

Nghiên cứu sử dụng bùn thải làm nguyên liệu sản xuất gạch đất sét nung

Nguyễn Văn Trung^{1*}, Nguyễn Trọng Tính¹, Nguyễn Thị Lệ Quyên¹, Dương Thanh Qui¹

¹ Viện Vật liệu xây dựng

TỪ KHOÁ

Bùn thải
Vật liệu tái chế
Đất sét
Chất thải công nghiệp
Gạch đất sét nung

TÓM TẮT

Bùn thải từ quá trình xử lý nước nhà máy dệt có thành phần bao gồm cả phần hữu cơ và vô cơ. Thành phần vô cơ chứa chủ yếu sắt chiếm ~50 %, kiềm thổ (CaO + MgO) ~ 20 % và lượng nhỏ các oxit khác. Bản thân bùn có nhiệt trị khoảng 2000 kcal/kg giúp làm giảm lượng than sử dụng, giảm sử dụng nhiên liệu hóa thạch, giảm phát thải CO₂. Gạch có sử dụng bùn thải có tính chất cơ lý tốt hơn loại gạch không sử dụng bùn thải, thể hiện ở việc đạt mức 200 trong khi gạch đối chứng chỉ đạt mức 150.

KEYWORDS

Water treatment sludge
Baked clay bricks

ABSTRACT

The sludge from the textile factory water treatment process has a composition that includes both organic and inorganic parts. The inorganic component contains mainly iron accounting for ~ 50%, alkaline earth (CaO + MgO) ~20% and small amounts of other oxides. The sludge itself has a calorific value of about 2000 kcal / kg to help reduce the amount of coal used, reduce fossil fuel use, reduce CO₂ emissions. Bricks using sludge have better mechanical and physical properties than bricks that do not use sludge, shown in reaching the mark of 200 while the control brick only reaches the mark of 150.

1. Giới thiệu

Việt Nam hiện nay có khoảng 4.000 cơ sở sản xuất gạch đất sét nung với công suất thiết kế khoảng 25 tỷ viên/năm.

Về tình hình tiêu thụ gạch đất sét nung đạt khoảng 14,5 tỷ viên, bằng 92 % sản lượng sản xuất. Thị trường tiêu thụ lớn nhất là Vùng Đồng bằng sông Hồng và Bắc Trung bộ và Duyên hải miền Trung (chiếm khoảng 26 % mỗi vùng), tiếp đến là Vùng Đông Nam bộ (chiếm khoảng 17 %), Vùng Trung du và miền núi phía Bắc (khoảng 14 %), Vùng Tây nguyên và Đồng bằng sông Cửu Long (chiếm khoảng 7 % mỗi vùng). Thị phần gạch nung chiếm khoảng 76 % tổng gạch xây. Sản phẩm gạch đất sét nung hầu hết tiêu thụ trong nước, lượng xuất khẩu không đáng kể (chi xuất khẩu một số sản phẩm đặc biệt, theo đơn đặt hàng từ một số nước như Nhật Bản, Hàn Quốc...) [3].

Nguyên, nhiên liệu cho sản xuất gạch đất sét nung gồm 2 nhóm: khai thác từ thiên nhiên và các nguyên, nhiên liệu thay thế. Các nguyên liệu khai thác từ thiên nhiên, bao gồm: đất sét ruộng, đất đồi. Các nguyên liệu thay thế, bao gồm: đất nạo vét xây dựng công trình, bãi bồi, các loại tro bay, đá xít, xỉ nhiệt điện,... Hiện nay, tiêu hao nguyên liệu để sản xuất 1.000 viên gạch tại các nhà máy, trung bình hết khoảng 1m³ đất sét. Nhiên liệu sử dụng để nung gạch chủ yếu là nhiên liệu hóa thạch (than cám). Các nhiên liệu thay thế, bao gồm các nhiên liệu sinh khối như củi, mùn cưa, vỏ trấu,...Hiện nay, tiêu hao nhiên liệu để sản xuất 1.000 viên gạch tại các nhà máy, trung bình hết khoảng 100kg than. Điện năng sử dụng để vận hành các máy móc, chiếu sáng,... Hiện nay, tiêu hao điện năng để sản xuất 1.000 viên gạch tại các nhà máy, trung bình hết khoảng 35 kWh điện[3]. Với quy mô sản lượng như hiện nay (15 tỷ viên), mỗi năm ngành sản xuất gạch đất sét nung sử dụng

khoảng 15 triệu tấn đất sét nguyên liệu các loại và 0,15 triệu tấn than cám. Hiện tại, phần lớn các nhà sản xuất sử dụng đất sét hoặc đất đồi thường dao động khoảng 50-70 %, còn lại là các nguyên liệu thay thế và nhiên liệu than pha sẵn vào phối liệu.

Nhu cầu về nguồn nguyên liệu phục vụ cho sản xuất bao gồm đất sét (sét ruộng, sét đồi...), cát và các nguyên liệu khác là rất lớn. Việc khai thác đất sét ruộng làm nguyên liệu sẽ dẫn đến việc mất đi hàng ngàn hecta đất nông nghiệp mỗi năm. Hiện nay, dù đã chuyển sang sử dụng đất đồi làm nguyên liệu sản xuất nhưng nguy cơ thiếu hụt về nguyên liệu vẫn luôn hiển hiện cho ngành sản xuất gạch đất sét nung.

Trên thế giới đã có nhiều quốc gia hướng tới sử dụng các nguồn phế thải, bùn thải của các ngành công nghiệp để thay thế một phần đất sét dùng sản xuất gạch đất sét nung.

Tại Việt Nam, đã có một số nghiên cứu của các nhà khoa học, đồng thời nhiều doanh nghiệp cũng đã sử dụng các nguồn phế thải như tro bay, đá béc vĩa, bùn đỏ... để sản xuất gạch đất sét nung [3].

