

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG Bùn THẢI NẠO VẾT SÔNG NHUỆ CHẾ TẠO GỐM TƯỜNG THEO PHƯƠNG PHÁP TẠO HÌNH BÁN KHÔ

Nguyễn Nhân Hòa^{a,*}, Nguyễn Xuân Huân^b, Trần Hồng Quân^a, Vũ Khải Hoàn^a

^aKhoa Vật liệu Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội,
55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam

^bKhoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội,
334 đường Nguyễn Trãi, quận Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 18/12/2020, Sửa xong 05/10/2021, Chấp nhận đăng 28/10/2021

Tóm tắt

Ngày nay, gạch gốm nung vẫn có nhu cầu sử dụng để xây rất lớn vì chúng là sản phẩm truyền thống. Tuy nhiên, nguồn nguyên liệu sản xuất gạch thường là đất sét dẻo, đất nông nghiệp, đang dần cạn kiệt. Bùn thải đô thị thì rất lớn và gây ô nhiễm môi trường. Các nghiên cứu tái sử dụng bùn thải ứng dụng vào thực tế còn nhiều hạn chế. Trong nghiên cứu này, nhóm sử dụng bùn thải nạo vét từ sông Nhuệ và nguyên liệu đất sét Hữu Hưng để sản xuất gốm tường theo phương pháp tạo hình bán khô. Phương pháp tạo hình này có ưu điểm cho phép sử dụng nguyên liệu kém dẻo, độ ẩm tạo hình rất thấp. Kết quả nghiên cứu của đề tài cho thấy hoàn toàn có thể sử dụng bùn thải sử dụng với hàm lượng lớn từ 30÷50% để chế tạo được gạch xây. Đặc biệt khi sử dụng bùn 30÷40% cho ra sản phẩm có các tính chất phù hợp TCVN 1451:1998: hình dạng vuông vắn, màu sắc tốt, cường độ chịu nén $R_n \geq 150 \text{ kG/cm}^2$, độ hút nước bão hòa H_p đạt 11÷16%, ...

Từ khoá: bùn thải; bùn thải đô thị; gốm tường; tạo hình bán khô; đất sét.

UTILIZATION OF NHUE RIVER'S WASTE SLUDGE TO PRODUCE RED BRICKS BY SEMI-DRY PRESSING METHOD

Abstract

Today, red bricks still have a big demand in construction industry because they are traditional products. However, the raw materials for red bricks, which are usually clays and agricultural soils, are gradually being depleted. Urban sludges are very abundant and cause environmental pollution. Studies about reusing sludge are still limited. In this research, we use sludge from the Nhue river and Huu Hung clay to produce red bricks by semi-dry pressing method. The advantage of this technology is the possible use of less plastic materials with using of low water content. The results show that it is possible to fabricate red bricks with a large amount of sludge, up to 30÷50%. Especially when using 30÷40% sludge, experimental samples have the appropriate properties meeting TCVN 1451:1998: good shape, good color, compressive strength $R_n \geq 150 \text{ kG/cm}^2$, saturated water absorption $H_p = 11 \div 16\%$, ...

Keywords: sludge; urban waste sludge; red bricks; semi-dry pressing method; clay.

[https://doi.org/10.31814/stce.huice\(nuce\)2021-15\(6V\)-02](https://doi.org/10.31814/stce.huice(nuce)2021-15(6V)-02) © 2021 Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (ĐHXDHN)

1. Mở đầu

Hàng năm, Việt Nam tiêu thụ khoảng 20÷22 tỷ viên gạch, do tốc độ đô thị hóa, nên nhu cầu vật liệu xây dựng ở các thành phố, thị xã, thị trấn đang gia tăng không ngừng. Chính phủ đã phê duyệt

*Tác giả đại diện. Địa chỉ e-mail: hoann@nuce.edu.vn (Hòa, N. N.)

chương trình vật liệu không nung, nhưng tỷ lệ vật liệu nung vẫn chiếm tỷ lệ lớn 60÷70% vật liệu xây dựng [1].

Trong số các loại bùn thải, bùn thải thu được từ nạo vét kênh mương, sông hồ nội đô được quan tâm rất lớn, đặc biệt ở các đô thị và các thành phố lớn. Như con Sông Nhuệ là con sông trong nội thành Hà Nội, có chiều dài 76 km [2]. Sông bị ô nhiễm trầm trọng, ảnh hưởng đến môi trường sống và thoát nước mùa mưa, phải xử lý ô nhiễm và nạo vét bùn thải hàng năm [3]. Theo ước tính, mỗi ngày các thành phố lớn ở Việt Nam thải ra hơn 600 tấn bùn [4]. Bùn cặn nạo vét và thu gom từ các cống, mương, sông, sau đó đổ đồng hoặc chôn lấp. Tuy nhiên, hiện nay hầu hết các đô thị chưa có có hệ thống xử lý bùn thải tốt. Tình trạng ô nhiễm nghiêm trọng ở các sông đô thị và vấn đề xử lý bùn thải vẫn là mối quan tâm lớn của chính phủ và xã hội [5, 6]. Theo Quyết định số 1216/2012/QĐ-TTg và Nghị định số 80/2014/NĐ-CP ngày 06/08/2014 cho thấy yêu cầu cấp bách và các biện pháp giải quyết ô nhiễm môi trường, thu gom nạo vét và xử lý bùn thải, ...

