

Nghiên cứu chế tạo gốm xốp có sử dụng mùn cửa làm phụ gia tạo rỗng

Lê Văn Quyết^{1*}, Đặng Quang Dân¹, Nguyễn Nhân Hòa²

¹ Ban Kỹ sư chất lượng cao, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

² Khoa Vật liệu xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

TỪ KHOÁ

Gốm xốp
Mùn cửa
Đất sét dễ cháy
Độ rỗng cao
Tạo hình dèo

TÓM TẮT

Gạch xây làm từ đất sét, được tạo hình, sấy và nung ở nhiệt độ cao. Gốm là vật liệu truyền thống và có rất nhiều ưu điểm như chống cháy, chịu nhiệt độ cao và bền vững với môi trường. Xu hướng làm vật liệu gốm đa chức năng được quan tâm và phát triển. Hiện nay, những nghiên cứu về chế tạo vật liệu gốm để ứng dụng việc giảm tải trọng, tăng tính cách nhiệt, chống cháy, tăng khả năng tiêu âm,... chúng bền trong môi trường khắc nghiệt. Đặc điểm chung của các tính chất trên là làm cho vật liệu gốm có nhiều lỗ rỗng, có độ rỗng cao. Trong nghiên cứu này, mùn cửa được sử dụng theo tỷ lệ thay thế (từ 5 đến 20 % trọng lượng đất sét) để chế tạo gốm xốp cường độ nén $R_n \geq 2$ MPa, độ rỗng cao từ 39,77 đến 68,35 %,...đồng thời đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng mùn cửa đến một số tính chất công nghệ tạo và tính chất vi cấu trúc của sản phẩm chế tạo.

KEYWORDS

Porous bricks
Sawdust
Clay brick
High porosity
Plastic shaped method

ABSTRACT

Brick is made of clay, formed, dried and fired at high temperature. This is a traditional material and has many advantages such as fire resistance, high temperature resistance and environmental sustainability,... The trend of making multifunctional ceramic materials is of interest and development. Currently, researches are being done on manufacturing clay bricks to reduce load, increase heat insulation, fire resistance, increase sound absorption, etc. to make them durable in harsh environments. The common characteristic of the above features is that, those materials have many pores and high porosity. In this study, sawdust was used in replacement ratio (from 5 to 20% of clay weight) to create porous ceramic materials - high porosity from 35 to 70%, compressive strength product $R_n \geq 2$ MPa, ... and evaluate the impact of sawdust content on some technological properties and microstructural properties of this product.

1. Giới thiệu

Nguyên liệu chính cho sản xuất vật liệu gốm thường là đất sét dễ cháy, phụ gia gầy như cát, tro bay, mảnh vỡ hoặc đất sét nung non và một phần là phụ gia cháy như mùn cửa, than,...Chúng được trộn với nhau theo tỷ lệ nhất định, và được tạo hình, sau đó chúng được gia công nhiệt sấy và nung để tạo thành sản phẩm. Đất sét, đặc biệt là đất sét dẻo được loài người sử dụng từ rất lâu đời, chủ yếu được sử dụng để sản xuất đồ gia dụng như ấm chén, bát đĩa, chum vại... và sản xuất gạch đất sét nung. Theo sự phát triển của xã hội và công nghệ, đất sét được dùng ngày càng nhiều trong sản xuất sử dụng vệ sinh, kỹ thuật, gạch ốp lát, gạch granite nhân tạo, gạch cotto... Sự tăng trưởng trong tiêu thụ đất sét không chỉ do tăng trưởng chủng loại sản phẩm mà còn do sự tăng trưởng đột biến về khối lượng, chủ yếu tạo ra sản phẩm cho công cuộc đô thị hóa toàn cầu [1]. Trên thế giới, tro xỉ được ứng dụng rất nhiều để xây dựng đường giao thông. Tro ẩm, tro thô là thành phần cấp phối cùng đá, cát, sỏi... để đắp nền đường, gia cố kỹ thuật, làm lớp móng kết cấu, lớp để thoát nước. Đối với tro bay được sử dụng làm mặt đường bê tông, xây dựng đường hầm hoặc làm bột khoáng của bê tông nhựa. Trong các công trình ngầm, hay những nơi có khả năng bị

