

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG Bùn THẢI ĐÔ THỊ ĐÃ XỬ LÝ CHẾ TẠO GỐM TƯỜNG THEO PHƯƠNG PHÁP DẸO

Nguyễn Nhân Hòa^{a,*}, Nguyễn Công Linh^a, Trương Bá Tiệp^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

Nhận ngày 12/10/2021, Sửa xong 09/11/2021, Chấp nhận đăng 15/11/2021

Tóm tắt

Gạch nung là vật liệu xây dựng truyền thống và nhu cầu sử dụng để xây rất lớn. Nguyên liệu sản xuất gạch chủ yếu là đất sét dẻo, đất nông nghiệp, nguồn này đang dần cạn kiệt. Chúng được sản xuất theo phương pháp tạo hình dẻo, đây phương pháp đơn giản và phổ biến. Trong khi đó bùn thải đô thị hàng năm rất lớn, gây ô nhiễm môi trường. Đã có nhiều nghiên cứu xử lý, sử dụng bùn thải nhưng còn hạn chế. Nhóm nghiên cứu sử dụng bùn thải nạo vét đã xử lý làm nguyên liệu để sản xuất gốm tường. Kết quả nghiên cứu cho thấy hoàn toàn có thể sử dụng bùn thải, bùn thải đã xử lý để thay thế đất sét từ 10÷30% để chế tạo được gạch xây đạt theo TCVN 1451:1998: cường độ chịu nén $R_n \geq 75 \text{ kG/cm}^2$, độ hút nước H_p đạt 11÷16%, âm thanh tốt, ...

Từ khoá: bùn thải đô thị; bùn thải xử lý với trấu; gốm tường; tạo hình dẻo.

UTILIZATION OF TREATED URBAN SLUDGE TO PRODUCE RED BRICK BY USING THE STIFF-MUD PROCESS

Abstract

Red bricks are traditional building materials, with a big demand in the construction industry. The raw materials for red bricks, which are usually clay and agricultural soil, are gradually being depleted. Red bricks are produced by using the stiff-mud process, this method is simple and popular. Urban sludge is very abundant and causes environmental pollution. Studies about reusing sludge are still limited. In this work, treated urban sludges are combined with plastic clay to produce red bricks by using the molded process. The results showed that it is possible to fabricate red bricks using urban sludge from 10÷30%. Experimental samples have the appropriate properties meeting TCVN 1451:1998: compressive strength $R_n \geq 75 \text{ kG/cm}^2$, water absorption $H_p = 11 \div 16\%$, good shape, ...

Keywords: urban sludge; treated urban sludge with rice husk; red brick; the stiff-mud process.

[https://doi.org/10.31814/stce.huce\(nuce\)2021-15\(6V\)-03](https://doi.org/10.31814/stce.huce(nuce)2021-15(6V)-03) © 2021 Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (ĐHXDHN)

1. Giới thiệu

Hiện nay, hàng năm nước ta vẫn tiêu thụ khoảng 20÷22 tỷ viên gạch xây bởi do tốc độ đô thị hóa. Chính phủ nước ta đã phê duyệt chương trình vật liệu không nung, nhưng tỷ lệ vật liệu nung vẫn chiếm tỷ lệ lớn 60÷70% vật liệu xây dựng [1].

Nguyên liệu sản xuất gạch nung chủ yếu là đất sét dẻo chảy, nguồn cung cấp nguyên liệu này ngày một cạn kiệt, do sử dụng đất nông nghiệp [1]. Bùn thải đô thị ở các sông, hồ, ở nhà máy xử lý nước thải, ... gây ô nhiễm môi trường, tắc nghẽn dòng chảy của sông. Theo ước tính, mỗi ngày các thành phố lớn ở Việt Nam thải ra hơn 600 tấn bùn [2]. Tình trạng ô nhiễm nghiêm trọng ở các sông đô thị