Bùn thải rất được quan tâm coi trọng vì nó gây ô nhiễm môi trường, tắc nghẽn dòng chảy của sông, đặc biệt ở các đô thị lớn. Một số biện pháp được nghiên cứu, áp dụng nhằm giải quyết vấn nạn này tại các đô thị và thành phố lớn như: Xử lý kim loại nặng trong đất bằng công nghệ sinh học để hấp thụ kim loại nặng qua các loại cỏ, tảo, lục bình,...; Xử lý kim loại nặng trong nước bằng các phương pháp hóa học, hóa lý như: kết tủa hóa học, hấp phụ, trao đổi ion, điện hóa,... [7]. Đặc biệt, chất thải rắn bùn thải đưa vào chế tạo gạch nung là hướng nghiên cứu được nhiều nhà khoa học quan tâm [8–16]. Bùn thải với nhiều nguồn gốc khác nhau được trộn với đất sét và một số phụ gia khác được chế tạo gạch xây. Kay Hamer và V.Karius nghiên cứu với phối liệu có 50% bùn thải nạo vét sông, 40% đất sét và 10% mảnh vỡ, tạo hình dẻo, nung ở 1050°C, cho sản phẩm có độ hút nước 12÷15% và cường độ nén hơn 18 MPa [11]. R. Jamshidi-Chenari và cộng sự sử dụng bùn tối 10% và có phụ gia cát, tạo hình dẻo, sản phẩm có độ co lớn đến 12% và độ hút nước cao trên 20%, cường độ đạt khoảng 100 kG/cm² [12]. Jiraporn Namchan và cộng sự nghiên cứu sử dụng bùn thêm 5÷7% phế thải nhà máy giấy, chế tạo được gạch có cường độ hơn 17 MPa, độ hút nước từ 15,25÷19,33%. Tuy nhiên, sản phẩm gạch có nhiều vết rạn nứt, bạc màu và đặc biệt gạch nung chỉ tới 700°C [16].

Ở nước ta, các nghiên cứu tái sử dụng bùn thải ứng dụng vào thực tế chưa có nhiều và kết quả còn hạn chế. Năm 2006, Nguyễn Thị Phương Loan và cộng sự, dùng thủy lực để tách các thành phần hữu cơ, lấy bùn vô cơ. Chất vô cơ chiếm 70÷93% được dùng để sản xuất vật liệu xây dựng như gạch xây tường, gạch lát vỉa hè hoặc san nền theo phương pháp dẻo [5].

Năm 2017, Hoàng Vĩnh Long và cộng sự có nghiên cứu sử dụng bùn thải từ kênh mương để chế tạo gạch đất sét nung. Kết quả cho thấy hàm lượng thay thế bùn thải có thể tới 30% để chế tạo gạch theo phương pháp dẻo đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật TCVN 1451:1998, khi hàm lượng bùn cao cần sử dụng phụ gia thêm vào nhưng kết quả còn hạn chế [8].

Trong khi đó, sản xuất gốm tường hoàn toàn có thể sử dụng phương pháp bán khô, cho phép sử dụng nguyên liệu chất lượng thấp [17]. Năm 2016, Nguyễn Nhân Hòa và cộng sự nghiên cứu cho thấy phương pháp bán khô áp dụng tốt trong việc tạo hình gạch có khi hàm lượng dùng tro bay 20÷30% và độ ẩm tạo hình 9÷17% [18].

Hiện nay, nguồn nguyên liệu đất sét ngày càng ít, nên việc tìm nguồn nguyên liệu thay thế đất sét cần thiết. Bài báo này tiến hành đánh giá, xác định hàm lượng bùn thải đưa vào làm nguyên liệu trong sản xuất gốm tường phương pháp tạo hình bán khô, sản phẩm chế tạo có các tính chất cơ lý đạt được theo Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN) 1451:1998 [9].

2. Vật liệu và quy trình thực nghiệm

2.1. Vật liệu sử dụng

Bùn thải Sông Nhuệ: Bùn thải (BT) được lấy ở Sông Nhuệ, rồi xác định một số tính chất (Bảng 1), sau đó được phơi cho khô ráo nước, rồi sấy trong tủ sấy, sau đó được gia công cơ học để các cỡ hạt lọt sàng 0,63 mm, đảm bảo yêu cầu cỡ hạt nguyên liệu [17, tr69].

Bảng 1. Một số tính chất của bùn thải

STT	Tính chất Bùn thải	Đơn vị	Kết quả	Tiêu chuẩn kiểm tra
1	Độ ẩm ban đầu	%	30,32	TCVN 4196:2012 [19]
2	Độ ẩm để tự nhiên	%	15,35	TCVN 4196:2012 [19]
3	Màu sắc	Đen sẫm		Quan sát
4	Khối lượng thể tích (KLTT) tự nhiên	g/cm ³	1,224	TCVN 4202:2012 [20]
5	KLTT bột khô	g/cm ³	0,668	TCVN 4202:2012 [20]