Việc nghiên cứu sử dụng, tái chế các loại phế thải công nghiệp làm vật liệu sản xuất gạch đất sét nung không những giúp giải quyết vấn đề nguyên liệu phục vụ cho sản xuất, xử lý các loại phế thải công nghiệp, đảm bảo diện tích đất nông nghiệp mà còn góp phần bảo vệ môi trường.

Với sự phát triển của ngành dệt nhuộm hiện nay, hàng năm, lượng phát thải của ngành công nghiệp này là rất lớn. Theo số liệu thống kê, trong những năm gần đây, ngành dệt may thải ra môi trường khoảng 24 – 30 triệu m³ nước thải/năm, với lượng bùn thải sau xử lý là rất lớn [4].

Bùn thải từ quá trình lọc của nhà máy dệt chứa chủ yếu là chất hữu cơ, chiếm khoảng 50 % là các dung môi hữu cơ sử dụng trong quá

*Liên hệ tác giả: nguyentrungslc@gmail.com

Nhận ngày 15/08/2023, sửa xong ngày 10/11/2023, chấp nhận đăng 14/11/2023

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.01.2024.638>

trình nhuộm, dệt và bản thân sợi vải. Còn lại các các oxit kim loại có nguồn gốc từ màu nhuộm và quá trình xử lý cô đặc bùn. Các oxit này có sự biến thiên về thành phần và tỷ lệ, nhiều về số lượng nhưng chiếm tỷ lệ khối lượng nhỏ. Các oxit này tuy không phải thành phần chính của gạch đất sét nung nhưng khi đưa vào phối liệu có thể đóng vai trò là phụ gia trợ chảy, tăng cường độ cho viên gạch. Đồng thời lượng chất hữu cơ cũng cung cấp một phần nhiệt lượng bổ sung cho quá trình nung gạch. Do vậy việc đưa bùn thải làm nguyên liệu sản xuất gạch đất sét nung là khả thi và có tính thực tiễn cao, vừa giúp xử lý lượng bùn, giảm nguy cơ ô nhiễm môi trường vừa giúp tiết kiệm nguyên liệu, nhiên liệu cho quá trình sản xuất.

Bùn thải là phần thu được sau khi ép tách nước bằng máy ép trục vít (ép khung bản). Nó có thành phần đa dạng có nguồn gốc từ quá trình sản xuất vải và quá trình xử lý. Chất rắn có thể có bao gồm xơ vải, keo tụ và các chất rắn dạng hạt vật chất có kích thước nhỏ như chất màu và các hóa chất còn dư trong quá trình xử lý hóa học với nước thải. Trong một số nghiên cứu trên thế giới đã chỉ ra thành phần hóa, thành phần hạt của bùn thải như sau [5,6]:

Thành phần hóa:

Oxides	OPC	TES
CaO	63.15	0.94
SiO ₂	19.61	2.50
Al ₂ O ₃	7.52	4.56
Fe ₂ O ₃	3.32	44.51
MgO	2.14	-
Na ₂ O	0.13	-
K ₂ O	0.32	-
SO ₃	2.03	18.23
P ₂ O ₅	-	2.05
MnO	-	0.60
LOI	2.14 ^b	26.3 ^c

^a Below the detection limit.

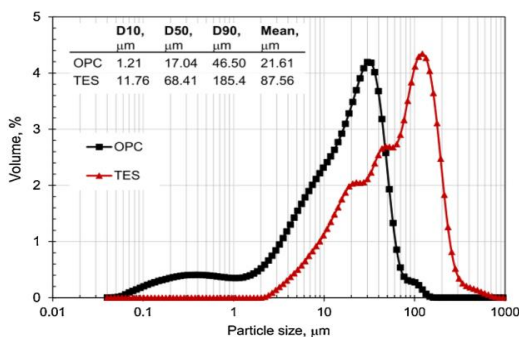
^b The loss on ignition of OPC was measured according to BS EN 196-2.

^c The loss on ignition of TES was measured according to BS EN 12,879.

Hình 1. Thành phần hóa của bùn thải (textile effluent sludge-TES).

Thành phần hóa cho thấy, bùn thải chứa các chất vô cơ chủ yếu là sắt oxit, nhôm oxit và silic oxit. Các thành phần đều phù hợp cho sản xuất gạch đất sét nung.

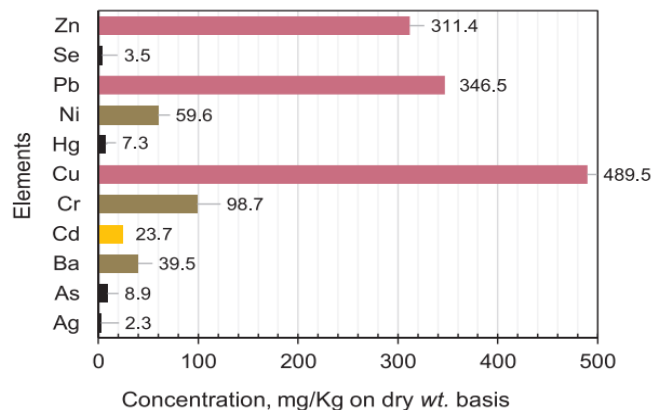
Thành phần hạt của bùn thải:



Hình 2. Thành phần hạt của bùn thải.

Bùn thải chứa các hạt có kích thước đều dưới 1mm, phân bố chủ yếu ở khoảng 10-500 µm. Kích thước hạt nhỏ, có lợi cho sản xuất gạch đỏ vì không cần gia công cỡ hạt và có thể phân tán sâu vào phối liệu để làm mầm phản ứng kết khối.

Ngoài ra, bùn thải còn chứa một số kim loại khác như thể hiện trong Hình 3.



Hình 3. Nồng độ các kim loại trong bùn khô.

