



LIÊN HIỆP CÁC HỘI KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT VIỆT NAM
HỘI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ MỎ VIỆT NAM



TUYỂN TẬP BÁO CÁO

HỘI NGHỊ KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT MỎ TOÀN QUỐC LẦN THỨ XXIX

ĐỘT PHÁ PHÁT TRIỂN ỨNG DỤNG

**KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ, ĐỔI MỚI SÁNG TẠO VÀ CHUYỂN ĐỔI SỐ
TRONG NGÀNH CÔNG NGHIỆP MỎ VÀ NĂNG LƯỢNG VIỆT NAM**

**NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
ĐÀ NẴNG - 2025**



MỤC LỤC

Trang

PHẦN I. NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG

1. Một số điểm mới trong chính sách khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo: Liên hệ với ngành công nghiệp mỏ và năng lượng 15
Đào Duy Anh
2. Đột phá ứng dụng khoa học công nghệ trong khai thác than hầm lò tại Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam 25
Vũ Anh Tuấn
3. PetroVietnam đổi mới mô hình tăng trưởng dựa trên nền tảng Khoa học Công nghệ, Đổi mới sáng tạo và Chuyển đổi số 33
Trần Bình Minh
4. Khoáng sản chiến lược: khái niệm cơ bản và vai trò then chốt của ngành khai khoáng trong một tương lai phát thải ròng bằng 0 và phát triển bền vững 39
Trần Thanh Hải
5. Nghiên cứu và phát triển công nghệ chế biến quặng đất hiếm tại Viện Công nghệ xạ hiếm 56
Phạm Quang Minh, Lê Bá Thuận, Hoàng Nhuận, Vương Hữu Anh, Ngô Văn Tuyển, Phùng Vũ Phong, Hoàng Xuân Thi
6. Đánh giá hiện trạng và đề xuất đổi mới sáng tạo thúc đẩy kinh tế tuần hoàn trong doanh nghiệp ngành khai khoáng Việt Nam 74
Nguyễn Thúy Lan
7. Quy định của pháp luật về địa chất và khoáng sản: Cơ hội và thách thức trong chuyển đổi số - đổi mới sáng tạo cho ngành công nghiệp khai khoáng 87
Lại Hồng Thanh
8. Đột phá phát triển ứng dụng khoa học công nghệ, đổi mới sáng tạo, chuyển đổi số trong công nghiệp mỏ và năng lượng Việt Nam: cơ hội và thách thức 100
Võ Chí Mỹ, Nguyễn Quốc Long, Võ Ngọc Dũng
9. Phát triển ứng dụng khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số trong các trường đại học đáp ứng nhu cầu của các doanh nghiệp mỏ và năng lượng 109
Bùi Xuân Nam, Nguyễn Quốc Long, Trần Quang Hiếu, Lê Thị Thu Hoa
10. Chuyển đổi số trong lĩnh vực khai thác mỏ trên thế giới và bài học cho các doanh nghiệp khai thác mỏ Việt Nam 122
Giang Quốc Khánh, Vũ Thị Duyên



23. Nghiên cứu đánh giá khả năng áp dụng mô hình lò chợ thông minh tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh 294
Dương Đức Hải, Đỗ Văn Hoàng, Vũ Văn Hội
24. Nghiên cứu áp dụng phương pháp tính toán hộ chiếu nổ mìn trên cơ sở vùng phá hủy, nứt nẻ của khối đá xung quanh lỗ mìn tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh 308
Đinh Văn Cường, Nguyễn Văn Công, Hoàng Phương Thảo, Phạm Công Minh
25. Những thành tựu về ứng dụng khoa học, công nghệ, chuyển đổi số, kinh tế tuần hoàn, giảm phát thải khí nhà kính trong khai thác mỏ tại TKV 322
Nguyễn Việt Hùng, Phạm Tú Phương, Dương Phi Hùng
26. Trạm điện thông minh trong công cuộc số hóa của Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản 338
Phạm Hải Hà, Phạm Thanh Liêm, Nguyễn Anh Nguyên
27. Đổi mới công nghệ vận tải với việc áp dụng hệ thống băng tải dốc cho các mỏ lộ thiên sâu của TKV 348
Lê Đức Phương, Tạ Ngọc Hải, Dmytro Mykhailov
28. Đánh giá khả năng áp dụng ô tô tải lai pin nhiên liệu và pin điện phục vụ khai thác mỏ lộ thiên 360
Nguyễn Đăng Tấn, Tạ Ngọc Hải
29. Giảm tiêu hao năng lượng bằng tạo kết cấu vi mô bề mặt cặp ma sát và khả năng áp dụng trong thiết bị mỏ 372
Lê Văn Lợi, Yu Yinghua, Luo Jing
30. Quy trình thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn mỏ lộ thiên bằng thiết bị bay UAV cỡ nhỏ 381
Nguyễn Quốc Long, Võ Chí Mỹ, Kiều Kim Trúc, Đặng Văn Kiên, Nguyễn Đình Huy, Võ Ngọc Dũng
31. Ứng dụng công nghệ UAV vào quản lý hoạt động khai thác đá vôi/đất sét của nhà máy xi măng INSEE Hòn Chông 395
Nghiêm Thị Vân, Trần Duy Bình
32. Ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong dự báo hư hỏng của động cơ điện sử dụng trong khai thác mỏ 405
Đỗ Như Ý
33. Xử lý dữ liệu số trong nghiên cứu tối ưu hóa thông số vận hành chân không bình ngưng Nhà máy Nhiệt điện Mạo Khê 413
Nguyễn Anh Nguyên, Phạm Thanh Liêm, Nguyễn Đức Hậu
34. Đánh giá khả năng sử dụng bùn thải quặng đuôi Nhà máy Tuyển đồng Tả Phời để sản xuất gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn 424
Nguyễn Tam Tính, Phạm Mạnh Hà, Nguyễn Quý Nam, Tăng Văn Lâm