(a) Nơi lấy nguyên liệu bùn thải Sông Nhuệ



(b) Bùn lấy về

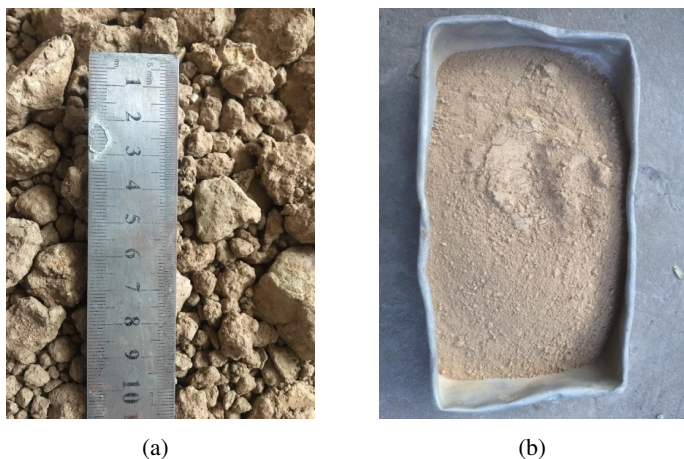


(c) Bùn thải chuẩn bị

Hình 1. Nguyên liệu bùn thải Sông Nhuệ-Hà Nội

Nguyên liệu đất sét Hữu Hưng (ĐS): Nguyên liệu dẻo là đất sét dễ chảy sét lấy từ nhà máy sản xuất gạch ngói Hữu Hưng – Hoài Đức, Hà Nội, được xác định các tính chất cơ bản trong Bảng 2. Sau đó được chuẩn bị và gia công cơ học được cỡ hạt < 0,63 mm theo Hình 2.

Các nguyên liệu đất sét và bùn thải được phân tích xác định thành phần hóa học theo TCVN 7131-2002, trong Bảng 3. Kết quả phân tích thành phần hóa học của ĐS, BT đều chứa các oxit SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO, ... đây là các oxit cơ bản trong gốm tường, tuy nhiên có sự khác nhau về thành phần mất khi nung (MKN), lượng MKN trong bùn thải khá lớn do có chứa nhiều chất hữu cơ, thường ảnh hưởng xấu trong sản xuất vật liệu nung.



Hình 2. Nguyên liệu dẻo đất sét Hữu Hưng

Bảng 2. Một số tính chất của đất sét Hữu Hưng

STT	Tính chất đất sét	Đơn vị	Kết quả	Tiêu chuẩn kiểm tra
1	Độ ẩm tự nhiên	%	18,63	TCVN 4196:2012 [19]
2	KLTT tự nhiên	g/cm ³	0,80	TCVN 4202:2012 [20]
3	KLTT bột khô	g/cm ³	1,17	TCVN 4202:2012 [20]
4	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,60	TCVN 4915:2012 [21]
5	Độ ẩm giới hạn W_{gh}	%	45	TCVN 4345:1986 [22]
6	Độ ẩm lặn vè W_{lv}	%	21	TCVN 4345:1986 [22]
7	Chỉ số dẻo	-	24	TCVN 4345:1986 [22]

Bảng 3. Thành phần hóa của đất sét Hữu Hưng và bùn thải sông Nhuệ

Cấu tử	Hàm lượng, %		Bỏ MKN, quy 100%	
	ĐS	BT	ĐS	BT
SiO ₂	65,42	55,26	70,72	64,12
Al ₂ O ₃	13,84	12,25	14,96	14,21
Fe ₂ O ₃	6,22	4,88	6,72	5,66
CaO	1,27	5,35	1,37	6,21
MgO	1,43	2,17	1,55	2,52
Na ₂ O	0,82	1,05	0,89	1,22
K ₂ O	2,18	2,03	2,36	2,36
TiO ₂	0,36	0,73	0,39	0,85
Cr ₂ O ₃	0,00	0,02	0,00	0,02
PbO	0,00	0,01	0,00	0,01
P ₂ O ₅	0,44	0,76	0,48	0,88
SO ₃	0,52	1,67	0,56	1,94
MKN	5,48	13,25	-	-
Tổng	97,98	99,43	100	100

2.2. Quy trình thực nghiệm

Quy trình thực hiện thí nghiệm chia làm các bước chính:

Bước 1: Chuẩn bị: Nguyên liệu chuẩn bị, được sấy khô, gia công cơ học: đập, nghiền, sàng đảm bảo cỡ hạt. Sau đó, phối liệu đất sét, bùn thải trộn với tỷ lệ nhất định, trộn ẩm theo độ ẩm tạo hình đồng nhất, đem đi ủ trong thùng kín, thời gian ủ 2 ngày.

Bước 2: Tạo hình mẫu: Sau khi ủ, phối liệu được đánh tơi. Phối liệu được rải vào khuôn $50 \times 50 \times 150$ mm, rồi đưa đi máy ép, ép phối liệu để tạo hình được mẫu $50 \times 50 \times 50$ mm (Hình 3).

Bước 3: Sấy khô mẫu: Các mẫu sau tạo hình có thể đưa đi sấy khô ngay: đưa vào tủ sấy, sấy ở $100 \div 105$ °C đến khối lượng không đổi (Hình 4).

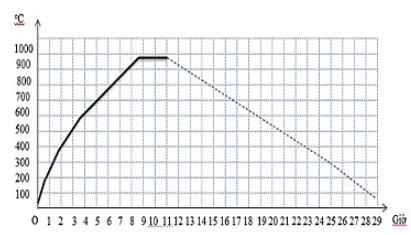
Bước 4: Nung mẫu: Mẫu sau khi sấy được nung trong lò điện của Phòng thí nghiệm, chọn nhiệt độ nung lớn nhất là 970 °C, thời gian hằng nhiệt là 2,5h [17, tr104] (Hình 5).