Trong mẫu bùn thải phân tích có ít nhất 01 thông số quy định tại Bảng 1 trong QCVN 50:2013/BTNMT có giá trị đồng thời vượt cả 2 ngưỡng Htc và Ctc.

Với những tính chất cơ bản nêu trên thì bùn thải cơ bản phù hợp để sử dụng thay một phần đất sét trong sản xuất gạch không nung.

Tuy nhiên, trước khi sử dụng bùn thải làm nguyên liệu sản xuất gạch đất sét nung thì bùn thải cần phải được phân định chất thải nguy hại (CTNH).

2. Vật liệu và phương pháp, dụng cụ, thiết bị nghiên cứu

2.1. Nguyên liệu sử dụng

Nguyên vật liệu sử dụng sản xuất gạch đất sét nung là:

a, Đất sét

- Đất sét đen: dạng cục, tảng, độ ẩm 20.9%;
- Đất sét đỏ: dạng cục, tảng, độ ẩm 11.7 %.

b, Cát

- Dạng hạt rời, màu tối, độ ẩm 2.5 %.

c, Tro bay

- Dạng hạt, màu vàng nâu, độ ẩm 5.6%.

d, Than cám

- Dạng hạt mịn, độ ẩm 2 %.

e, Bùn thải

Bùn thải từ quá trình xử lý nước thải Công ty cổ phần phát triển hạ tầng dệt may trước khi sử dụng cần được phân định CTNH. Mẫu bùn thải được phân định CTNH theo QCVN 50:2013/BTNMT kết quả như sau:

Bảng 1. Kết quả phân tích thành phần nguy hại của mẫu bùn thải thử nghiệm.

STT	Chỉ tiêu phân tích	Phương pháp thử	Hàm lượng tuyệt đối cơ sở, H (ppm)		Nồng độ ngâm chiết, Ctc (mg/l)	
			Kết quả	QCVN50:2013 /BTNMT	Kết quả	QCVN50:2013 /BTNMT
1	Asen	US EPA method 3051B:2007 + SMEWW 3125:2017	10,08	40	0,005	2
2	Bari		27,34	2.000	0,197	100
3	Bạc		0,55	100	0,073	5
4	Cadmi		0,053	10	<0,002	0,5
5	Chì		6,83	300	0,007	15
6	Coban		4,12	1.600	0,02	80
7	Kẽm		310,86	5.000	0,257	250
8	Niken		7,19	1.400	0,023	70
9	Selen		0,19	20	<0,002	1
10	Thủy ngân		< 0,05	4	<0,002	0,2
11	Cr (Vi)		< 0,05	100	0,0035	5
12	Tổng xyanua		< 0,4	590	<0,1	-
13	Tổng dầu		<10	1.000	<10	50
14	Phenol		0,23	20.000	0,08	1.000
15	Benzen		< 0,1	10	< 0,1	0,5
16	Clobenzen		< 0,1	1400	< 0,1	70
17	Toluen		< 0,1	20.000	< 0,1	1.000
18	Naptalen		< 0,1	1.000	< 0,1	-

Nhận xét:

Từ kết quả phân tích trên cho thấy hàm lượng tuyệt đối và nồng độ ngâm chiết của các thành phần nguy hại trong mẫu bùn thải đều dưới ngưỡng quy định theo QCVN 50:2013/BTNMT rất nhiều lần. Từ kết quả phân tích này có thể kết luận rằng bùn thải sử dụng trong nghiên cứu này không phải là chất thải nguy hại, có thể được quản lý và sử dụng như chất thải rắn công nghiệp thông thường. Thành phần hóa học như Bảng 2.

Như vậy, bùn thải có thành phần tương đồng với các nghiên cứu trước đây khi chứa chủ yếu là oxit sắt, oxit nhôm, oxit silic. Các oxit kiềm thổ magie và canxi chiếm khoảng 20 %. Đây cũng là điều cần lưu tâm, lượng CaO quá lớn có thể gây nổ vôi trên sản phẩm sau cùng. Còn lại các dạng hợp chất khí dễ bị phân hủy khi nung.

Khi tính toán bài phối liệu cần cân đối để cho lượng các oxit như Fe₂O₃ và kiềm thổ trong khoảng cho phép. Tuy nhiên, không nhất thiết luôn luôn tuân theo yêu cầu kỹ thuật về nguyên liệu. Trong thực tế sản xuất người ta quan tâm nhiều hơn đến sản phẩm cuối là viên gạch nung, nên chất lượng sản phẩm cuối mới là yếu tố quyết định.

Bùn có nhiệt trị là 1.946 kcal/kg, nhiệt trị này xấp xỉ một nửa

than cám 6. Lượng nhiệt này không quá lớn, tuy nhiên vẫn đóng góp vào tổng nhiệt lượng cần để nung gạch. Ví dụ, với tỷ lệ có mặt 10 % trong tổng phối liệu, lượng nhiệt lượng mang vào tương đương 5 % lượng than nếu sử dụng than cám 6. Điều này làm giảm lượng tiêu hao than trên một đơn vị sản phẩm, góp phần hạn chế phát thải sử dụng nguyên liệu hóa thạch, bảo vệ môi trường.

Bảng 2. Thành phần hóa của bùn thải, % khối lượng.

