹ dùng gỗ hoặc tre gia cường

2 . CƠ SỞ KHOA HỌC LÀM NỀN TẢNG NGHIÊN CỨU:



Hình 3: Bê tông cốt liệu nhẹ được sử dụng cho các công trình hiện đại ở Mỹ



Hình 4: Lắp khuôn để thi công tường bao che

2.1 Hệ số nở phồng:

Đặc trưng sự nở phồng của đất sét là hệ số nở phồng K_n . Hệ số nở phồng được đo bằng thể tích khối đất đã nở phồng và thể tích khô tuyệt đối của nguyên liệu.

Nguyên liệu nở tốt có:

$$K_n > 4.5 \text{ và } \gamma < 400 \text{kg} / \text{m}^3$$

Nguyên liệu nở kém:

$$K_n < 2.5 \text{ và } \gamma = 750 - 1250 \text{kg} / \text{m}^3$$

Nguyên liệu nở trung bình:

$$K_n = 2.5 - 4.5 \text{ và } \gamma = 450 - 700 \text{kg} / \text{m}^3$$

Hệ số dẫn nhiệt trung bình:

$$\lambda = 0.05 - 0.2W / m.^{\circ}C$$

Hệ số nở phòng phụ thuộc trước hết vào thành phần của đất sét nguyên liệu và sau đó phụ thuộc quá trình công nghệ làm phòng đất sét (phụ gia nở phòng, khoảng nhiệt độ nung và tốc độ tăng giảm nhiệt độ, thiết bị làm nở phòng).

2.2 Bản chất sự nở phòng của đất sét:

Bản chất sự nở phòng của đất sét được giải thích do sự đốt nóng nhanh tạo ra khí có áp suất đủ lớn, hợp với các silicate nóng chảy độ nhớt đủ cao có khả năng hình thành những túi khí, làm tăng thể tích vật liệu lên nhiều lần.

Pha khí trong vật liệu keramzite có thể do :

- Hơi nước tách ra từ cấu trúc các khoáng đất sét
- CO₂ do cháy các hợp chất hữu cơ và phân huỷ cacbonat
- CO và H₂ từ các tạp chất hữu cơ
- O₂ do phân huỷ Fe₂O₃
- SO₂ và SO₃ do phân huỷ sunphat...

Các khí này sẽ tách ra ở những nhiệt độ khác nhau trong quá trình nung. Bình thường các khí tách ra ở nhiệt độ thấp, cho tới khoảng 580-600°C không tác dụng gây nở phòng rõ rệt. Chỉ những khí tách ra ở khoảng nhiệt độ khoảng 800 -1050°C mới có tác dụng gây nở phòng rõ rệt vì lúc này pha thủy tinh cũng đã hình thành với lượng đủ lớn.

Khi tốc độ nung đủ nhanh, các khí hầu như tách ra cùng một lúc với sự hình thành pha lỏng nhớt. Nếu áp lực sinh ra khí đột ngột cân bằng với độ nhớt của pha lỏng, những túi khí sẽ được tạo thành. Người ta gọi đây là hiện tượng “nở dẻo”. Khi tốc độ làm nguội đủ lớn, pha thủy tinh tạo những túi màng mà vẫn đủ độ bền cơ để giữ dung tích khí lớn. Đây cũng là yêu cầu đánh giá lượng keramzite (cần nhiều lỗ xốp nhỏ, kín, và đều).

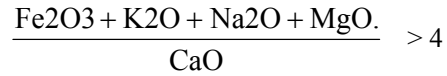
3. THỰC NGHIỆM VÀ QUI TRÌNH CÔNG NGHỆ :

3.1 Sơ đồ công nghệ:

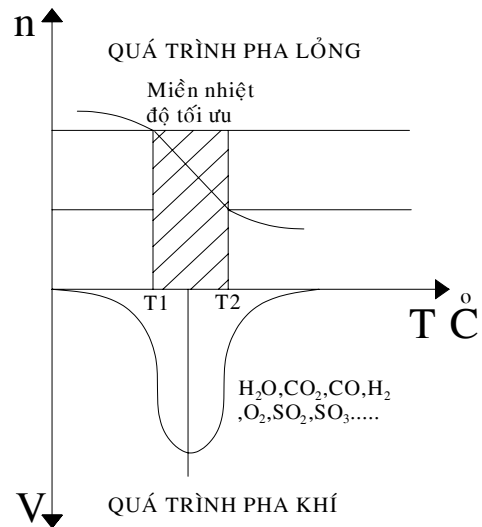
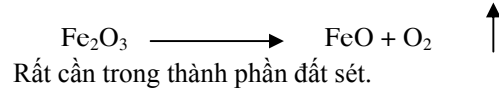
Pha lỏng hình thành nhờ các oxit dễ chảy và hỗn hợp chất chảy có khả năng tạo pha lỏng được sắp xếp theo dãy sau:



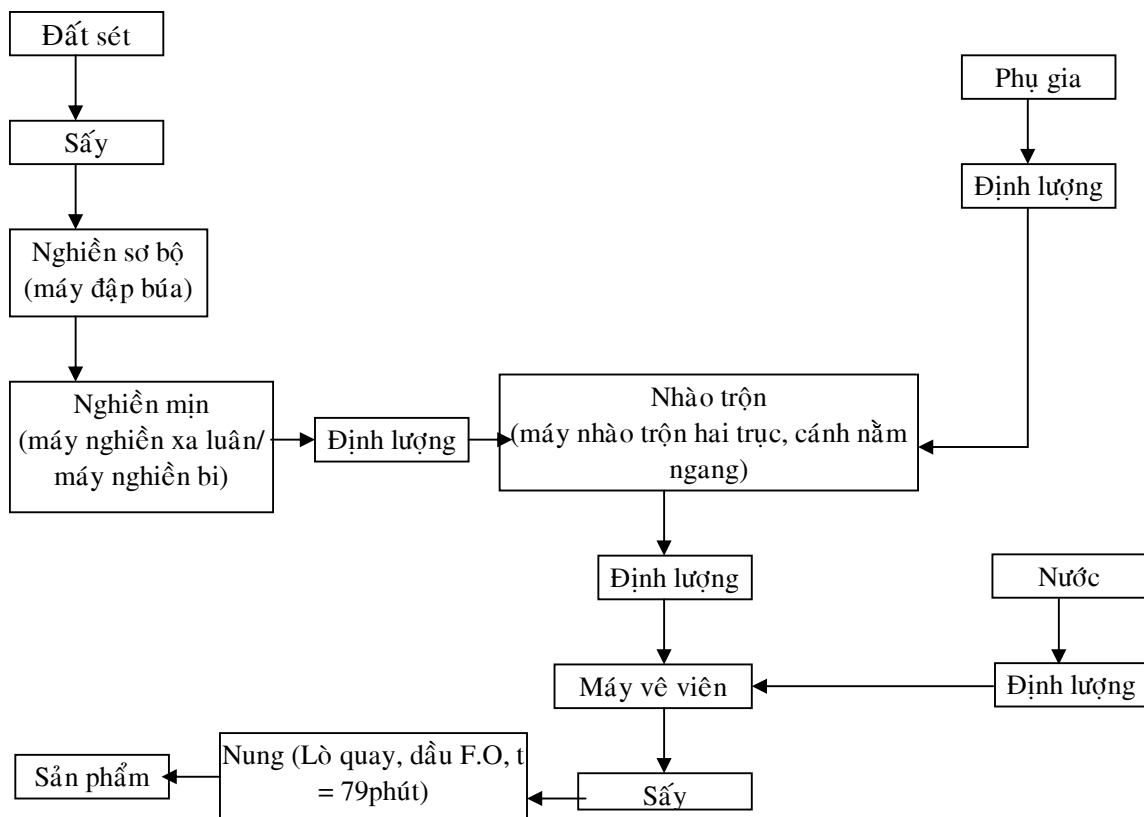
Có thể ước lượng tỉ lệ các oxit trong các loại đất sét dễ phòng nở theo công thức:



Fe₂O₃ vừa có khả năng tạo pha lỏng vừa có khả năng tạo pha khí ở nhiệt độ cao



HÌNH BẢN CHẤT PHÒNG NỞ KERAMZIT



Nguyên liệu sản xuất hạt keramzit là đất sét với thành phần hợp lý, có thể thêm các phụ gia:
 - Phụ gia tạo pha lỏng: thường là các oxit kiềm, cho thêm khi cần đảm bảo tỉ lệ oxit phân tích ở trên.

- Phụ gia tạo khí (than đá, mặt cưa, các chất phân huỷ tạo khí ở nhiệt độ cao: CaCO_3 , CaSO_4 , MgSO_4 ... hoặc các tạp chất hữu cơ).

Bảng 1: Thành phần đất sét dùng làm nguyên liệu để sản xuất

Thành phần	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	MKN
%	74,04	5,52	2,69	1,04	0,5	0,49	3,91
	85,99	9,87	6,80	1,59	1,08	0,85	5,63

Bảng 2: Các đặc trưng của đất sét

Đất sét	Khối lượng riêng g/cm^3	Khối lượng thể tích kg/cm^3	Độ rỗng %	Độ hút nước %	Cường độ KG/cm^2	Hệ số mềm	Độ cứng thang Morh	Màu sắc
Mẫu 1	2,15	1000	54	53	12	0,51	1,5	Vàng sáng
Mẫu 2	2,38	1160	50,3	50	10	---	1,5	Vàng lợt

Các phụ gia cũng phải ở mức độ cần thiết, do lượng khí thực sự cần để đất sét nở phòng không

nhều, mà cần lượng khí sinh ra đúng thời điểm cần thiết. Đặc biệt, lượng chất hữu cơ làm phụ

gia nhiều có thể khử các dạng oxit sắt và sắt kim loại, làm giảm độ bền cơ của túi khí.