Hình 3. Tạo hình



Hình 4. Sấy mẫu



Hình 5. Đường cong nung

3. Kết quả nghiên cứu và bàn luận

3.1. Kết quả tính chất của phối liệu

Để nghiên cứu ảnh hưởng của bùn thải nạo vét sông Nhuệ đến một số tính chất của đất sét nung, đề tài đã sử dụng thành phần phối liệu với tỷ lệ BT/ĐS là 30/70, 40/60, 50/50 và mẫu đối chứng có 100% đất sét trong Bảng 4. Với thành phần hóa nguyên liệu Bảng 3 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) Bảng 5, đều nằm trong vùng 6 vùng sản xuất gốm tường [17, tr54]. Phối liệu được khảo sát để tìm độ ẩm tạo hình theo phương pháp bán khô hợp lý trong Bảng 6.

Bảng 4. Các cấp phối nghiên cứu

Cấp phối thí nghiệm	CP0	CP3	CP4	CP5
Tỷ lệ BT/ĐS	0/100	30/70	40/60	50/50

Trong phương pháp tạo hình bán khô gốm tường, yêu cầu phối liệu cần có tính dính kết tạo khối khi nắm chặt, và dễ vỡ khi đập nhẹ. Qua kết quả thực nghiệm, ta thấy khi phối liệu có độ ẩm thích hợp trong nghiên cứu này từ 9÷15%. Nhóm đã xác định KLTT của các phối liệu ở các độ ẩm trong Bảng 7. KLTT bột liệu là khối lượng thể tích đồ đồng của vật liệu dạng hạt rời, là tỷ lệ giữa khối lượng của vật liệu so với thể tích chiếm chỗ, được xác định tương tự xác định khối lượng tích xốp của cát trong TCVN 340:1986.

KLTT phối liệu giữa các cấp phối và độ ẩm khác nhau đạt khoảng ($0,730 \div 0,901$ g/cm³) theo Bảng 7; Ở cùng một tỷ lệ ĐS/BT khi độ ẩm phối liệu tăng từ 9% đến 15% thì khối lượng thể tích phối

Bảng 5. Thành phần mol của các cấp phối

Cấu tử	Cấp phối			
	CPO	CP3	CP4	CP5
SiO ₂	1,18	1,14	1,13	1,12
Al ₂ O ₃	0,15	0,14	0,14	0,14
CaO	0,02	0,05	0,06	0,07
Fe ₂ O ₃	0,04	0,04	0,04	0,04
MgO	0,04	0,05	0,05	0,05
SO ₃	0,01	0,01	0,01	0,02
K ₂ O	0,03	0,03	0,03	0,03
P ₂ O ₅	0,00	0,00	0,00	0,00
TiO ₂	0,01	0,01	0,01	0,01
Na ₂ O	0,01	0,02	0,02	0,02
Cr ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00
PbO	0,00	0,00	0,00	0,00
$X = \text{mol}(\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2)$	0,12	0,13	0,13	0,13
$Y = \Sigma \text{mol}(\text{R}_2\text{O} + \text{RO} + \text{R}_2\text{O}_3)$	0,14	0,18	0,19	0,20

Bảng 6. Đặc điểm các phối liệu tương ứng với các độ ẩm khác nhau

Phối liệu	Đặc điểm	Tương ứng với các độ ẩm khảo sát, %			
		9	11	13	15
CPO	Màu sắc	Màu nâu nhạt	Màu nâu tươi, hơi đậm	Màu nâu tươi sậm	Màu nâu sậm hơn
	Trạng thái	Rời tơi, vón cục rất ít, không dính kết	Rời, có vón cục nhưng không đều, các hạt đều nhau	Rời, vón cục to vừa, các hạt nhỏ dính kết với nhau	Vón cục to đều nhau hơn
CP3	Màu sắc	Màu nâu xám	Màu nâu nhạt	Màu nâu tươi	Màu nâu đậm hơn
	Trạng thái	Rời tơi, vón cục rất ít không dính kết	Rời, có vón cục nhưng không đều các hạt	Rời, vón cục to vừa, các hạt nhỏ dính kết với nhau	Vón cục to đều nhau hơn
CP4	Màu sắc	Màu nâu xám	Màu nâu nhạt	Màu nâu tươi	Màu nâu đậm hơn
	Trạng thái	Rời tơi, vón cục ít, không dính kết	Rời, có vón cục nhưng không đều các hạt	Rời, vón cục to vừa, các hạt nhỏ dính kết với nhau	Vón cục to và đều nhau hơn
CP5	Màu sắc	Màu nâu xám	Màu xám nhạt	Màu xám	Màu xám đậm hơn
	Trạng thái	Rời, tơi, vón cục ít, chưa dính kết	Rời, có vón cục nhưng không đều	Rời, vón cục vừa, các hạt đã dính kết với nhau nhiều hơn	Vón cục to và đều nhau hơn

liệu có xu hướng tăng, do nước chui vào lỗ rỗng và làm thay đổi cỡ hạt, làm tăng KLTT của hạt. Và, khi hàm lượng bùn thải đưa vào tăng lên thì KLTT phối liệu giảm xuống, do bùn thải có MKN, chất hữu cơ nhiều hơn.