STT	Thành phần	Kết quả
1	SiO ₂	10,29
2	Fe ₂ O ₃	49,97
3	Al ₂ O ₃	4,71
4	CaO	17,76
5	MgO	2,57
6	SO ₃	10,33
7	K ₂ O	0,14
8	Na ₂ O	1,68
9	Cl ₂	0,34
10	Cr ₂ O ₃	0,00
11	ZrO ₂	0,15
12	P ₂ O ₅	1,45
13	Tổng	99,39

f, Thủy tinh lỏng

- Thủy tinh lỏng sử dụng cho nghiên cứu có tỷ trọng ban đầu là 1,42 g/cm³.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

a, Các tiêu chuẩn yêu cầu kỹ thuật

- + TCVN 1451:1998 Gạch đặc đất sét nung
- + TCVN 4353:1986 Đất sét để sản xuất gạch ngói nung - yêu cầu kỹ thuật
- Tiêu chuẩn về phương pháp thử:
- + TCVN 4345 : 1986 Đất sét để sản xuất gạch ngói nung - Phương pháp thử cơ lí
- + TCVN 7131:2016 Đất sét - Phương pháp phân tích hoá học
- + TCVN 6355:2009 Gạch xây – phương pháp thử
- + Xác định nhiệt trị của than và bùn thải: TCVN 200:2011
- + Xác định thành phần hóa của phối liệu sản xuất tại nhà máy: TCVN 7171:2016

b) Các phương pháp phi tiêu chuẩn

- Thành phần hóa của bùn thải theo phương pháp XRF

c) Các phương pháp phân tích môi trường

- Phân định chất thải nguy hại: QCVN50:2013/BTNMT, US EPA Method 3051B:2007, SMEWW 3125:2017.
- Đo khí thải tại ống khói nhà máy: US EPA method 2, method 4, Quy trình phân tích của Viện VLXD.

2.3. Dụng cụ, thiết bị sử dụng cho nghiên cứu

- Cân: cân điện tử 3.000g, sai số 0,5 g dùng lượng phối liệu khi thí nghiệm mẫu nhỏ. Cân đồng hồ 50 kg, sai số 0,2 kg khi sử dụng định lượng lượng mẫu lớn hơn;
- Thước kẹp điện tử, độ phân giải 0,01 mm;
- Tủ sấy: Nhiệt độ làm việc tối đa 300 °C;
- Lò nung: nhiệt độ tối đa 1350 °C;
- Máy ép đùn chân không
- Kim vica: xác định độ ẩm tạo hình;
- Máy kéo nén đa năng: xác định độ bền nén, bền uốn của mẫu.

2.4. Quá trình thực nghiệm

2.4.1. Tính toán bài phối liệu

Dựa trên bài phối liệu sẵn có nhà máy sử dụng, thêm bùn thải với các hàm lượng như sau:

Bảng 4. Thành phần bài phối liệu nghiên cứu, % khối lượng.

STT	Bài phối liệu	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6
	Nguyên liệu	%	%	%	%	%	%	%
1	Đất đen	21,8	20,7	19,6	18,5	17,4	15,3	13,1
2	Đất đồi	21,8	20,7	19,6	18,5	17,4	15,3	13,1
3	Tro bay	10,9	10,4	9,8	9,3	8,7	7,6	6,5
4	Cát	21,8	20,7	19,6	18,5	17,4	15,3	13,1
5	Than cám	23,7	22,5	21,3	20,1	19,0	16,6	14,2
6	Bùn thải	0	5	10	15	20	30	40

Có thể dự đoán khi thêm lượng bùn thải nhiều làm tổng lượng đất tăng lên sẽ gây khó khăn cho quá trình kết khối, nên lượng bùn thải đưa vào sẽ sớm bị giới hạn. Tuy nhiên điều này vẫn cần thực nghiệm để kiểm chứng.

2.4.2. Các thực nghiệm

Gia công nguyên liệu: các nguyên liệu được phơi (sấy) khô đến độ ẩm nhỏ hơn 3 %. Nguyên liệu được định lượng và nghiền đồng nhất bằng máy nghiền bi, sử dụng bi sắt với thời gian nghiền là 30 phút và qua sàng 1mm.

Tạo ẩm, ủ đồng nhất phối liệu: các phối liệu được tạo ẩm, kiểm tra độ ẩm tạo hình, chỉ số dẻo, giới hạn dẻo đưa ra đánh giá để thực hiện bước tiếp theo.

Đùn hút chân không: phối liệu được đưa vào máy đùn hút chân không ở mức chân không và quay vòng 3 lần để đồng nhất sau đó tiếp tục ủ và tạo hình. Tạo hình với 3 cỡ khuôn:

- + (55 x 55 x 55) mm;
- + (20 x 100 x10) mm;
- + (50x50x10) mm.

Sấy: mẫu sau tạo hình được sấy, kiểm tra tính chất về độ co sấy,

đánh giá để thực hiện bước tiếp theo.

Nung: mẫu được tại 3 nhiệt độ là 900 °C, 950 °C và 1000 °C. Sau đó mẫu được đánh giá các chi tiêu về độ co nung, bền uốn, bền nén, độ hút nước và khối lượng thể tích. Dựa trên các thông số này tìm được mẫu đáp ứng yêu cầu kỹ thuật đề ra, nếu không có thể đưa ra biện pháp điều chỉnh để tiếp tục khảo sát đến khi đạt được mục tiêu đề ra.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Thành phần hóa của phối liệu

Thành phần của bài phối liệu như sau:

Bảng 4. Thành phần phối liệu.

STT	Nguyên liệu	% khối lượng
1	Đất đồi	28,6
2	Đất sét	28,6
3	Cát	28,6
4	Tro bay	14,2
Tổng		100
	Nhiên liệu (than cám); than/liệu	0,3

Bài phối liệu phân tích thành phần hóa cho kết quả như sau:

Bảng 5. Thành phần hóa của phối liệu, % khối lượng.

STT	Thành phần	Kết quả	YCKT TCVN 4353:1986 (%)
1	SiO ₂	68,58	58-72
2	Fe ₂ O ₃	4,63	4-10
3	Al ₂ O ₃	12,75	10-20
4	CaO	1,61	≤ 6,0
5	MgO	0,85	
6	K ₂ O	2,05	
7	Na ₂ O	0,77	-
8	TiO ₂	0,23	-
9	MKN	8,32	-
10	Tổng	99,79	

Với thành phần hóa như trong Bảng 5, phối liệu sản xuất gạch đất sét nung nằm trong khoảng quy định của TCVN 4353:1986 Đất sét sản xuất gạch ngói nung – Yêu cầu kỹ thuật.