axit xâm thực, việc sử dụng tro bay sẽ làm tăng tính bền axit lên nhiều [2]. Mùn cửa của ngành công nghiệp gỗ đã được ứng dụng vào các ngành nghề như: ngành công nghệ năng lượng; công nghiệp chăn nuôi, chăm sóc các loại gia súc gia cầm; công nghiệp phân bón và trồng trọt tự nhiên; ngành xây dựng; công nghiệp sản xuất nội thất. Vật liệu cách âm, cách nhiệt thường được xác định thông qua độ rỗng, kích thước và phân bố lỗ rỗng. Gốm xốp có nhiều ứng dụng khác nhau, từ màng lọc và hỗ trợ chất xúc tác đến vật liệu sinh học, vật liệu cách nhiệt, cách âm hoặc lớp phủ. Các vi cấu trúc có kích thước lỗ rỗng và phân bố lỗ rỗng được kiểm soát tốt cho phép các ứng dụng khác nhau. Các loại gốm xốp này có thể được phân loại theo cấu trúc vi xốp của chúng như: loại 3D với các lỗ rỗng mở phân bố và kết nối ba chiều, loại 2D với các lỗ rỗng mở hình khe và loại 1D với các lỗ xốp định hướng một chiều [3]. Nhiều vật liệu độ xốp cao có nhược điểm trong ứng dụng thực tế. Ví dụ, vật liệu hữu cơ có tính cháy, khả năng chống ăn mòn kém và cường độ thấp; vật liệu kim loại có khả năng chống ăn mòn kém, trọng lượng lớn và giá thành cao. Nhưng gốm xốp là vật liệu tuyệt vời để hấp thụ âm thanh và ứng dụng thực tế vì nó có cường độ tốt, chống ăn mòn, trọng lượng nhỏ và vô hại [4]. Khi vật liệu có độ rỗng cao thì khả năng cách âm cách nhiệt càng tốt. Một số vật liệu được sử dụng để hình

*Liên hệ tác giả: quyet165064@huce.edu.vn

Nhận ngày 28/02/2024, sửa xong ngày 14/06/2024, chấp nhận đăng ngày 18/06/2024

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.03.2024.647>

thành độ xốp được các nhà nghiên cứu nghiên cứu và có thể kể đến than chì, nhựa phenolic, tinh bột, bột ngô, đất sét và mùn cưa, nước đá, oxit [3], bột mì [5], bã hữu cơ [6]. Trong nghiên cứu này nhóm sử dụng mùn cưa làm phụ gia tạo rỗng cho vật liệu gốm.

Hiện nay thế giới đã có nhiều phương pháp tạo rỗng cho gốm xốp bằng các nguyên vật liệu có nguồn gốc khác nhau. Ở Trung Quốc, tác giả Wang và cộng sự đã chế tạo được gốm Si_3N_4 có độ xốp cao với độ xốp thay đổi từ 70 đến 90 % và cường độ nén thay đổi từ 55,9 đến 6,7 MPa bằng phương pháp tạo bọt cơ học kiểm soát thể tích [7].

Ở Nhật Bản, tác giả Li Chenhui và cộng sự đã chế tạo gốm xốp bằng quy trình tạo bọt gelcasting với độ rỗng thay đổi từ 75,8 đến 82,3 % và cường độ nén thay đổi từ 14,01 đến 6,05 MPa [4].

Ở Brazil, tác giả Mateus Vieira Carlesso và cộng sự đã chế tạo gốm xốp bằng phương pháp tạo gel đông lạnh và khuôn hy sinh có độ rỗng mở từ 77 đến 82 %, cường độ nén từ 0,27 đến 0,68 MPa [8].

Ở Mexico, tác giả Veronica Saucedo và cộng sự đã sử dụng bột ngô để chế tạo gốm xốp với độ rỗng từ 63 đến 55 % với cường độ uốn từ 1,28 đến 6,83 MPa [3].

Ở Indonesia, tác giả Asmah Adam và cộng sự đã sử dụng tro trấu trong chế tạo gốm với hàm lượng tro trấu sử dụng từ 0 đến 15% có cường độ nén từ 3,29 đến 1,69 MPa và độ hút nước Hp thay đổi từ 13,6 đến 23 % [9].

Ở Thái Lan, tác giả Sutas Janbual và cộng sự đã sử dụng trấu và tro trấu để chế tạo gốm xốp với độ rỗng từ 22 đến 63% và cường độ nén từ 30 đến 0,2 MPa [10].

Ở nước ta, các nghiên cứu sử dụng mùn cưa ứng dụng vào thực tế chưa có nhiều và kết quả còn hạn chế.

Trong nghiên cứu này, vật liệu mùn cưa đã được sử dụng để chế tạo vật liệu gốm xốp. Mùn cưa được sử dụng theo bốn tỷ lệ thay thế khác nhau (0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 % trọng lượng đất sét và tro bay) trong gốm để đánh giá được các đặc điểm về độ rỗng cường độ nén, độ hút nước của mẫu thiêu kết. Đặc điểm bề mặt lỗ rỗng cũng đã được nghiên cứu và thảo luận.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Nguyên liệu mùn cưa

Mùn cưa được lấy về từ 1 xưởng gỗ tại Hà Nội. Mùn cưa này sau khi được chuẩn bị sẽ được sấy theo TCVN 8048-1:2009 [11], sau đó được sàng để phân loại cỡ hạt. Tác giả Han và cộng sự nhận thấy rằng

Bảng 1. Thành phần hóa của đất sét.