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG SỬ DỤNG Bùn THẢI QUẶNG ĐUÔI NHÀ MÁY TUYỂN ĐỒNG TẢ PHỜI ĐỂ SẢN XUẤT GẠCH XÂY KHÔNG NUNG LOẠI ĐẶC TIÊU CHUẨN

Nguyễn Tam Tính¹, Phạm Mạnh Hà², Nguyễn Quý Nam², Tăng Văn Lâm³

¹Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam; Email: tamtinh@tkv.com

²Công ty Cổ phần đồng Tả Phời – Vinacomin

³Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Tóm tắt:

Trong bối cảnh các hoạt động khai thác, chế biến khoáng sản tại Việt Nam, đặc biệt là tuyển quặng đồng, đã và đang thải ra môi trường khối lượng lớn bùn thải quặng đuôi. Những năm gần đây, các loại chất thải này có nguy cơ gây ra những tác động tiêu cực đến môi trường nước, không khí và hệ sinh thái xung quanh. Mặt khác, Việt Nam đang rất nỗ lực thúc đẩy phát triển bền vững, tăng trưởng xanh và giảm phát thải khí nhà kính, nghiên cứu tận dụng các loại bùn thải khai thác khoáng sản để sản xuất vật liệu xây dựng không nung là hướng đi cần thiết, phù hợp với xu thế kinh tế tuần hoàn và hướng đến Net-Zero năm 2050. Trong nghiên cứu này đã sử dụng bùn thải quặng đuôi kết hợp với xi măng Portland hỗn hợp PCB40 Hoàng Thạch và đá hạt kích thước 0 – 5,0 mm để chế tạo các sản phẩm gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn trong điều kiện phòng thí nghiệm. Kết quả nghiên cứu đã cho thấy khả năng sử dụng 30-50% bùn thải quặng đuôi sau khai thác, tuyển quặng đồng của mỏ đồng Tả Phời thay thế đá hạt tự nhiên trong chế tạo gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn. Sản phẩm gạch xây có cường độ nén trung bình ở tuổi 28 ngày đạt trên 10 MPa, đạt mức gạch M10 theo TCVN 6477:2016. Từ kết quả nghiên cứu cho thấy, việc tận dụng các nguồn bùn thải quặng đuôi để chế tạo gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn ... là một trong các giải pháp tiềm năng để thúc đẩy ngành công nghiệp khai thác khoáng sản tuần hoàn và bền vững ở Việt Nam hiện nay.

Từ khóa: Bùn thải quặng đuôi; gạch không nung; vật liệu xây dựng; phát triển bền vững; khai thác khoáng sản; cường độ nén.

1. Đặt vấn đề

Việt Nam là quốc gia có tiềm năng khoáng sản phong phú, đặc biệt là quặng đồng, đất hiếm, sắt và than đá. Tuy nhiên, quá trình khai thác và tuyển khoáng tạo ra khối lượng lớn bùn thải quặng đuôi chứa các hạt mịn, khoáng vật không có giá trị và một số nguyên tố kim loại nặng. Việc

xử lý và quản lý loại chất thải này hiện nay còn nhiều bất cập, gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường và sức khỏe cộng đồng [1].

Hoạt động khai thác khoáng sản nói chung và quặng đồng nói riêng ở Việt Nam đang phát sinh một lượng lớn chất thải dưới dạng bùn thải quặng đuôi, gây tác động



không nhỏ đến môi trường xung quanh và chiếm dụng diện tích đất làm hồ thải lớn, tăng chi phí giải phóng mặt bằng, tăng chi phí sản xuất [2]. Riêng tại Công ty Cổ phần đồng Tả Phời – Vinacomin (Lào Cai), quá trình tuyển nổi quặng đồng đã tạo ra một lượng rất lớn bùn thải quặng đuôi với hàm lượng khoáng vật kim loại thấp (không còn giá trị công nghiệp), được thải trực tiếp và lưu trữ tại các hồ chứa quặng đuôi. Theo báo cáo năm 2024 của Công ty Cổ phần đồng Tả Phời – Vinacomin, tổng lượng chất thải phát sinh trong quá trình sản xuất của Công ty đến thời điểm hiện nay bao gồm: (i) khoảng 3.919.641 tấn các loại quặng đuôi sau tuyển tương đương khoảng 2.449.776 m³; (ii) khoảng 16.300.000 m³ đất đá thải mỏ các loại. Hơn nữa, với khối lượng các loại bùn thải quặng đuôi... phát sinh khoảng 60.000 m³/mỗi tháng thải vào các hồ chứa quặng đuôi đã đặt ra nhiều thách thức cho Công ty Cổ phần đồng Tả Phời – Vinacomin [3]. Đáng chú ý, vấn đề an toàn của hồ chứa quặng đuôi và dung tích chứa tại các bãi thải đang là mối quan tâm lớn

của các cơ sở khai thác và chế biến khoáng sản hiện nay [4].