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

và vấn đề xử lý bùn thải vẫn là mối quan tâm lớn của chính phủ và xã hội [3, 4]. 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 cặn nạo vét và thu gom từ các cống, mương, sông, sau đó đổ đồng hoặc chủ yếu được chôn lấp. Một số biện pháp nghiên cứu xử lý bùn thải: 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: lắng lọc, tách nước, kết tủa hóa học, hấp phụ, trao đổi ion, điện hóa, ... [5]. Trong sản xuất gạch đất sét nung, nguyên liệu sử dụng chủ yếu là đất sét dễ chảy kết hợp với một phần nguyên liệu gầy hoặc phụ gia cháy [6]. Do đó, các chất thải rắn bùn thải rất quan tâm vào chế tạo gạch nung là hướng nghiên cứu được nhiều nhà khoa học quan tâm [7–16]. Bùn thải với nhiều nguồn gốc khác nhau được nhào trộn với đất sét và một số phụ gia khác được chế tạo gạch xây. Ở Đức, Hamer và 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 18MPa [11]. Ở Ấn Độ, Jamshidi-Chenari và cs. sử dụng bùn tới 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]. Ở Thái Lan, 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 [2]. Năm 2017, Hoàng Vĩnh Long và cộng sự có nghiên cứu sử dụng bùn đô thị 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 [9], khi hàm lượng bùn cao cần sử dụng phụ gia thêm vào nhưng kết quả còn hạn chế [7]. Năm 2020, Nguyễn Nhân Hòa và cộng sự đã nghiên cứu sử dụng bùn thải nạo vét Sông Nhuệ để chế tạo gốm tường theo phương pháp bán khô. Kết quả cho thấy có thể sử dụng tới 30÷40% bùn thải cùng với đất sét dễ chảy, cho sản phẩm có chất lượng tốt cường độ cao, màu sắc tốt, hình dạng vuông vắn [8]. Nhược điểm của phương pháp này cần phải sấy và nghiền các nguyên liệu ban đầu và việc tạo hình sản phẩm phức tạp.

Như vậy, nguồn nguyên liệu đất sét ngày càng ít, nên việc tìm nguồn nguyên liệu thay thế đất sét cần thiết. Bùn thải đô thị ngày một nhiều, cần được nghiên cứu sử dụng một cách có hiệu quả. Do đó, nhóm nghiên cứu sử dụng bùn thải đô thị, bùn thải đã xử lý kết hợp với đất sét để sản xuất gốm tường tạo hình theo phương pháp dẻo. Sản phẩm chế tạo có các tính chất cơ lý đạt được theo Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN) 1451:1998 [9] với hàm lượng bùn đô thị này đưa vào hợp lý.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Nguyên liệu bùn đô thị, bùn thải xử lý

Bùn đô thị: Bùn đô thị được lấy nạo vét từ các sông, kênh mương đô thị Hà Nội để chuẩn bị nguyên liệu bùn. Bùn này được xử lý tách nước qua lắng trọng lực, loại bỏ rác cỡ lớn, sau đó xử lý cho lọt qua sàng 1,25 mm, đảm bảo yêu cầu sản xuất gạch nung [6, tr53]. Bùn ban đầu (B) là bùn sau tách nước và để khô tự nhiên 1÷2 ngày, nhưng độ ẩm vẫn rất cao. Bùn B sau đó được xử lý giảm độ ẩm bằng cách trộn với vỏ trấu nghiền (cỡ hạt < 0,63 mm), theo tỷ lệ nhất định, đảm bảo yêu cầu đồng nhất ở Hình 1.



Hình 1. Bùn thải và chuẩn bị bùn thải

Trong xử lý làm khô bùn thải, có thể thực hiện bằng cách sấy, phơi tự nhiên hay trộn với nguyên liệu khác như bột đá, bột trấu, bột rơm rạ, ... Do trấu chứa chủ yếu SiO_2 và chất hữu cơ xenlulô nên trong nghiên cứu này, nhóm sử dụng 02 loại bùn: Bùn B; và bùn B51 là bùn B được trộn với vỏ trấu theo tỷ lệ bùn : bột vỏ trấu = 5:1 (tỷ lệ vật liệu khô về khối lượng).