Tuy nhiên, dựa vào đây cũng có thể dự đoán lượng bùn thải có thể đưa vào phối liệu mà vẫn đảm bảo thỏa mãn yêu cầu của TCVN 4353:1986 là không thể vượt quá 15 %.

3.2. Tương quan nhiệt lượng từ bùn thải và than cám

Để xác định lượng nhiệt nung chín gạch đề tài lựa chọn cách tính theo số liệu thống kê nhiệt lượng trung bình khoảng 350 kcal/kg cần thiết để nung chín gạch.

Khi than cám còn dồi dào và giá rẻ, các nhà máy sản xuất gạch đất nung bằng công nghệ lò nung tuynen thông thường sử dụng than cám 5 với nhiệt lượng của than cám khoảng 5.500kcal/kg để nung gạch đất nung. Tuy nhiên hiện nay đã dùng than phẩm cấp thấp hơn rất nhiều, có nhiệt trị chỉ khoảng 1.000 kcal/kg.

Nhiệt trị của bùn thải và than cám của nhà máy hiện đang sử dụng phân tích cho kết quả như sau:

Bảng 6. Nhiệt trị của bùn thải và than cám.

Nhiên liệu	Đơn vị	Kết quả
Bùn thải	Kcal/Kg	1.946
Than cám	Kcal/Kg	1.074

Than cám có nhiệt trị thấp, chỉ 1.074 kcal/kg. Điều này lý giải vì sao lượng than cần nung chín gạch lên tới 0,3 kg than cho 1 kg phối liệu. Lượng nhiệt do than mang vào ở đây là khoảng 322 kcal, phù hợp với lý thuyết khoảng 350 kcal.

Bùn thải có nhiệt trị gần gấp 2 than cám, như vậy sự có mặt của bùn thải ngoài vai trò nguyên liệu sẽ đóng vai trò lớn trong việc cung cấp nhiệt lượng. Bùn thải giúp giảm lượng than với tỷ lệ 1% bùn có mặt giảm 2 % than cần thiết. Mang lại hiệu quả to lớn trong việc sử dụng năng lượng, vừa tận dụng nguồn nhiệt lượng “vô ích” trong bùn nếu tồn tại độc lập vừa tiết kiệm được được than-nhiên liệu hóa thạch. Hiện nay việc giảm sử dụng nhiên liệu hóa thạch đang là xu thế tất yếu trên thế giới mà, chính phủ Việt Nam cũng đã tham gia hiệp định COP26. Có thể ở đây chưa thể kết luận là giảm lượng CO₂ phát thải, nhưng tính thân thiện môi trường nằm ở điểm hạn chế sử dụng nhiên liệu hóa thạch.

3.3. Ảnh hưởng của hàm lượng bùn thải trong phối liệu đến độ ẩm tạo hình

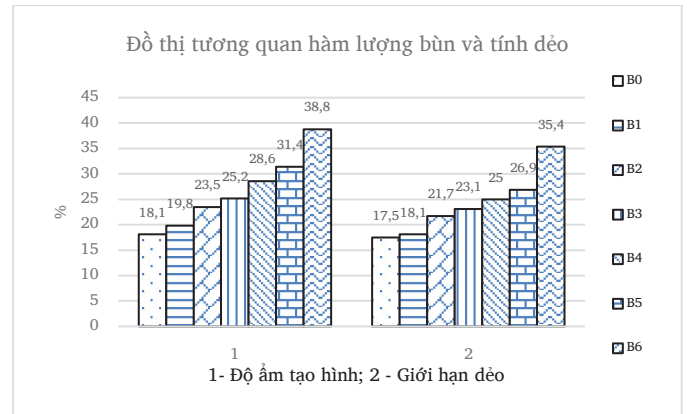
Các bài phối liệu từ B1 đến B6 được thêm ẩm khảo sát các tính chất như độ ẩm tạo hình và giới hạn dẻo. Kết quả thu được như Bảng 7.

Có thể thấy rằng khi hàm lượng bùn tăng lên, lượng nước yêu cầu cho tạo hình cũng tăng tỷ lệ thuận. Nhưng kéo theo giới hạn dẻo cũng tăng lên, khi tạo hình nhưng mẫu có giới hạn dẻo ứng với độ ẩm cao sẽ bị nứt, vỡ, rạn...không đáp ứng được yêu cầu. Với hàm lượng 5 % bùn các chỉ số thay đổi không đáng kể, Nhưng khi lượng bùn tăng lên 10 % độ ẩm tạo hình đã tăng mạnh (5,2 %) so với mẫu 0 % bùn. Đây là con số rất lớn trong thực tế sản xuất, không thể dung hợp vào quy trình sản xuất đang có. Do vậy khi chưa can thiệp bằng biện pháp kỹ thuật thì hàm lượng bùn phối trộn vào phối liệu chỉ nên dừng lại ở mức 5% để không làm ảnh hưởng tới tính chất phối liệu.

Trên thực tế, khi hàm lượng bùn ở mức 20 %, 30 %, 40 % thì các mẫu không còn tạo hình được, hoặc tạo hình được thì bề mặt mẫu bị nứt, rạn, rời rạc, không phẳng, mịn, mượt...Với riêng mẫu 40% có thể ước lượng tạm thời tổng lượng kiềm thổ >6 % nên mẫu này cũng bị loại.

Bảng 7. Ảnh hưởng của hàm lượng bùn thải đến tính dẻo của phối liệu.