Cấu tử	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MKN	Tổng
Hàm lượng (%)	64,1	16	7,5	1,58	0,9	1,05	0,87	8	100
Bỏ MKN, quy về 100%	69,67	17,39	8,15	1,72	0,98	1,14	0,95	-	100

2.3. Nguyên liệu tro bay

Nguyên liệu gầy là tro bay nhiệt điện (Tr) lấy từ nhà máy nhiệt điện Phả Lại – Chí Linh – Hải Dương (Hình 3). Tro bay sau khi được

khi không có khe hở không khí giữa bột và thành cứng, bột có kích thước lỗ nhỏ nhất (~ 0,5 mm) có đặc tính hấp thụ âm thanh tốt nhất đối với tần suất độ ướt và nhiệt, nhưng khi có khe hở không khí, bột có kích thước lỗ trung bình (~1,5 mm) có đặc tính hấp thụ âm thanh tốt nhất vì sự hấp thụ cộng hưởng Helmholtz [12]. Vì vậy nghiên cứu này sử dụng mùn cưa cỡ hạt từ 0,6 đến 1,2 mm.



Hình 1. Mùn cưa cỡ hạt 0,6 ÷ 1,2mm.

2.2. Nguyên liệu đất sét

Nguyên liệu dẻo là đất sét dễ chảy (ĐS) lấy từ nhà máy sản xuất gạch ngói Viglacera Hữu Hưng – Hoài Đức, Hà Nội (Hình 2). Đất sét sau khi được chuẩn bị sẽ được sấy, sàng cỡ hạt ≤ 2 mm.



Hình 2. Nguyên liệu đất sét.

Thành phần hóa của đất sét được xác định cho kết quả ở Bảng 1. Kết quả phân tích cho thấy, đất sét sử dụng trong nghiên cứu đảm bảo các yêu cầu thành phần hóa để sản xuất gạch đất nung theo TCVN 4353:1986 [13]. Hàm lượng các oxit như Fe₂O₃, SiO₂, Al₂O₃ và các oxit khác cũng nằm trong yêu cầu cho phép của đất sét sản xuất gạch nung TCVN 4353:1986.

chuẩn bị: sấy, sàng cỡ hạt < 0,314 mm.

Thành phần hóa của tro bay được xác định ở Bảng 2.

Tro bay là sản phẩm thứ cấp từ quá trình đốt than. Từ kết quả phân tích thành phần hóa của tro bay, ta thấy tro bay chứa các oxit như

SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 ,... tương tự như đất sét. Trong tro bay chứa một lượng mất khi nung (MKN) khá lớn. MKN thường là than chưa cháy, nó sẽ bị cháy khi nung để lại một phần lỗ rỗng và sinh nhiệt một phần, rất phù hợp tận dụng nhiệt để nung và để tạo rỗng cho vật liệu gốm.

a) *Phối liệu và chế tạo mẫu thí nghiệm*

Các nguyên liệu sau khi được chuẩn bị, được định lượng theo khối lượng tùy thành phần mỗi phối liệu nghiên cứu. Đầu tiên, tro bay và đất sét được trộn đều, đồng nhất tạo thành hỗn hợp khô (Hình 4(a)). Sau đó, đổ hỗn hợp khô này (Hình 4(b)) vào mùn cưa đã được làm ẩm, tiếp tục trộn đều hỗn hợp nhằm mục đích tạo ra lớp màng đất sét bao

bọc hạt mùn cưa (Hình 4(c)). Cho thêm nước từ từ theo dạng sương đến khi phối liệu đảm bảo độ ẩm tạo hình (Hình 4(d)).



Hình 3. Nguyên liệu tro bay.

Bảng 2. Thành phần hóa của tro bay.

Cấu tử	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	MKN	Tổng
Hàm lượng (%)	52	18	5	1,2	1,8	0	0	22	100
Bỏ MKN, quy về 100%	66,67	23,08	6,41	1,54	2,31	0	0	-	100



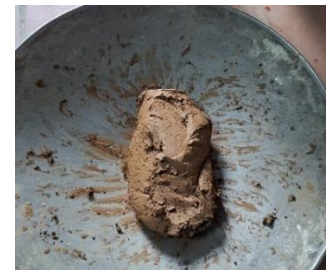
(a)



(b)



(c)



(d)

Hình 4. Chuẩn bị phối liệu trong nghiên cứu.