Thành phần hóa của bùn thải, bùn thải xử lý với trấu. Kết quả phân tích và xác định được nêu trong Bảng 1.

Bảng 1. Thành phần hóa của bùn và bùn xử lý với trấu

Cấu tử	Mẫu bùn B		Mẫu bùn B51	
	Có MKN	Bỏ MKN	Có MKN	Bỏ MKN
SiO_2	67,81	72,86	61,91	79,59
Al_2O_3	7,42	7,97	3,56	4,58
CaO	6,38	6,86	5,62	7,23
Fe_2O_3	5,25	5,64	2,13	2,74
K_2O	2,47	1,95	0,96	3,33
MgO	1,81	2,65	2,59	1,24
MnO	1,16	0,14	0,68	0,04
P_2O_5	0,63	1,25	0,29	0,87
TiO_2	0,13	0,68	0,03	0,38
MKN	6,93	-	22,21	-
$\Sigma \text{ oxit, \%}$	100	100	100	100

Từ kết quả phân tích thành phần hóa của các bùn, ta thấy bùn thải chứa hàm lượng lớn là SiO_2 , chứng tỏ bùn chứa nhiều cát, ngoài ra trong bùn còn các oxit Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 , K_2O , ... các oxit này tương tự như trong đất sét, phù hợp để sản xuất gạch. Trong bùn cũng chứa một lượng mất khi nung (MKN) lớn, với bùn B51 thì MKN tăng thêm là do từ vỏ trấu đưa vào. MKN thường là chất hữu cơ, nó sẽ bị cháy khi nung và nó sinh nhiệt một phần, rất phù hợp tận dụng khi nung sản phẩm gốm. Ngoài ra trong bùn có các thành phần rất nhỏ vì lượng các chất khác.

2.2. Nguyên liệu đất sét

Nguyên liệu dẻo là đất sét dễ chảy (ĐS) lấy từ nhà máy sản xuất gạch ngói Hữu Hưng – Hoài Đức, Hà Nội ở Hình 2(a) Sau đó đất sét được gia công cơ học cỡ hạt $< 0,63 \text{ mm}$ [6] ở Hình 2(b).



(a) Đất sét ban đầu



(b) Đất sét được nghiền nhỏ

Hình 2. Nguyên liệu đất sét Hữu Hưng

Đất sét ban đầu lấy từ nhà máy có độ ẩm khá cao, có kích thước khá lớn. Nó được phơi khô tự nhiên. Đất sét được kiểm tra các tính chất ban đầu ở Bảng 2. Sau đó được sấy khô và nghiền nhỏ đến cỡ hạt bé hơn $0,63 \text{ mm}$ ở Hình 2(b).

Trị số dẻo của đất sét xác định theo TCVN 4197:2012, được kết quả trị số dẻo I_d đạt 24, là loại đất sét có độ dẻo cao theo phân loại TCVN 9362-2012.

Bảng 2. Một số tính chất đất sét

TT	Tính chất	Đơn vị	Kết quả	Tiêu chuẩn kiểm tra
1	Độ ẩm ban đầu	%	18,63	TCVN 4196:2012 [17]
2	Độ ẩm để phơi khô tự nhiên	%	8,54	TCVN 4196:2012 [17]
3	KLTT tự nhiên	g/cm^3	0,80	TCVN 4202:2012 [18]
4	KLTT bột khô	g/cm^3	1,17	TCVN 4202:2012 [18]
5	Khối lượng riêng	g/cm^3	2,60	TCVN 4915:2012 [19]
6	Độ ẩm giới hạn W _{gh}	%	45	TCVN 4345:1986 [20]
7	Độ ẩm lẫn vơ W _{lv}	%	21	TCVN 4345:1986 [20]
8	Chỉ số dẻo	-	24	TCVN 4345:1986 [20]

Thành phần hóa của đất sét được xác định cho kết quả ở Bảng 3. 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. Hàm lượng oxit Fe_2O_3 cao, sẽ giúp cho sản phẩm sau khi nung có màu đỏ. Hàm lượng SiO_2 , Al_2O_3 và các một số oxit khác cũng nằm trong yêu cầu cho phép của đất sét sản xuất gạch nung TCVN 4353:1986.