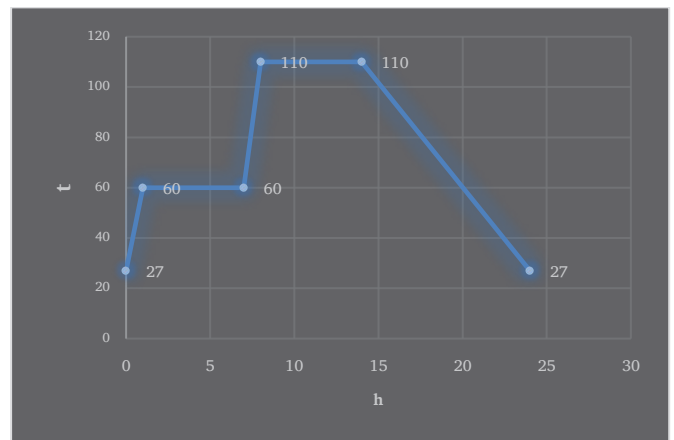
STT	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Độ ẩm tạo hình (%)	18,1	19,8	23,5	25,2	28,6	31,4	38,8
Giới hạn dẻo (%)	17,5	18,1	21,7	23,1	25,0	26,9	35,4



Hình 4. Sự thay đổi về độ ẩm tạo hình.

3.4. Độ co khi sấy

Mẫu được thêm ẩm và ủ trong 48h. Các mẫu được tạo hình trong khuôn kích thước (50x50x10) mm, dùng thước kẹp đánh dấu vị trí đo, để khô không khí từ 1-2 ngày sau đó đem sấy đến khối lượng không đổi với chu trình sấy như sau:

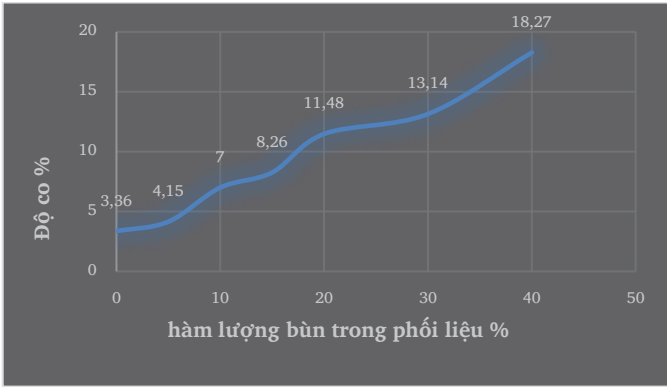


Hình 5. Đường cong sấy.

Độ co sấy của các mẫu thu được như Bảng 8.

Bảng 8. Độ co sấy.

STT	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Độ co sấy (%)	3,36	4,15	7,0	8,26	11,48	13,14	18,27



Hình 6. Biểu đồ liên hệ hàm lượng bùn trong phối liệu và độ co sấy.

Phối liệu có độ theo hàm lượng bùn chia vào làm 3 nhóm theo lý thuyết:

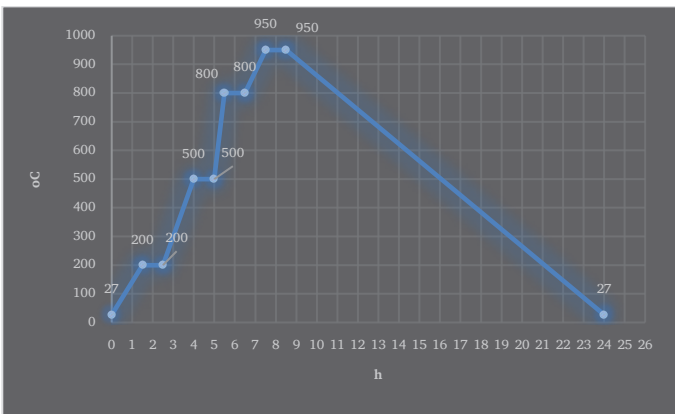
- Nhóm phối liệu kém dẻo có độ co < 6% bao gồm B0 và B1.
- Nhóm dẻo vừa có độ co từ 6% đến 10% bao gồm B2 và B3.
- Nhóm rất dẻo có độ co lớn hơn 10% bao gồm B4, B5 và B6.

Tuy nhiên độ co ứng với các phối liệu, không phải cho riêng đất sét nên đối với nhóm kém dẻo đơn thuần là do nguyên liệu đầu vào đã bao gồm các nguyên liệu kém dẻo. Ở đây độ co nhiều chủ yếu do lượng nước chứa trong phối liệu, trong bùn bay hơi không phải do độ dẻo của phối liệu. Tức là phối liệu vẫn ngậm nhiều nước, vẫn co nhiều nhưng không dẻo. Hàm lượng bùn trong phối liệu càng tăng thì độ co càng tăng. Với hàm lượng bùn 5 % trong phối liệu, độ co là gần tương đồng nhất với phối liệu không có bùn.

3.5. Độ co nung, độ hút nước và khối lượng thể tích

Sử dụng các mẫu có kích thước (50 x 50 x 10) mm.

Các mẫu sau sấy được phân nhóm nung ở 3 nhiệt độ khác nhau là 950 °C, 1000 °C và 1050 °C. Đường cong nung cho 3 nhiệt độ giống nhau, chỉ khác về nhiệt độ đích.



Hình 7. Đường cong nung.

Độ co nung, độ hút nước và khối lượng thể tích các bài phối liệu thể hiện ở Bảng 9.

Bảng 9. Tính chất vật liệu sau nung.