Bảng 7. Khối lượng thể tích của các phối liệu ứng với từng độ ẩm phối liệu

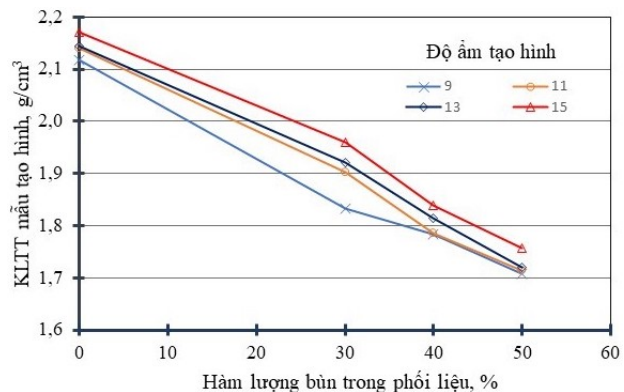
BT/ĐS	KLTT, g/cm ³			
	Tương ứng độ ẩm phối liệu			
	9%	11%	13%	15%
0/100	0,876	0,880	0,886	0,901
30/70	0,790	0,809	0,815	0,823
40/60	0,763	0,768	0,773	0,775
50/50	0,730	0,735	0,740	0,758

3.2. Kết quả tính chất của mẫu tạo hình

Trong nghiên cứu này, với mỗi phối liệu khác nhau, nhóm tạo hình 03 mẫu với hệ số nén khí tạo hình cho các phối liệu là 2,5 (hệ số nén khí tạo hình là tỷ lệ chiều cao của phối liệu ban đầu trước khi ép so với chiều cao mẫu sau tạo hình) ở Hình 6(a). Sau khi tạo hình, tiến hành tháo khuôn, lấy mẫu. Các mẫu sau tạo hình đều có hình dạng vuông vắn, bề mặt nhẵn phẳng, không có vết nứt, có cường độ mộc ban đầu khá lớn (ấn tay vào không lún), có thể xếp chồng lên nhau. KLTT mẫu sau tạo hình là tỷ lệ giữa khối lượng cân mẫu và thể tích của mẫu dựa vào các kích thước đo. Khối lượng thể tích của các mẫu tạo hình từ phối liệu trộn 30÷50% bùn thải đạt được (1,707÷1,960 g/cm³) nhỏ hơn mẫu dùng 100% đất sét (2,117÷2,171 g/cm³) ở Hình 6(b).



(a) Mẫu tạo hình

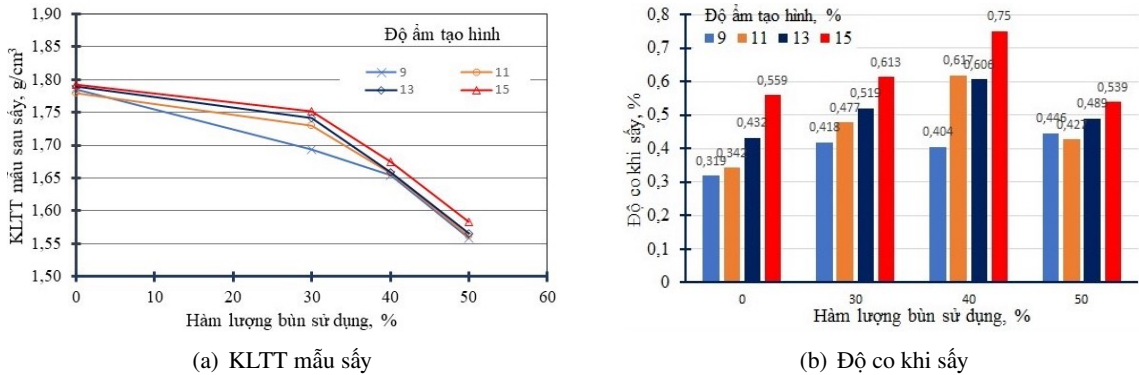


(b) KLTT mẫu tạo hình

Hình 6. Tính chất mẫu sau khi tạo hình bằng phương pháp bán khô

Ta thấy rằng khi tăng hàm lượng bùn thải trong phối liệu thì khối lượng thể tích của mẫu sau tạo hình đều giảm. Ở cùng hàm lượng bùn thải trong phối liệu, khi tăng độ ẩm tạo hình thì KLTT mẫu tạo hình tăng một chút nhưng tăng không nhiều ở Hình 6(b). Sự thay đổi KLTT tạo hình này tương đồng sự thay đổi KLTT của phối liệu, vì tất cả các mẫu tạo hình trong thí nghiệm này cùng chung một hệ số nén.

3.3. Tính chất của mẫu sau khi sấy



Hình 7. Tính chất của mẫu sấy

Hai đặc tính công nghệ quan trọng của mẫu khi sấy là KLTT của mẫu sau khi sấy và độ co dài khi sấy mẫu. KLTT của các mẫu sau sấy là tỷ số giữa khối lượng của mẫu sau sấy và thể tích của mẫu đó sau sấy. Kết quả xác định được KLTT mẫu sau sấy đạt giá trị ($1,559 \div 1,751 \text{ g/cm}^3$), giảm so với KLTT mẫu tạo hình. Nguyên nhân chính là do nước ẩm thoát hết ra khi sấy khô, mẫu độ ẩm cao thì nước thoát ra nhiều hơn so với mẫu có độ ẩm thấp. Ở cùng một độ ẩm, khi tăng lượng bùn sử dụng tăng lên thì KLTT có xu hướng giảm ở Hình 7(a), bởi vì nó còn phụ thuộc một phần vào độ co khi sấy, và ở đây lượng nước thoát ra như nhau khi sấy.