Hình 6: Đát sét được vê viên trước khi nung

3.2 Quá trình nung:

Keramzit có thể tạo hình theo phương pháp khô hoặc phương pháp dẻo. Nung trong lò quay, có thể nung trong lò đứng hoặc lò phòng. Trường hợp nung trong lò đứng hoặc lò phòng, ban đầu viên gạch được tạo thành như những viên gạch thông thường. Gạch khi nung sẽ nở phồng. Viên gạch phồng sau đó được đập nhỏ tới cỡ hạt cần thiết. Phương pháp như vậy có hiệu quả rất thấp. Từ kết quả nghiên cứu nung nhận thấy, đất sét nung ở nhiệt độ 800°C có khối lượng thể tích là: 890 kg/m^3 , cường độ kháng nén là $R_n = 43,5\text{ kg/cm}^2$, tăng 2,12 lần so với điều kiện tự nhiên. Nếu nung đến nhiệt độ 1050°C , khối lượng thể tích vẫn không thay đổi bao nhiêu ($\gamma_0 = 1,190\text{ kg/m}^3$) mẫu vẫn còn nhẹ, và cường độ phát triển đáng kể $R_n = 217,5\text{ kg/cm}^2$.

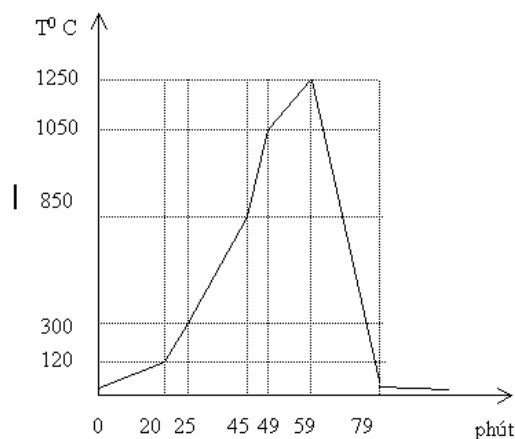
Vì vậy ở vùng nhiệt độ nung $800 - 1050^{\circ}\text{C}$ chính là vùng nhiệt độ thích hợp để gia công chế tạo đất sét làm cốt liệu cho bê tông nhẹ cách nhiệt, cách nhiệt chịu lực hoặc bê tông nhẹ chịu lực.

Khi nung đến nhiệt độ 1100°C thì mẫu đất sét có cường độ cao nhưng khối lượng thể tích tăng đáng kể ($\gamma_0 = 1670\text{ kg/m}^3$). Nếu nung đến nhiệt độ 1250°C thì khối lượng thể tích là 2000 kg/m^3 .

Tuy nhiên, khi nung từ nhiệt độ 1100°C đến 1250°C với chế độ nung, phụ gia tạo pha lỏng và khí thích hợp thì sản phẩm keramzit tạo ra có độ phồng nở tốt, khối lượng riêng giảm đáng kể so với khi nung thô ở nhiệt độ $800^{\circ} - 1250^{\circ}\text{C}$.

Từ đó ta thấy sự ảnh hưởng sâu sắc của quá trình nung luyện và phụ gia đến tính chất của sản phẩm keramzit. Tùy theo tốc độ tăng nhiệt

và nhiệt độ max của đường cong nung mà sản phẩm có sự biến đổi khác nhau về pha thủy tinh, cấu trúc rỗng.



Hình 7: Đường cong nung phòng thí nghiệm ($T_{\max} = 1250^{\circ}\text{C}$)

Có thể chia quá trình nung thành ba giai đoạn :

- Giai đoạn 1 : $t = 45$ (phút), nâng nhiệt đến 850°C . Đây là quá trình mất nước vật lý và hoá học.
- Giai đoạn 2: $t = 14$ (phút), nâng nhanh nhiệt độ từ 850° đến 1250°C nhằm tạo pha khí có áp suất và pha lỏng đủ lớn. Quá trình hoá lý diễn ra mạnh.
- Giai đoạn 3: $t = 20$ (phút), làm lạnh nhanh tạo hiện tượng dẻo. Phần pha khí với áp suất cao đột ngột cân bằng với pha lỏng có độ nhớt lớn. Khi làm lạnh nhằm tạo lớp vỏ bọc tạo vỏ cứng giàu pha thủy tinh. Về nguyên tắc lớp vỏ cần mỏng nhưng vẫn đủ độ bền cơ để tạo hạt keramzit với túi khí kín.