Bảng 3. Thành phần hóa của nguyên liệu đất sét Hữu Hưng

Cấu tử Oxyt	Hàm lượng, %	Quy đổi về 100%	Bỏ MKN quy về 100%
SiO_2	65,42	66,77	70,72
Al_2O_3	13,84	14,12	14,96
CaO	1,27	1,30	1,37
Fe_2O_3	6,22	6,34	6,72
MgO	1,43	1,46	1,55
SO_3	0,52	0,53	0,56
K_2O	2,18	2,22	2,37
P_2O_5	0,44	0,45	0,48
TiO_2	0,36	0,37	0,39
Na_2O	0,82	0,84	0,89
MKN	5,48	5,50	-
Tổng	97,98	100	100

a. Phối liệu và chế tạo mẫu thí nghiệm

Các nguyên liệu sau khi chuẩn bị, được định lượng theo khối lượng tùy thành phần mỗi phối liệu nghiên cứu. Các nguyên liệu được trộn đều, đồng nhất. Sau đó, phối liệu được trộn đều thêm nước sao cho phối liệu đảm bảo độ ẩm tạo hình. Tiếp đó, phối liệu được ủ trong túi nilon thời gian tối thiểu 2 ngày. Sau khi ủ, phối liệu được đem tạo hình mẫu dạng tấm trong khuôn $50 \times 50 \times 10$ mm, và mẫu dạng khối trong khuôn $50 \times 50 \times 50$ 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.

b. Lựa chọn chế độ gia công nhiệt

Trong nghiên cứu này, nhóm thực hiện chế độ gia công nhiệt sấy và nung như sau: Mẫu thí nghiệm được tạo hình từ phối liệu đạt độ dẻo, độ ẩm tạo hình. Mẫu sau tạo hình được hong tự nhiên trong



(a) Sấy mẫu



(b) Lò nung mẫu

Hình 3. Gia công nhiệt sấy và nung mẫu

1 ngày, sau đó sấy khô ở 105 °C đến khối lượng không đổi trong lò điện ở Hình 3(a). Sau đó, các mẫu được đem nung trong lò điện ở nhiệt độ cao nhất đến 970 °C ở Hình 3(b) với tốc độ nâng nhiệt 100÷200 °C/h, thời gian hằng nhiệt 2 giờ và làm nguội tự nhiên (tắt lò). Việc chọn nhiệt độ nung lớn nhất là do sử dụng đất sét dễ chảy.

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, bùn xử lý đến một số tính chất của sản phẩm gạch nung, đề tài đã sử dụng 02 loại bùn, trộn với đất sét với tỷ lệ ĐS/BT là 90/10, 80/20, 70/30, 60/40, 50/50 ở Bảng 4. Với thành phần hóa nguyên liệu Bảng 1, Bảng 3 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) ở Bảng 5. Với X là tổng số mol của các oxit dễ chảy, Y là tỷ lệ mol phần $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$. Các điểm này đều nằm trong vùng 6 vùng sản xuất gốm tường [6, tr54]. Các phối liệu được khảo sát để tìm độ ẩm tạo hình phù hợp cho phương pháp tạo hình dẻo trong Bảng 6.

Bảng 4. Các cấp phối nghiên cứu

Tỷ lệ nguyên liệu		Kí hiệu cấp phối theo loại bùn	
Đất sét	Bùn thải	Bùn B	Bùn B51
90%	10%	10B	10B51
80%	20%	20B	20B51
70%	30%	30B	30B51
60%	40%	40B	40B51
50%	50%	50B	50B51