Tiếp đó, phối liệu được ủ kín trong túi nilon thời gian tối thiểu 2 ngày ở nhiệt độ thường. Sau khi ủ, phối liệu được đem tạo hình thành mẫu dạng khối trong khuôn 50:50:50 (mm). Quá trình chế tạo mẫu phải đảm bảo mẫu được đầy các góc cạnh, không có bọt khí, không bị phân lớp, mẫu không bị méo, biến dạng.

Lựa chọn chế độ gia công nhiệt

Mẫu được đặt trong phòng thí nghiệm để sấy tự nhiên trong khoảng 1 tuần và tiếp tục được sấy nhân tạo đến khi khối lượng không đổi. Sau khi sấy khô, mẫu được mang đến lò nung. Mẫu được nung ở nhiệt độ lớn nhất 1000°C, hằng nhiệt trong 1 giờ. Mẫu được làm nguội tự nhiên trong khoảng 1 ngày.



(a) Lò sấy



(b) Lò nung

Hình 5. Lò sấy (a) và lò nung mẫu (b) sử dụng trong nghiên cứu.

3. Kết quả nghiên cứu và bàn luận

3.1. Ảnh hưởng của hàm lượng mùn cửa đến tính chất của phối liệu

Phối liệu trong nghiên cứu này sử dụng tro bay trộn với đất sét với tỷ lệ về khối lượng với Tr/ĐS = 1/10 và hàm lượng MC đưa vào từ 5 đến 20% hay tỷ lệ MC/(ĐS+Tr) là 0/100; 5/95; 10/90; 15/85; 20/80 ở Bảng 3.

Với thành phần hóa nguyên liệu Bảng 1, Bảng 2 và tỷ lệ thành phần phối liệu ta xác định được bảng thành phần hóa của phối liệu, rồi thông qua thành phần mol của từng oxit xác định điểm biểu diễn phối liệu (X,Y). Với X là tổng số mol của các oxit dễ chảy, Y là tỷ lệ mol phần Al_2O_3/SiO_2 . Điểm này nằm trong vùng 6 vùng sản xuất gốm tường [14]tr54].

Bảng 3. Khối lượng thành phần từng phối liệu.

Hàm lượng MC trong phối liệu	Khối lượng từng thành phần nguyên liệu				Khối lượng phối liệu (g)
	Đất sét (g)	Tro bay (g)	ĐS + Tr (g)	MC (g)	
MC = 0%	800	80	880	0	880
MC = 5%	800	80	880	46	926
MC = 10%	800	80	880	98	978
MC = 15%	800	80	880	155	1035
MC = 20%	800	80	880	220	1100

Bảng 4. Thành phần hóa của phối liệu.

Cấu tử	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MKN	Tổng
Hàm lượng (%)	63,00	16,18	7,27	1,55	0,98	0,95	0,79	9,27	100
Bỏ MKN, quy về 100%	69,44	17,84	8,02	1,70	1,08	1,05	0,87	-	100

Bảng 5. Ảnh hưởng của hàm lượng mùn cửa đến độ ẩm tạo hình.

Hàm lượng MC trong phối liệu	Nước (g)	Độ ẩm tạo hình (%)
MC = 0%	186	21,10
MC = 5%	223	24,12
MC = 10%	261	26,66
MC = 15%	331	31,97
MC = 20%	342	31,06

Lượng nước thêm vào phối liệu đạt trạng thái khối dẻo, lấy mẫu phối liệu để xác định độ ẩm tạo hình. Kết quả được như Bảng 5.

Độ ẩm tạo hình dao động từ 21,10 đến 31,06 %, các phối liệu có mùn cửa thì độ ẩm tạo hình đều lớn hơn so với độ ẩm tạo hình dẻo lý thuyết từ 18 đến 22 % [14] và có xu hướng tăng khi hàm lượng mùn cửa tăng. Sự tăng này là do mùn cửa có nhiều lỗ rỗng, diện tích bề mặt tăng do mùn cửa có khối lượng thể tích nhỏ.

3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng mùn cửa đến tính chất của mẫu tạo hình

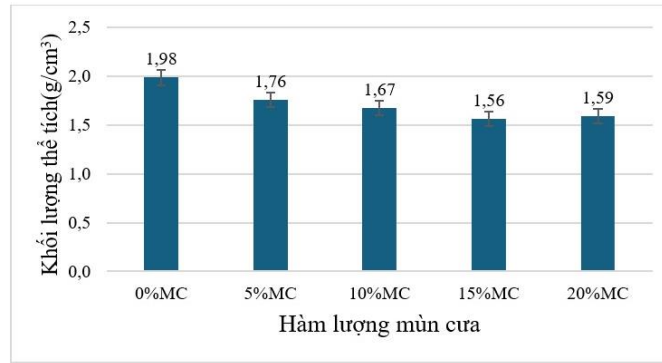
Trong thí nghiệm này, nhóm nghiên cứu tạo hình các mẫu dạng khối kích thước 50-50-50 (mm). Việc tạo hình đảm bảo phối liệu được lèn chặt đầy góc, cạnh của khuôn. Mẫu tạo hình xong được đặt riêng biệt để đảm bảo mẫu không bị biến dạng.