Kèm theo sự mất khối lượng, là hiện tượng co khi sấy làm thay đổi kích thước, thể tích của mẫu khi sấy. Độ co thể tích được tính thông qua mức độ thay đổi thể tích mẫu trước và sau khi sấy so với thể tích của mẫu ban đầu. Với độ co dài được tính xấp xỉ bằng một phần ba độ co thể tích khi sấy hay khi nung mẫu [17, tr428]. Nguyên nhân tính toán này, là mẫu tạo hình phương pháp bán khô không thể đánh dấu tạo vết được. Kết quả độ co dài khi sấy của các mẫu tạo hình bán khô có sử dụng bùn thải nạo vét sông Nhuệ rất nhỏ từ $0,404 \div 0,750\%$, chỉ lớn hơn rất ít so với các mẫu tạo hình bán khô không sử dụng bùn thải ($0,319 \div 0,559\%$). Giá trị độ co dài khi sấy này tương tự giá trị độ co khi sấy trong nghiên cứu [18], thấp hơn nhiều so với độ co khi sấy của mẫu tạo hình dẻo (khoảng $3 \div 5\%$) [8]. Nguyên nhân của độ co rất nhỏ này là do các mẫu tạo hình ép lực lớn làm các hạt phối liệu liên kết chèn chặt chẽ nhau, độ ẩm thấp giúp cho mẫu có độ co rất nhỏ khi sấy. Ở cùng cấp phối hay cùng tỷ lệ bùn thải đưa vào, độ co dài có xu hướng tăng khi độ ẩm tạo hình tăng, do nước bay hơi nhiều thì mẫu bị co nhiều hơn. Ở cùng một độ ẩm thì độ co dài của các cấp phối khác nhau thay đổi không nhiều theo Hình 7(b), do lượng nước bay hơi là khá tương đồng nhau.

3.4. Kết quả tính chất mẫu nung

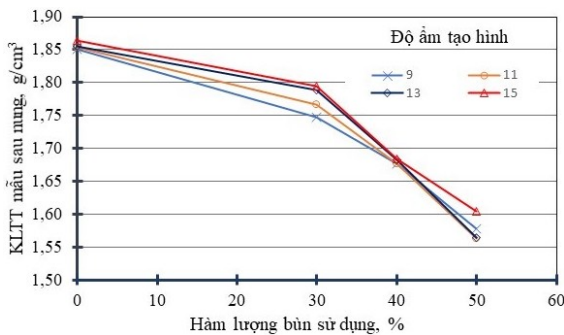
Các mẫu sau khi nung được tháo dỡ ra khỏi lò nung. Sau đó, tiến hành đánh giá tính chất về hình dáng, màu sắc và các tính chất cơ lý của mẫu.

Tính chất về hình dáng, màu sắc được đánh giá bằng ngoại quan, quan sát. Ta thấy, tất cả các mẫu gạch có sử dụng bùn thải cũng cho màu sắc đỏ đồng đều, bề mặt phẳng nhẵn hình dáng vuông vắn, hình dạng đẹp vuông thành, sắc cạnh theo Hình 8, do độ co khi sấy, nung rất nhỏ, đồng đều, tốt hơn trong nghiên cứu khi mẫu tạo hình dẻo [8]. Đây chính là ưu điểm có được của việc áp dụng phương pháp tạo hình bán khô [17, tr63], nó tương tự kết quả trong nghiên cứu khi sử dụng tro bay [18].

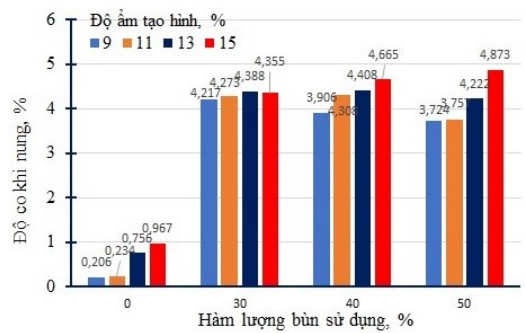
Tính chất KLTT sau nung và độ co dài của mẫu khi nung: Các giá trị KLTT sau nung xác định theo TCVN 6355-5:2009. KLTT của các mẫu sau nung đạt giá trị ($1,578 \div 1,795 \text{ g/cm}^3$). KLTT sau nung của các mẫu giảm đi khi tăng hàm lượng bùn thải nếu ở cùng một độ ẩm, do bùn thải có MKN lớn hơn sẽ làm mẫu mất mát khối lượng nhiều hơn. KLTT của các mẫu sau nung tăng rất ít khi tăng độ ẩm tạo hình, mẫu ở đây đã được sấy khô hết ẩm trước khi nung. Ví dụ ở 30% bùn, khi tăng độ ẩm (từ 9% đến 15%) thì KLTT tăng từ 1,748 đến 1,795 g/cm^3 tương ứng tăng 2,61% theo Hình 9(a).