Bảng 5. Thành phần mol của từng oxit trong các phối liệu

Số mol theo Tỷ lệ ĐS:BT tương ứng với các loại bùn sử dụng					
Với phối liệu sử dụng loại bùn B					
Oxit	10B	20B	30B	40B	50B
SiO_2	1,1145	1,1163	1,1180	1,1198	1,1215
Al_2O_3	0,1319	0,1253	0,1188	0,1122	0,1056
CaO	0,0322	0,0413	0,0504	0,0595	0,0686
Fe_2O_3	0,0390	0,0383	0,0376	0,0369	0,0362
MgO	0,0387	0,0412	0,0437	0,0462	0,0487
K_2O	0,0232	0,0228	0,0224	0,0219	0,0215
P_2O_5	0,0037	0,0042	0,0047	0,0052	0,0057
TiO_2	0,0049	0,0053	0,0056	0,0059	0,0063
MnO	0,0002	0,0004	0,0006	0,0007	0,0009
Na_2O	0,0121	0,0108	0,0094	0,0081	0,0067
Y	0,1184	0,1123	0,1062	0,1002	0,0942
X	0,1455	0,1548	0,1641	0,1734	0,1827

Với phối liệu sử dụng loại bùn B51					
Oxit	10B51	20B51	30B51	40B51	50B51
SiO ₂	1,1047	1,0966	1,0885	1,0804	1,0723
Al ₂ O ₃	0,1281	0,1178	0,1074	0,0971	0,0867
CaO	0,0309	0,0386	0,0463	0,0541	0,0618
Fe ₂ O ₃	0,0370	0,0344	0,0318	0,0291	0,0265
MgO	0,0350	0,0338	0,0325	0,0313	0,0301
K ₂ O	0,0241	0,0244	0,0248	0,0252	0,0256
P ₂ O ₅	0,0033	0,0035	0,0036	0,0038	0,0040
TiO ₂	0,0045	0,0044	0,0043	0,0042	0,0041
MnO	0,0000	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002
Na ₂ O	0,0121	0,0108	0,0094	0,0081	0,0067
Y	0,1160	0,1074	0,0987	0,0898	0,0809
X	0,1392	0,1421	0,1450	0,1480	0,1509

Bảng 6. Độ sụt kim vica và độ ẩm tạo hình của phối liệu

Phối liệu	Độ sụt kim vica, cm	Độ ẩm tạo hình xác định được, %		
		Khối lượng vật liệu ẩm, g	Khối lượng vật liệu khô, g	Độ ẩm tạo hình, %
10B	3,1	100	77,92	22,08
20B	3,3	100	77,47	22,53
30B	3,5	100	78,14	21,86
40B	3,8	100	77,68	22,32
50B	3,9	100	78,75	21,25
10B51	3,2	100	77,87	22,13
20B51	3,6	100	78,11	21,89
30B51	3,5	100	77,59	22,41
40B51	3,8	100	76,35	23,65
50B51	3,6	100	76,94	23,06

Nhóm đề tài đã tiến hành xác định độ ẩm tạo hình của từng phối liệu theo TCVN 4345:1986 [20]. Mỗi phối liệu sẽ được trộn đều, đồng nhất với lượng nước nhất định tương ứng độ ẩm tạo hình, rồi được ủ kín trong túi. Kết quả thí nghiệm của từng phối liệu ở Bảng 6.

Có thể thấy độ ẩm tạo hình tăng nhẹ khi ta sử dụng bùn thải B, còn với bùn B51 thì độ ẩm này tăng nhiều hơn. Các phối liệu này đều có độ ẩm tạo hình cao hơn chút so với độ ẩm tạo hình dẻo lý thuyết $18 \div 22\%$ [6]. Sự tăng này là do đặc tính của bùn, ở cùng khối lượng có tỷ diện tích bề mặt lớn hơn và, đặc biệt vỏ trấu rất nhẹ, nên tăng thể tích lớn hơn.

3.2. Kết quả tính chất của mẫu tạo hình

Trong thí nghiệm này, nhóm nghiên cứu tạo hình các mẫu dạng tấm kích thước $50 \times 50 \times 10$ mm, và các mẫu hình lập phương $50 \times 50 \times 50$ mm. Việc tạo hình đảm bảo phối liệu được lèn chặt đầy góc, cạnh của khuôn. Mẫu tạo hình xong được đặt trên các tấm kính riêng biệt để đảm bảo mẫu không bị biến dạng ở Hình 4(a), Hình 4(b).