Nhiệt độ, °C	Tính chất	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6
950	Co nung; %	0,85	1,15	0,9	0,85	-	-	-
	Hút nước; %	13,7	14,5	17,6	18,9	-	-	-
	Khối lượng thể tích; g/cm ³	1,64	1,59	1,46	1,45	-	-	-
1000	Co nung; %	1,35	1,4	1,52	1,85	-	-	-
	Hút nước; %	11,9	13,7	17,1	18,63	-	-	-
	Khối lượng thể tích; g/cm ³	1,68	1,60	1,47	1,46	-	-	-
1050	Co nung; %	-	-	-	-	-	-	-
	Hút nước; %	-	-	-	-	-	-	-

Ở nhiệt độ 1050 °C các mẫu có hiện tượng quá nhiệt, mẫu xuất hiện pha lỏng nhiều, cạnh góc bo tròn, có dấu cháy xém của sắt, sành hóa. Nên nhiệt độ này bị loại và không khảo sát các tính chất.



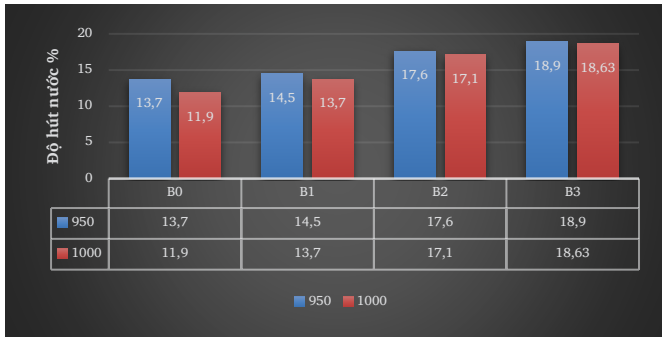
Hình 8. Hình ảnh gạch khí nung ở nhiệt độ 1050 °C.

Dựa vào tổng hợp số liệu thí nghiệm có thể thấy rằng: khi nhiệt độ tăng thì độ hút nước của phối liệu giảm. Ngược lại độ hút nước tăng khi hàm lượng bùn trong phối liệu tăng. Điều này là dễ hiểu, khi tăng nhiệt độ thì độ kết khối tăng dẫn đến độ hút nước giảm. Do bùn có chứa một lượng chất hữu cơ nên khi cháy hết ở nhiệt độ cao sẽ để lại lỗ xốp, điều này làm tăng tính hút nước của mẫu có hàm lượng bùn cao. Bên cạnh đó lượng kiềm thổ trong bùn có nhiều sẽ làm tăng tổng lượng kiềm thổ trong phối liệu. Lượng kiềm này chủ yếu là CaO và một phần là MgO. Khi ở hàm lượng ít, các oxit này có thể đóng vai trò là chất trợ chảy. Tuy nhiên khi hàm lượng tăng lên, nhất là khi tồn tại ở dạng tự do có thể gây ra hiện tượng nở vôi bề mặt và cả bên trong. Điều này tạo ra các mao quản bên trong vật liệu và làm tăng độ hút nước.

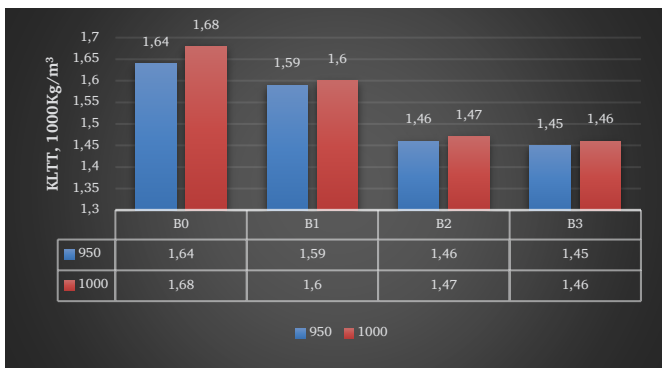
Tương tự thế, các tính chất đi kèm như khối lượng thể tích cũng có diễn biến tương tự nhưng tỷ lệ nghịch với độ hút nước. Nhiệt độ tăng thì khối lượng thể tích tăng và khối lượng thể tích giảm khi hàm lượng bùn trong phối liệu tăng.



Hình 9. Hình ảnh mẫu các tỷ lệ ở các nhiệt độ.



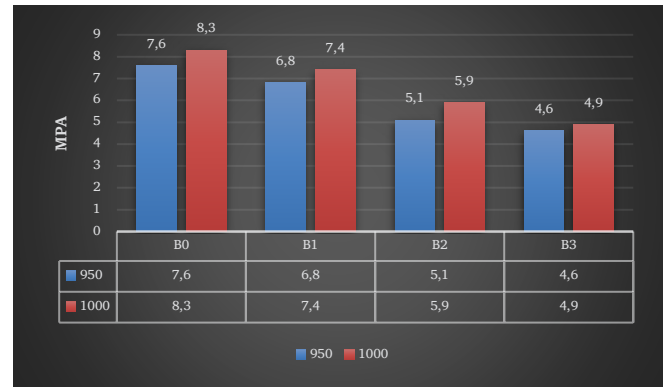
Hình 10. Biểu đồ tương quan độ hút nước, nhiệt độ nung và hàm lượng bùn.



Hình 11. Biểu đồ tương quan khối lượng thể tích, nhiệt độ nung và hàm lượng bùn.

Từ các số liệu trên chỉ ra rằng ở nhiệt độ cao hơn (1000 °C), gạch kết khối tốt hơn nên cường độ uốn và cường độ nén đều tăng so với gạch nung ở nhiệt độ 950 °C. Mức tăng dao động từ 6,5-15,7 % với cường độ uốn và 5,3-10,0% với cường độ uốn. Nhiệt độ thích hợp để nung phối liệu nằm trong khoảng 950-1000 °C.

Bên cạnh đó cường độ uốn và nén đều giảm tỷ lệ thuận với hàm lượng bùn có trong phối liệu. Ở hàm lượng 5 % mức giảm chỉ khoảng 10 %. Tuy nhiên ở hàm lượng lớn hơn, mức giảm tăng nhanh. Do vậy có thể thấy rằng khi chưa có can thiệp bằng biện pháp kỹ thuật khác thì tỷ lệ bùn có trong phối liệu nên dừng lại mức 5 %.