Phối liệu sau khi được ủ sau 2 ngày trước khi tạo hình, việc tạo hình vẫn đảm bảo khi mẫu vuông vắn, phẳng. Khi hàm lượng mùn cửa trong phối liệu ít thì mẫu tạo hình tương đối dễ dàng, khi hàm lượng mùn cửa tăng lên thì khó tạo hình hơn, lực nén chặt nhiều hơn và thời gian làm phẳng bề mặt lâu hơn.

Khi tăng lượng mùn cửa vào phối liệu làm cho khối lượng thể tích tạo hình giảm, nguyên nhân là do mùn cửa có khối lượng thể tích nhỏ, và mùn cửa có khả năng hút nước khá nhiều (vì độ ẩm tạo hình tăng), nên tốc độ giảm khối lượng thể tích này giảm.



Hình 6. Một số mẫu sau tạo hình.

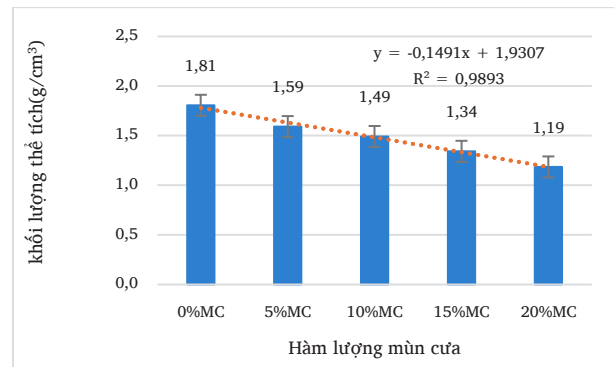


Hình 7. Ảnh hưởng của hàm lượng mùn cưa đến khối lượng thể tích tạo hình.

3.3. Ảnh hưởng của hàm lượng mùn cưa đến tính chất mẫu sau sấy tự nhiên



Hình 8. Mẫu sau sấy tự nhiên.



Hình 9. Ảnh hưởng của hàm lượng mùn cưa đến khối lượng thể tích của mẫu sau sấy tự nhiên.

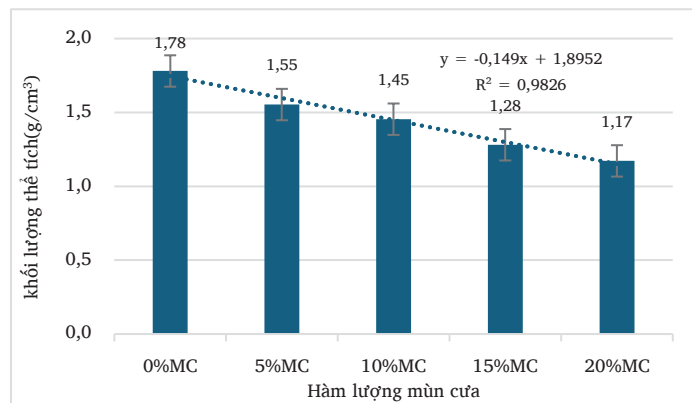
Do mẫu tạo hình dẻo nên độ ẩm tạo hình khá lớn. Mẫu cần để phơi sấy tự nhiên để đảm bảo chất lượng mẫu mộc. Sau khi mẫu được để trong môi trường không khí 3 ngày, đem xác định khối lượng thể tích các mẫu. Kết quả cho thấy khối lượng thể tích của các mẫu sau sấy

tự nhiên dao động từ 1,19 đến 1,81 g/cm³, chúng có xu hướng giảm khi hàm lượng mùn cưa tăng. Lượng mùn cưa càng lớn thì nước bay hơi càng nhiều, khối lượng thể tích giảm càng mạnh.

3.4. Ảnh hưởng của hàm lượng mùn cưa đến tính chất của mẫu sau sấy nhân tạo



Hình 10. Mẫu sau sấy nhân tạo trong nghiên cứu



Hình 11. Ảnh hưởng của hàm lượng mùn cưa đến khối lượng thể tích của mẫu sau sấy nhân tạo.