(a) Mẫu tạo hình từ phối liệu 10B51



(b) Mẫu tạo hình từ phối liệu 50B51

Hình 4. Mẫu tạo hình trong nghiên cứu

Trong quá trình tạo hình, nhóm nghiên cứu nhận thấy khi lượng bùn thải thay thế $10 \div 30\%$, khả năng tạo hình tốt, bề mặt nhẵn. Khi hàm lượng bùn tăng lên $40 \div 50\%$ khả năng tạo hình có khó khăn hơn, bề mặt mẫu có vết rạn nhỏ, đặc biệt với các mẫu B51, nhưng vẫn có hình dạng tốt ở Hình 4(b). Sự giảm khả năng tạo hình này là do bùn làm giảm tính dẻo của phối liệu, đặc biệt bột vỏ trấu là vật liệu gây, nó không có khả năng liên kết.

3.3. Tính chất cơ ngót

Độ cơ ngót của mẫu xác định theo TCVN 4345:1986 [20] trên các mẫu $50 \times 50 \times 10$ mm. Các mẫu thí nghiệm được gia công nhiệt khi sấy ở Hình 5(a), và gia công nhiệt nung ở Hình 5(b). Kết quả xác định độ cơ khi sấy, khi nung thu được ở Bảng 7.



(a) Mẫu sau sấy



(b) Mẫu sau nung

Hình 5. Mẫu sau gia công nhiệt

Khi tăng lượng bùn thải ta thấy độ cơ khi sấy và độ cơ khi nung đều giảm dần, dẫn đến độ cơ tổng cũng giảm dần ở Bảng 7. Điều này cho thấy nguyên liệu bùn đưa vào có tính chất gây vì nó làm giảm cơ khi sấy và cả khi nung. Với mẫu tạo hình từ bùn B51 có độ cơ khi sấy còn giảm hơn một chút so với phối liệu tương ứng của bùn B. Hiện tượng cơ khi sấy tăng lên là do bùn đưa vào làm giảm khả năng liên kết, tức làm gây đất sét, và khi bùn xử lý với bột trấu làm giảm tính liên kết đất sét, nhưng cơ tăng do tính xốp và cơ của trấu. Độ cơ khi nung là do sự kết khối của mẫu khi nung, tức là khi

nung ở nhiệt độ cao, sự hình thành pha lỏng, kéo các phần vật chất rắn lại. Khi tăng hàm lượng bùn, độ co khi nung giảm có thể do nguyên nhân với nhiệt độ nung này sự kết khối mẫu hình thành lượng pha lỏng ít để liên kết các phần vật chất rắn, lượng chưa đủ nhiều để lấp vào các lỗ rỗng do nước bay hơi đi hay do MKN cháy hết tạo ra. Kết quả độ co này tương ứng và nhỏ hơn so với trong nghiên cứu [7] cùng tạo hình dẻo, nhưng lớn hơn rất nhiều khi mẫu tạo hình bán khô [8]. Bởi, trong nghiên cứu này, mẫu được tạo hình dẻo với độ ẩm cao và nhiệt độ nung lựa chọn là 970 °C, không phải là nhiệt độ lớn.

Bảng 7. Kết quả xác định độ co của các cấp phối Đất sét-bùn thải

Loại bùn	Phối liệu	Độ co ngót, %		
		Độ co sấy, %	Độ co nung, %	Độ co tổng, %
Bùn B	10B	4,83	2,26	7,09
	20B	3,71	1,61	5,32
	30B	3,47	0,97	5,44
	40B	3,50	0,52	4,02
	50B	2,25	0,42	2,67
Bùn B51	10B51	4,47	2,61	7,08
	20B51	3,58	2,04	5,62
	30B51	3,43	2,52	5,95
	40B51	3,49	1,87	5,36
	50B51	2,87	1,85	4,72

3.4. Kết quả tính chất ngoại quan và tính chất cơ lý của 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.

a. Tính chất ngoại quan

Tính chất này đánh qua quan sát hình dáng, màu sắc. Nhận thấy, tất các mẫu gạch có sử dụng bùn thải bề mặt phẳng nhẵn hình dáng vuông vắn, hình dạng đẹp vuông thành, sắc cạnh theo Hình 6.