Hình 12. Tương quan cường độ nén, nhiệt độ nung và hàm lượng bùn thái.

Đối với độ co nung, sự diễn biến phức tạp hơn. Ở nhiệt độ 950 °C, độ co cao nhất ở hàm lượng 5 % bùn thái, cao hơn 30% so với mẫu không có bùn. Tuy nhiên về tổng thể độ co vẫn ở mức nhỏ (1,15%) nên không quá ảnh hưởng đến công nghệ sản xuất.

3.6. Cường độ uốn, cường độ nén

Sử dụng các mẫu kích thước (55 x 55 x 55) mm xác định cường độ nén;

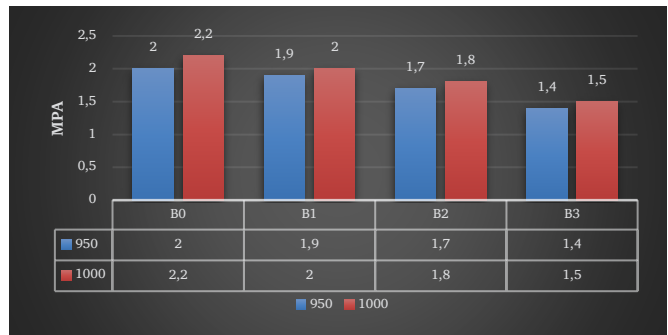
Sử dụng các mẫu kích thước (50 x 50 x 10) mm xác định cường độ uốn.

Các mẫu sau nung ở 950 °C và 1000 °C để nguội tự nhiên. Với các mẫu hình lập phương xác định cường độ nén, trước khi thử nghiệm cần mài phẳng tương đối 2 mặt song song. Mẫu hình hộp chữ nhật có thể dùng xác định cường độ uốn luôn.

Kết quả cường độ uốn và cường độ nén thu được như sau:

Bảng 10. Cường độ uốn, cường độ nén.

Nhiệt độ, °C	Tính chất	B0	B1	B2	B3
950	Cường độ uốn; MPa	2,0	1,9	1,7	1,4
	Cường độ nén; MPa	7,6	6,8	5,1	4,6
1000	Cường độ uốn; MPa	2,2	2,0	1,8	1,5
	Cường độ nén; MPa	8,3	7,4	5,9	4,9



Hình 13. Tương quan cường độ uốn, nhiệt độ nung và hàm lượng bùn thái.

4. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu tổng quan, nghiên cứu trong phòng thí nghiệm và quá trình sản xuất thử nghiệm tại nhà máy có thể thấy rằng:

- Bùn thái từ quá trình xử lý nước phù hợp để sản xuất gạch đất sét nung. Tỷ lệ tham gia trong phối liệu nên dừng ở mức 5%, khi dùng ở tỷ lệ cao hơn cần sử dụng phụ gia.

- Bùn thái sử dụng cho sản xuất gạch nung trong thực tế phù hợp với công nghệ chế biến nguyên liệu khô, sử dụng lò nung tuy nén.

- Gạch nung chứa bùn đạt tiêu chuẩn TCVN 1451:1986 cho mức gạch 200.

- Quá trình sản xuất gạch đất sét nung có sử dụng bùn thái không gây ảnh hưởng tiêu cực tới môi trường.

5. Tài liệu tham khảo

- [1]. TCVN, 1451:1986 Gạch đặc đất sét nung - Yêu cầu kỹ thuật. 1986.
- [2]. TCVN, 4353:1986 Đất sét để sản xuất gạch ngói nung-Yêu cầu kỹ thuật.
- [3]. Minh, N.V., Nghiên cứu đánh giá công nghệ sản xuất gạch nung bằng lò tuynen-vòng, R. 29-21, Editor. 2022: Viện Vật liệu xây dựng.
- [4]. CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI ĐỆT NHUỘM. (2023). Retrieved 20 August 2023, from <https://xulymoitruong.com/cong-nghe-xu-ly-nuoc-thai-det-nhuom-3680/>.
- [5]. Begum, B.S.S., et al., Utilization of textile effluent wastewater treatment plant sludge as brick material. The Journal of Material Cycles and Waste Management, 2013: p. 564.
- [6]. Zhan, B.J., et al., Recycling hazardous textile effluent sludge in cement-based construction materials: Physicochemical interactions between sludge and cement. Journal of hazardous materials, 2020. **381**: p. 121034.
- [7]. Cần, T.V., Nghiên cứu xử lý đất đồi Lai Châu để sản xuất gạch nung trong lò tuynen. 2007: Viện Vật liệu xây dựng.
- [8]. Tài, N.H., Nghiên cứu sản xuất gạch nung bằng công nghệ lò nung tuynen sử dụng tro u là nhiên liệu. 2015: Viện Vật liệu xây dựng.
- [9]. Lâm, T.V., Nghiên cứu sử dụng phế thải trong quá trình khai thác than để sản xuất vật liệu gạch gốm tường cấu trúc đặc. 2013: Đại học Mỏ-Địa chất.
- [10]. Quyên, N.T.L., Nghiên cứu chế tạo ngói nung từ đất đá bóc via khai thác mỏ (than) khu vực Quảng Ninh trong PTN. 2021: Viện Vật liệu xây dựng.
- [11]. Long, H.V., Nghiên cứu sử dụng bùn thải từ nạo vét kênh mương để chế tạo gạch đất. Tạp chí Xây dựng, 2017. **5**.
- [12]. Hòa, N.N., Nghiên cứu sử dụng bùn thải Sông Nhuệ chế tạo gốm tường theo phương pháp bán khô. Tạp chí Khoa học công nghệ Xây dựng, 2021.