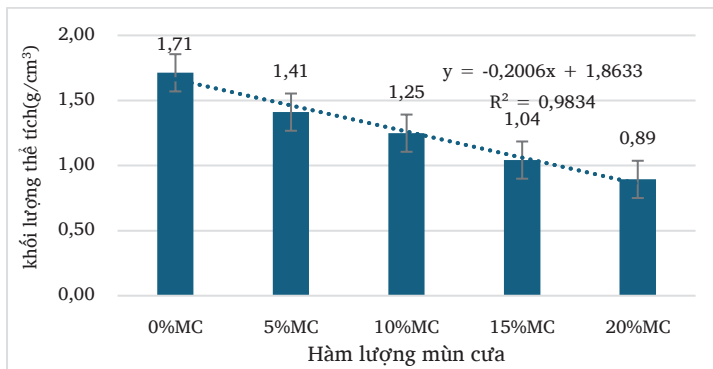
Mẫu sau sấy tự nhiên 3 ngày, được sấy trong lò sấy Hình 5(a). Nhiệt độ sấy là 105°C, sấy đến khi khối lượng của mẫu không đổi. Khối lượng thể tích dao động từ 1,17 đến 1,78 g/cm³. Khi lượng mùn cưa tăng thì khối lượng thể tích mẫu sấy có xu hướng giảm mạnh, nhanh

hơn so với sự giảm khối lượng thể tích mẫu tạo hình. Nguyên nhân là do nước bay hơi trong quá trình sấy, hàm lượng mùn cưa cao thì độ ẩm tạo hình cao, do đó lượng nước mất đi khi sấy nhiều hơn.

3.5. Kết quả tính chất của mẫu sau nung



Hình 12. Mẫu sau nung.



Hình 13. Ảnh hưởng của hàm lượng mùn cưa đến khối lượng thể tích của mẫu sau nung.

Các mẫu sau khi nung đều vuông vắn, góc cạnh thẳng, kết khối tốt (âm thanh trong và vang khi va chạm mẫu vào nhau). Khối lượng thể tích các mẫu sau nung dao động từ 0,89 đến 1,71 g/cm³. Khi hàm lượng mùn cưa càng lớn thì khối lượng thể tích càng nhỏ, tốc độ giảm đều đặn như khi sấy nhân tạo, nhưng tốc độ nhanh hơn. Nguyên nhân là do khi nung đến nhiệt độ cao thì lượng nước hóa học mất và mùn cưa bị cháy hết, lượng mất khi nung trong mẫu bị cháy hết, việc này tạo ra lỗ rỗng và làm khối lượng thể tích giảm.

3.6. Độ rỗng

Hai tính chất cơ lý rất quan trọng với sản phẩm gạch nung là độ hút nước bão hòa và cường độ nén của mẫu. Độ hút nước của mẫu được xác định theo TCVN 6355-4:2009 [15]. Thí nghiệm ở Error! Reference source not found., Error! Reference source not found., Error! Reference source not found. và kết quả độ hút nước bão hòa thể hiện ở Error! Reference source not found..



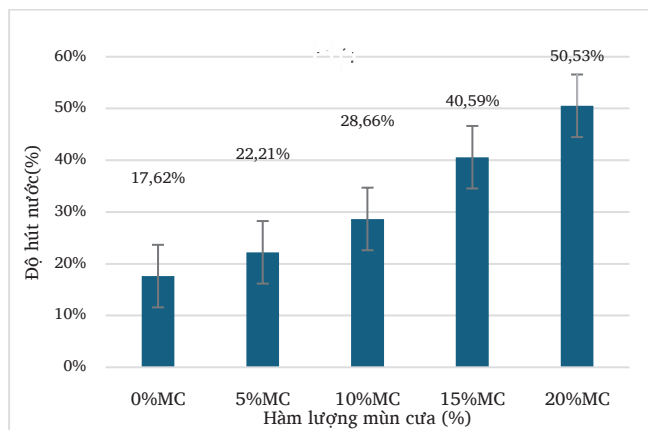
Hình 16. Mẫu ngâm trong nước.



Hình 14. Mẫu trước khi ngâm nước.



Hình 15. Mẫu sau khi ngâm bão hòa nước.



Hình 17. Ảnh hưởng của hàm lượng mùn cưa đến độ hút nước của mẫu.

Khi hàm lượng MC đưa vào phối liệu tăng 0, 5, 10, 15, 20 % thì độ hút nước của mẫu sau nung tương ứng là 17,62 %; 22,21 %; 28,66 %; 40,59 %; 50,53 %. Độ hút nước bão hòa cao chứng tỏ vật liệu có độ rỗng



Hình 18. Thí nghiệm nén mẫu.