Hình 8. Mẫu sau nung



(a) KLTT mẫu sau nung

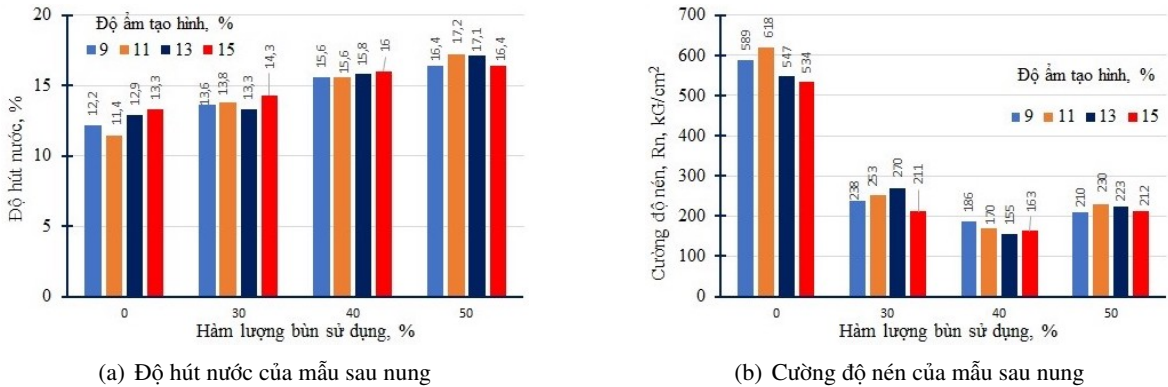


(b) Độ co khi nung

Hình 9. Tính chất KLTT và độ co của mẫu khi nung

Mẫu sau khi nung luôn giảm về kích thước, thể tích so với mẫu trước khi đưa vào nung. Ta thấy, độ co dài khi nung các mẫu khi có sử dụng bùn thải, độ co mẫu sau nung có giá trị từ 3,490% đến 4,873%, lớn hơn so với độ co dài của mẫu đối chứng không sử dụng bùn thải ($0,206 \div 0,967\%$), nhỏ hơn giá trị độ co dài khi tạo hình dẻo [8]. Ở cùng cấp phối hay cùng hàm lượng bùn thải sử dụng, khi tăng độ ẩm tạo hình thì độ co khi nung cũng tăng và cùng một độ ẩm tạo hình khi hàm lượng bùn thải tăng thì độ co dài khi nung của mẫu cũng tăng so với độ co dài khi nung của mẫu đối chứng, nhưng sự thay đổi không nhiều khi bùn sử dụng 30÷50% theo Hình 9(b). Nguyên nhân của sự thay đổi này là do khi các mẫu sử dụng bùn lớn tức có MKN lớn hơn, nó bị mất đi khi nung sẽ để lại lỗ rỗng nhiều hơn và khi nước tạo hình cao hơn bay hơi khi sấy cũng để lại lỗ rỗng nhiều hơn, nơi mà phần vật chất rắn kết khối dịch chuyển tới dễ hơn khi nung ở nhiệt độ cao. Một phần nữa MKN thường là chất hữu cơ, khi cháy sẽ sinh nhiệt giúp cho nhiệt độ trong mẫu đều hơn và cao hơn khi nung, làm tăng mức độ kết khối mẫu.

Tính chất hút nước và cường độ nén của mẫu: Hai tính chất cơ lý rất quan trọng với sản phẩm gạch nung là độ hút nước và cường độ nén của mẫu ở Hình 10. Độ hút nước của mẫu được xác định theo TCVN 6355-4:2009. Độ hút nước của các mẫu có giá trị từ 13,3% đến 17,2% khi sử dụng bùn vào phối liệu tăng từ 30 đến 50%, cao hơn độ hút nước mẫu đối chứng 100% đất sét. Ta thấy độ hút nước của cấp phối sử dụng 30% và 40% bùn thải phù hợp yêu cầu về độ hút nước của gạch đặc đất sét nung là $\leq 16\%$, còn với cấp phối sử dụng 50% bùn thì có lượng hút nước lớn hơn yêu cầu gạch xây theo Hình 10(a). Nguyên nhân là do khi bùn thải sử dụng tăng lên, thì MKN lớn hơn, nó sẽ tạo ra độ rỗng cao hơn, nơi mà nước chui đầy vào khi ta ngâm mẫu bão hòa nước.



Hình 10. Tính chất độ hút nước, cường độ của mẫu khi nung

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 theo TCVN 6355-2:2009. Khi hàm lượng bùn thải trong phối liệu tăng thì cường độ của các mẫu bị giảm so với mẫu 100% đất sét, từ khoảng 500 kG/cm² về khoảng 150 kG/cm². Khi cùng hàm lượng bùn, độ ẩm của phối liệu tạo hình thay đổi thì cường độ nén thay đổi không nhiều theo Hình 10(b). Cường độ nén của các mẫu thí nghiệm với hàm lượng bùn 30÷50% tương đương với mức 150, 200 đối với gạch xây theo TCVN 1451:1998. Sự thay đổi này nguyên nhân là do bùn thải liên kết kém, nhiều chất hữu cơ làm tăng độ rỗng xốp của sản phẩm và ảnh hưởng đến sự kết khối của sản phẩm khi nung.