Hạt nguyên liệu càng bé, nở phồng càng dễ. Trong sản xuất thực tế để tạo sự biến đổi nhiệt độ đột ngột trong lò nung keramzit, lò có thể ngăn thành các bậc tương ứng với giai đoạn của quá trình nung. Để tạo tốc độ nâng nhiệt đủ nhanh, chuyển động của vật liệu và dòng khí theo nguyên lý cùng chiều. Trong bậc đầu hạt phối liệu được sấy và nung nóng đột ngột, sau đó làm nguội ở bậc thứ hai. Tiêu tốn nhiên liệu cho $50 - 232\text{kg/1m}^3$ keramzite nhiên liệu lỏng, tùy thuộc vào cấu trúc lò.

3.3 Sản phẩm:

Keramzit là loại vật liệu dạng sỏi bằng gốm, được tạo thành khi nung nóng nhanh đất sét trong khoảng $850 - 1250^{\circ}\text{C}$. Trong khoảng nhiệt

độ nung, một số loại đất sét dễ chảy, pha lỏng và các chất sinh khí có thể làm đất sét nở phồng tạo một loại vật liệu rời dạng sỏi, xốp, nhẹ có độ bền nén tương đối cao (200 – 400 kg/cm²).

Phần lỗ rỗng của keramzit có kích thước từ một vài µm tới 1 mm chiếm khoảng 98%, phần còn lại có kích thước lớn nhất tới 3-5mm chiếm khoảng 2%. Phần thể tích lỗ xốp chiếm tới



Hình 8: Hạt keramzit tạo thành với lớp thủy tinh bọc bên ngoài làm tăng cường độ chịu nén của hạt, đồng thời có độ hút nước thấp

khoảng 70% phần thể tích toàn khối keramzit, trong đó 90% lỗ xốp kín, không liên thông.

Kích thước hạt keramzit thường trong khoảng 5 -10; 10 -20; 20 - 40; cát keramzit 1.2-5 mm và bé hơn 1.2 mm.



Hình 9: Hạt keramzit tạo thành có độ phồng nở cao, pha thủy tinh vừa phải tạo độ dính bám tốt với đá xi măng, độ hút nước thấp.

Bảng 3: Các thông số cơ bản của hạt Keramzit

Cỡ hạt (mm)	Khối lượng thể tích vụn đóng. (kg/m ³)	Độ bền nén (Mpa)	Độ hút nước,%
5 - 10	500 - 600	2.5 – 3.3	20
10 - 20	400 - 500	2.0 – 2.5	25
20 - 40	350 - 400	1.5 – 2.0	30



Hình 10: Bê tông Keramzit

Keramzit dùng làm chất độn (cốt liệu), khi trộn với xi măng tạo nên những loại bê tông nhẹ, làm giảm đáng kể trọng lượng của các cấu kiện xây dựng (khi dùng cho các kết cấu cầu có nhịp dài: giảm trọng lượng bản thân 20 -30%, giảm lượng cốt thép 25 -30%), đồng thời là vật liệu cách nhiệt, cách âm rất tốt. Đây cũng là vật liệu đang được trông chờ cho việc xây dựng những kết cấu nhẹ.

4.. KẾT LUẬN

Quá trình nghiên cứu hạt keramzit dùng cho bê tông đã mở ra một hướng mới trong việc sử dụng cốt liệu để tạo ra bê tông nhẹ phục vụ cho công tác xây dựng và vật liệu trang trí, đồng thời cũng đáp ứng được những yêu cầu của bê tông cốt liệu nhẹ. Từ đó làm tăng tính khả thi của việc vận dụng kỹ thuật bê tông nhẹ vào trong xây dựng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Công nghệ gôm xây dựng - PTS. Vũ Minh Đức - ĐH XD HÀ NỘI - N ăm 1999
2. Công nghệ vật liệu cách nhiệt - TS. Nguyễn Tấn Quý - ĐH XD HÀ NỘI
3. Giáo trình Công nghệ Bê tông – Nguyễn Tấn Quý & Nguyễn Thiện Ruệ – NXB GIÁO DỤC.
4. Công nghệ bê tông nhẹ - TS. Nguyễn Văn Chánh – NXB XÂY DỰNG - Năm 2005
5. Công nghệ vật liệu khoáng cách âm - cách nhiệt – TS. Nguyễn Văn Chánh – NXB XÂY DỰNG - N ăm 2005