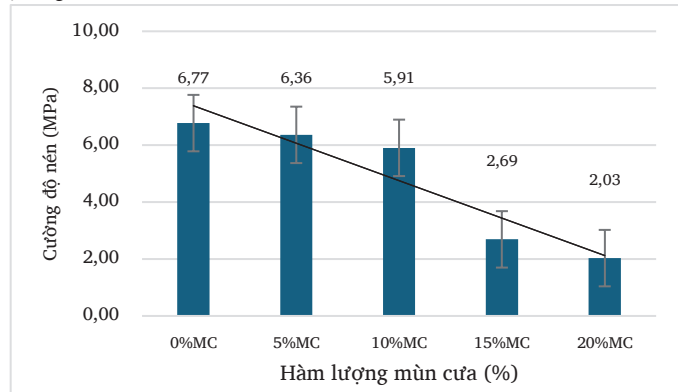
Kết quả thí nghiệm cho thấy cường độ nén dao động từ 2,03 đến 6,77 MPa, biểu đồ có xu hướng giảm chứng tỏ khi tăng hàm lượng mùn cưa thì cường độ nén giảm. Sự phân hủy của chất hữu cơ khi cháy có thể ảnh hưởng đến cường độ nén của mẫu. Cường độ các mẫu đều còn khá cao so với cường độ vật liệu cách nhiệt (yêu cầu $\geq 0,2$ MPa).

Nhóm đã tiến hành nghiên cứu nhỏ các mảnh vỡ của các mẫu, sau đó xác định khối lượng riêng của từng mẫu. Trên cơ sở khối lượng thể tích và khối lượng riêng, nhóm tính toán được độ rỗng của mẫu như ở **Error! Reference source not found.**

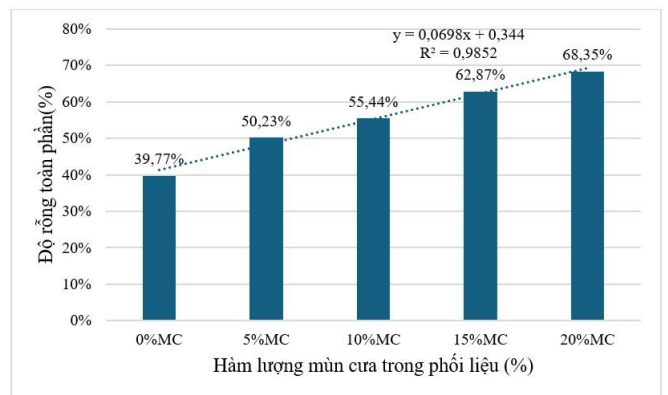
Độ rỗng toàn phần của các mẫu dao động tăng từ 39,77 đến 68,35% khi lượng mùn cưa đưa vào từ 0 đến 20%. Độ rỗng toàn phần có liên quan đến quá trình bay hơi nước, cháy chất hữu cơ, cháy mùn cưa, cháy than khi nung. Việc tăng lượng sử dụng mùn cưa, độ ẩm tạo hình tăng đều làm tăng độ rỗng xốp cho mẫu.

càng cao, lỗ rỗng hở thông nhau lớn.

Cường độ nén của các mẫu thí nghiệm là giá trị tính bởi lực ép so với tiết diện của mẫu khi mẫu bị ép vỡ xác định theo TCVN 6355-2:2009 [16] ở Hình 18, kết quả thể hiện ở Hình 19.



Hình 19. Ảnh hưởng của hàm lượng mùn cưa đến cường độ nén của mẫu



Hình 20. Ảnh hưởng của hàm lượng mùn cưa đến độ rỗng của mẫu.



(a) Mẫu MC0%



(b) Mẫu MC5%



(c) Mẫu MC10% (d) Mẫu MC15% (e) Mẫu MC20%

Hình 21. Ảnh bề mặt vết vỡ của các mẫu.

Quan sát bề mặt của mẫu trong Hình 21. Cấu trúc của tất cả các mẫu có sử dụng mùn cưa có bản chất xốp, đó là lý do trọng lượng của chúng nhỏ hơn so với gốm thông thường. Mẫu gốm không sử dụng mùn cưa cho thấy cấu trúc đồng nhất và dày đặc. Các mẫu gốm có sử dụng mùn cưa đều xuất hiện lỗ rỗng hở và thông nhau; hình dáng, kích thước của các lỗ rỗng không đều. Khi tăng hàm lượng mùn cưa thì lỗ rỗng càng nhiều, mật độ dày, điều này cũng phù hợp với kết quả về độ xốp

và cường độ nén của mẫu.