Màu sắc của mẫu có hiện tượng bị nhạt đỏ dần khi tăng hàm lượng bùn thải trong phối liệu, và không có vết tróc do vôi trên bề mặt tất cả các mẫu, đảm bảo theo TCVN 1451:1998 [9]. Hiện tượng bạc màu, đây cũng chính là nhược điểm của phương pháp dẻo. Nguyên nhân là do trong bùn có những chất tan, nó bị động lại ở bề mặt sau quá trình gia công nhiệt [6]. Trong nghiên cứu này, do mẫu được tạo hình phương pháp dẻo nên độ ẩm tạo hình khá lớn, tức là lượng nước đưa vào khá cao. Dưới tác động của quá trình sấy, nung thì nước này di chuyển ra bề mặt mẫu kéo theo chất tan tới bề mặt. Về tính âm thanh, cho tiếng đánh chắc khi gõ mẫu vào nhau, có xu hướng giảm dần khi tăng hàm lượng bùn trong phối liệu. Điều này cho thấy khả năng kết khối của mẫu giảm đi khi tăng bùn thải.



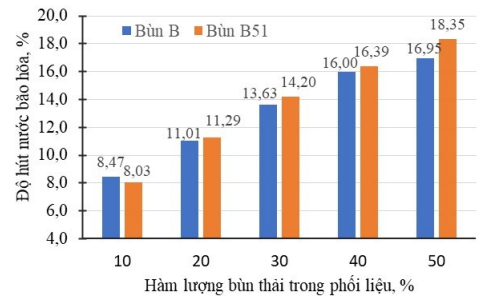
Hình 6. Mẫu sau nung

b. Tính chất cơ lý của mẫu khi nung

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. Thí nghiệm và kết quả độ hút nước bão hòa thể hiện ở Hình 7(a) và Hình 7(b).



(a) Thí nghiệm xác định độ hút nước



(b) Độ hút nước của mẫu sau nung

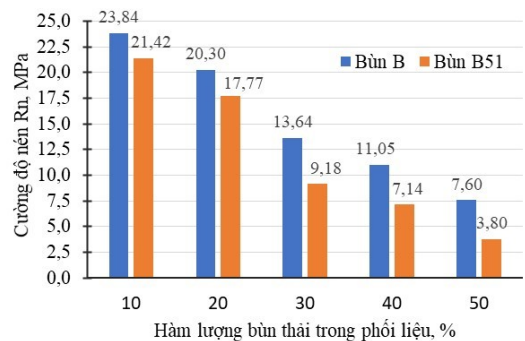
Hình 7. Tính chất độ hút nước của mẫu khi nung

Kết quả cho thấy, với cả phối liệu của bùn B, bùn B51 thì độ hút nước của các mẫu có giá trị từ khoảng 8% đến trên 18%, và độ hút nước bão hòa tăng lên khi sử dụng bùn vào phối liệu tăng từ 10 đến 50%. Khi hàm lượng bùn trong phối liệu 10÷30% thì độ hút nước của mẫu đều nhỏ hơn 16%, đảm bảo yêu cầu TCVN 1451:1998 [9]. Tuy nhiên, với các cấp phối sử dụng 40% và 50% bùn thải, độ hút nước bão hòa của mẫu đều lớn hơn 16%, không đảm bảo theo yêu cầu kỹ thuật TCVN 1451:1998 [9]. Nguyên nhân là do khi bùn thải sử dụng tăng lên, hàm lượng trấu 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.

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 ở Hình 8(a), kết quả thể hiện ở Hình 8(b).