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu sử dụng bùn thải đô thị để chế tạo gạch nung theo phương pháp tạo hình bán khô: phối liệu khi đưa bùn thải 30÷50% vào thay thế đất sét thì độ ẩm phối liệu tạo hình hợp lý có giá trị từ 9% đến 15%, làm giảm KLTT mẫu tạo hình, làm giảm KLTT mẫu sau sấy, giá trị độ co dài khi sấy rất nhỏ và thay đổi ít, làm giảm KLTT mẫu sau nung, giá trị độ co dài khi nung tăng nhưng nhỏ hơn so với tạo hình dẻo, tất cả các mẫu đều có hình dạng mẫu đều vuông vắn, màu sắc đồng đều. Hàm lượng bùn thải có ảnh hưởng trực tiếp đến tính chất của sản phẩm, hàm lượng bùn thải sử dụng tăng (từ 30÷50% bùn thải) làm giảm tính chất của sản phẩm: độ hút nước tăng từ 11,3 lên 17,2%, cường độ nén giảm từ 270 xuống 155 kG/cm². Đặc biệt, khi sử dụng được đến 30 ÷ 40% bùn thải cho sản phẩm có cường độ trên 150 kG/cm², độ hút nước bão hòa nhỏ hơn 16%, có màu sắc đỏ đồng đều, hình dạng vuông vắn.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn sự giúp đỡ của Phòng thí nghiệm và nghiên cứu vật liệu xây dựng, Khoa Vật liệu Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội và cảm ơn đề tài 01C-09/2019-3 đã hỗ trợ, tạo điều kiện để chúng tôi thực hiện các thí nghiệm của nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

- [1] Chính phủ Việt Nam. *Phê duyệt chương trình vật liệu không nung đến năm 2020*. Truy cập ngày 02/12/2020.

- [2] Báo An ninh Thủ đô, Bộ Thông tin và truyền thông. *Hoài nhiệm một con sông đào ở Hà Nội*. Truy cập ngày 15/03/2021.
- [3] Water and water waste equipment. *Ô nhiễm sông Nhuệ-Đáy*.
- [4] Bộ Xây dựng. *Công nghệ tái chế bùn thải làm vật liệu xây dựng*. Truy cập ngày 2/12/2020.
- [5] Học viện cán bộ quản lý xây dựng và đô thị, Bộ Xây dựng. *"Nóng" xử lý bùn thải*. Truy cập 2/12/2020.
- [6] Báo Tài nguyên môi trường, Bộ Tài nguyên Môi trường. *Xử lý bùn thải đô thị bài toán khó*. Truy cập ngày 2/12/2020.
- [7] Liên hiệp các hội khoa học kỹ thuật Việt Nam, Mặt trận tổ quốc Việt Nam. *Những giải pháp xử lý bùn thải nguy hại*. Truy cập ngày 02/12/2020.
- [8] Long, H. V., Bình, N. D. (2017). Nghiên cứu sử dụng bùn thải từ nạo vét kênh mương để chế tạo gạch đất sét nung. *Tạp chí Xây dựng*, (5):38–42.
- [9] TCVN 1451:1998. *Gạch đặc đất sét nung- yêu cầu kỹ thuật*. Tiêu chuẩn quốc gia Việt Nam.
- [10] Gouré-Doubi, H., Lecomte-Nana, G., Thery, F., Peyratout, C., Anger, B., Levacher, D. (2014). Characterization and valorization of dam sediment as ceramic materials. *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, 4(4):84–90.
- [11] Hamer, K., Karius, V. (2002). *Brick production with dredged harbour sediments. An industrial-scale experiment*. *Waste Management*, 22(5):521–530.
- [12] Jamshidi-Chenari, R., Rabanifar, H., Veisheh, S. (2015). *Utilisation of Sepidrud dam basin sediments in fired clay bricks: laboratory scale experiment*. *Materials of Construction*, 65(320):e066.
- [13] Mezencevova, A., Yeboah, N. N., Burns, S. E., Kahn, L. F., Kurtis, K. E. (2012). *Utilization of Savannah Harbor river sediment as the primary raw material in production of fired brick*. *Journal of Environmental Management*, 113:128–136.
- [14] Tangprasert, W., Jaikaew, S., Supakata, N., and (2015). *Utilization of Dredged Sediments from Lumsai Canal with Rice Husks to Produce Bricks*. *International Journal of Environment Science and Development*, 6(3):217–220.
- [15] Xu, Y., Yan, C., Xu, B., Ruan, X., Wei, Z. (2014). *The use of urban river sediments as a primary raw material in the production of highly insulating brick*. *Ceramics International*, 40(6):8833–8840.
- [16] Namchan, J., Supakata, N. (2018). *The Use of Dredged Sediment from the Watsongpeenong Canal with Paper Mill Residue to Produce Facing Bricks*. *Applied Environmental Research*, 13–22.
- [17] Đức, V. M. (1999). *Công nghệ gốm xây dựng*. Nhà xuất bản xây dựng, Hà Nội.
- [18] Hòa, N. N., Đức, V. M., Anh, M. Q. (2016). *Nghiên cứu chế tạo vật liệu gốm tường theo phương pháp bán khô sử dụng vật liệu đất sét Thanh Trì và phế thải công nghiệp tro Phá Lại*. Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Trường Đại học Xây dựng, mã số 68-2016/KH XD.
- [19] TCVN 4196:2012. *Đất xây dựng - Phương pháp xác định độ ẩm, độ hút ẩm trong phòng thí nghiệm*. Tiêu chuẩn quốc gia Việt Nam.
- [20] TCVN 4202:2012. *Đất xây dựng - Phương pháp xác định khối lượng thể tích trong phòng thí nghiệm*. Tiêu chuẩn quốc gia Việt Nam.
- [21] TCVN 4915:2012. *Đất xây dựng - Phương pháp xác định khối lượng riêng trong phòng thí nghiệm*. Tiêu chuẩn quốc gia Việt Nam.
- [22] TCVN 4345:1986. *Đất sét để sản xuất gạch ngói nung - Phương pháp thử cơ lý*. Tiêu chuẩn quốc gia Việt Nam.