4. Kết luận

Qua các kết quả thực nghiệm và phân tích, nhóm rút ra được các kết luận:

Mùn cửa đưa vào làm ảnh hưởng tới một số tính chất công nghệ chế tạo sản phẩm: tăng độ ẩm tạo hình dẻo, cụ thể với hàm lượng mùn cửa đưa vào từ 5 % đến 20 % thì độ ẩm là tăng từ 21,1 % lên tới 31,06 %;

Vật liệu gốm xốp chế tạo có các tính chất ngoại quan như màu sắc đồng nhất, có cường độ cơ học đảm bảo có thể chịu được tải trọng bản thân. Cường độ chịu nén giảm khi tăng hàm lượng mùn cửa sử dụng, các vật liệu gốm cường độ cao hơn nhiều yêu cầu về cường độ của vật liệu cách nhiệt.

Mùn cửa đưa vào từ 5 % đến 10 %, làm tăng độ rỗng của gốm xốp từ 50 % đến gần 70 %; chủ yếu là các lỗ rỗng hở và thông nhau với thành vách lỗ rỗng mảnh, tức làm khối lượng nhẹ hơn từ 18 % đến 45 %.

Tron nghiên cứu này, nhóm đã chế tạo được vật liệu gốm xốp có độ rỗng cao, từ nguyên liệu đất sét, tro bay và mùn cửa. Việc sử dụng mùn cửa làm phụ gia tạo rỗng có thể là một cách nhằm nâng cao tính năng tiêu âm, cách nhiệt của gốm. Tro bay sử dụng trong nghiên cứu này có hàm lượng MKN cao, vừa có thể làm phụ gia gây, vừa có thể tạo rỗng một phần trong gốm xốp.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Bộ Xây Dựng. Sử dụng tiết kiệm, hiệu quả nguồn sét cho công nghiệp gốm sứ xây dựng. <https://moc.gov.vn/vn/tin-tuc/1145/64486/su-dung-tiet-kiem-hieu-qua-nguon-set-cho-cong-nghiep-gom-su-xay-dung.aspx>. Truy cập ngày 03/02/2024.
- [2]. Bộ Công thương Việt Nam. Xử lý hiệu quả tro xỉ của các nhà máy nhiệt điện để đảm bảo môi trường. <https://moit.gov.vn/bao-ve-moi-truong/xu-ly-hieu-qua-tro-xi-cua-cac-nha-may-nhiet-dien-de-dam-bao-moi-truong.html>. Truy cập ngày 03/02/2024.
- [3]. S. Bribiesca-Vasquez và cộng sự (2016). Influence of corn flour as pore forming agent on porous ceramic material based mullite: Morphology and mechanical properties. *Article in Science of Sintering*, 48(1):29-39.
- [4]. Li Chenhui và cộng sự (2020). High sound absorption characteristics of foamed alumina ceramics fabricated. *Journal of the Ceramic Society of Japan*, 128(7):387-394.
- [5]. Eva Gregorová và cộng sự (2010). Porous Alumina Ceramics Prepared with Wheat Flour. *Journal of the European Ceramic Society*, 30(14):2871-2880.
- [6]. I. Demir (2008). Effect of organic residues addition on the technological properties of clay bricks. *Waste Management*, 28(3):622-7.
- [7]. Feng Wang và cộng sự (2017). Porous Si₃N₄ fabrication via volume-controlled foaming and their sound absorption properties. *Tạp chí Hợp kim và Hợp chất*, 727:163-167.
- [8]. M. V. Carlesso (2014). Functional Porous Ceramic Materials With Sound Absorption Properties For High Temperature Applications, Federal University of Santa Catarina.
- [9]. Panennungi và cộng sự (2019). Mechanical Properties of Brick Using Rice Husk Ash. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1209.
- [10]. Sutas Janbuala và cộng sự (2015). Effect of Rice Husk and Rice Husk Ash on Properties. *Key Engineering Materials*, 659:74-79.
- [11]. TCVN 8048-1 : 2009. *Gỗ - phương pháp thử cơ lý - Phần 1: xác định độ ẩm cho các phép thử cơ lý*. Tiêu chuẩn quốc gia Việt Nam.
- [12]. Fusheng Han và cộng sự (2003). Acoustic absorption behaviour of an open-celled aluminium foam. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 36(3):294-302.
- [13]. TCVN 4353:1986. *Đất sét để sản xuất gạch ngói nung - yêu cầu kỹ thuật*. Tiêu chuẩn quốc gia Việt Nam.
- [14]. V. M. Đức (1999). *Công nghệ gốm xây dựng*. Nhà xuất bản xây dựng, Hà Nội.
- [15]. TCVN 6355-4:2009. *Gạch xây - Phương pháp thử. Phần 4: xác định độ hút nước*. Tiêu chuẩn quốc gia Việt Nam.
- [16]. TCVN 6355-2:2009. *Gạch xây - Phương pháp thử. Phần 2: xác định cường độ nén*. Tiêu chuẩn quốc gia Việt Nam.