(a) Thí nghiệm nén mẫu



(b) Cường độ nén các mẫu

Hình 8. Tính chất cường độ nén của các mẫu chế tạo từ phối liệu sử dụng bùn

Khi hàm lượng bùn thải B, B51 trong phối liệu tăng lên từ 10 đến 50% thì cường độ của các mẫu bị giảm. Áp theo TCVN 1451:1998 [9] về xác định mức gạch, thì với hàm lượng bùn 10% cho các mẫu đạt mức 200, với hàm lượng bùn 20% cho mẫu đạt mức 150, với hàm lượng bùn 30% cho mẫu đạt mức 100 với bùn B và đạt mức 75 với bùn B51. Các mẫu chế tạo từ phối liệu 40%, 50% hàm lượng

bùn cường độ bị suy giảm mạnh, nhưng vẫn còn khá tốt: đạt trên 11 MPa với mẫu chứa 40% bùn B, đạt 9,18 MPa với mẫu chứa 40% bùn B51 và đạt được 7,6MPa với mẫu chứa 50% bùn B và đạt 3,8 MPa với mẫu chứa 50% bùn B51. 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

Trên cơ sở các nguyên vật liệu sử dụng và phương pháp nghiên cứu áp dụng, tác giả đưa ra một số kết luận sau:

- Có khả năng sử dụng bùn đô thị đã xử lý trộn với bột trấu làm nguyên liệu thay thế một phần đất sét trong sản xuất gốm tường theo phương pháp dẻo. Bùn đô thị đã xử lý với bột trấu tỷ lệ 5:1 gây ảnh hưởng mạnh hơn với bùn tới các tính chất công nghệ, tính chất cơ lý: làm tăng độ ẩm tạo hình, làm giảm độ co của mẫu khi sấy nung và làm tăng độ hút nước, làm giảm cường độ của mẫu sau nung và gây sự bạc màu.

- Hàm lượng bùn thải đô thị đã xử lý trộn bột trấu sử dụng để thay thế đất sét là 10÷30% là khả thi để chế tạo gạch đất sét nung đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật gạch đặc theo phương pháp dẻo, gạch đạt mác 75 trở lên theo TCVN 1451:1998 [9].

- Khi hàm lượng bùn thải đô thị đã xử lý trộn với bột trấu thay thế đất sét là 40÷50%, làm giảm khả năng tạo hình, đồng thời chất lượng sản phẩm không thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật TCVN 1451:1998 về độ hút nước.

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. Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Xây dựng Hà Nội trong đề tài 46-2021/KH XD 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 02/7/2021.
- [2] Bộ Xây dựng. *Công nghệ tái chế bùn thải làm vật liệu xây dựng*. Truy cập ngày 02/7/2021.
- [3] Học viện cán bộ quản lý xây dựng và đô thị, Bộ Xây dựng. *Nóng" xử lý bùn thải*. Truy cập 02/7/2021.
- [4] Báo Tài nguyên môi trường, Bộ Tài nguyên Môi trường. *Xử lý bùn thải đô thị bài toán khó*. Truy cập ngày 02/7/2021.
- [5] 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 02/7/2021.
- [6] Đức, V. M. (1999). *Công nghệ gốm xây dựng*. Nhà xuất bản xây dựng, Hà Nội.
- [7] 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.
- [8] Hòa, N. N., Hoàn, V. K., Quân, T. H. (2020). *Nghiên cứu sử dụng bùn thải Sông Nhuệ chế tạo gốm tường theo phương pháp bán khô*. Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Trường Đại học Xây dựng, mã số 59-2020/KH XD.
- [9] TCVN 1451:1998. *Gạch đặc đất sét nung- yêu cầu kỹ thuật*. Bộ Xây Dựng, 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. (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] 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.
- [18] TCVN 4202:2012. *Đất xây dựng - Phương pháp xác định khối lượng thể tích trong phòng thí nghiệm*. Tiêu chuẩn quốc gia Việt Nam.
- [19] TCVN 4915:2012. *Đất xây dựng - Phương pháp xác định khối lượng riêng trong phòng thí nghiệm*. Tiêu chuẩn quốc gia Việt Nam.
- [20] TCVN 4345:1986. *Đất sét để sản xuất gạch ngói nung - Phương pháp thử cơ lý*. Tiêu chuẩn quốc gia Việt Nam.