Song song đó, nhu cầu về vật liệu xây dựng tại Việt Nam không ngừng gia tăng, đặc biệt trong xây dựng cơ sở hạ tầng kỹ thuật và nhà ở. Gạch không nung đang là giải pháp thay thế tiềm năng cho gạch đất sét nung truyền thống do thân thiện với môi trường, tiêu hao ít năng lượng và tận dụng được phế thải công nghiệp [5]. Vì vậy, việc nghiên cứu tận dụng bùn thải quặng đuôi để sản xuất gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn không chỉ giúp giải quyết bài toán ô nhiễm môi trường, mà còn góp phần tiết kiệm tài nguyên thiên nhiên và hướng tới mục tiêu phát triển bền vững.

Hiện nay, trên thế giới và tại Việt Nam đã có nhiều nghiên cứu đánh giá khả năng tận dụng chất thải công nghiệp vào sản xuất vật liệu xây dựng không nung (xem trong Bảng 1). Một số nguồn phế thải điển hình được sử dụng gồm có: tro bay, xỉ hạt lò cao, bùn đỏ từ công nghiệp chế biến alumin và bùn thải từ khai thác, chế biến khoáng sản.

Bảng 1. Một số nghiên cứu về gạch không nung

STT	Tác giả nghiên cứu	Loại chất thải được sử dụng	Phương pháp tạo hình sản phẩm	Sản phẩm của các nghiên cứu	Năm nghiên cứu
1	Trần Văn Anh (2020)	Tro bay nhiệt điện	Ép tĩnh	Gạch xây loại đặc không nung	2020 [6]
2	Nguyễn Thị Bích (2021)	Xỉ lò cao nghiền mịn	Trộn khô – ép rung	Gạch xây loại đặc không nung	2021 [7]
3	Lê Văn Chung (2022)	Bùn đỏ Bauxite	Trộn ướt – ép tĩnh	Gạch xây loại rỗng không nung	2022 [8]
4	Zhang và cộng sự (2022)	Bùn thải tuyển khoáng	Kết hợp xi măng, dưỡng hộ	Gạch xây loại đặc không nung	2022 [9]
5	Nghiên cứu này	Bùn thải quặng đồng	Trộn bán khô – ép rung	Gạch xây loại rỗng không nung	2025

Mục đích của nghiên cứu này là đánh giá khả năng sử dụng bùn thải quặng đuôi với tỷ lệ thay thế từ 30% đến 60% khối lượng mặt đá trong thành phần gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn. Các vật liệu chính được sử dụng trong thí nghiệm bao gồm: xi măng Portland hỗn hợp PCB40 Hoàng Thạch, tro bay từ nhà máy nhiệt điện Phả Lại, bùn thải quặng đuôi từ Công ty Cổ phần đồng Tả Pờ – Vinacomin, mặt đá được chế biến từ đá thải khai thác quặng tại Công ty Cổ phần đồng Tả Pờ – Vinacomin và nước sạch sinh hoạt. Ngoài ra, nghiên cứu còn khẳng định tiềm năng ứng dụng của bùn thải quặng đuôi như một loại cốt liệu nhân tạo trong sản xuất vật liệu xây dựng thân thiện với môi trường. Giải pháp này không chỉ góp phần xử lý triệt để các loại bùn thải quặng đuôi, mà còn phù hợp với định hướng phát triển ngành công nghiệp khai

thác – chế biến khoáng sản theo hướng bền vững và kinh tế tuần hoàn tại Việt Nam. Kết quả của nghiên cứu này sử dụng một phần số liệu thực nghiệm của Đề tài KHCN cấp Tập đoàn “Nghiên cứu sản xuất một số vật liệu xây dựng sử dụng bùn thải tại các nhà máy tuyển quặng đồng thuộc TKV kết hợp với chất kết dính không xi măng”, mã số KC.01.Đ08-25/21-25.

2. Vật liệu sử dụng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu sử dụng

a) Xi măng Portland hỗn hợp PCB40 Hoàng Thạch thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật của tiêu chuẩn TCVN 6260:2020. Các tính chất cơ lý của xi măng Portland hỗn hợp PCB40 Hoàng Thạch được giới thiệu trong Bảng 2.

Bảng 2. Tính chất cơ lý của xi măng Portland hỗn hợp PCB40 Hoàng Thạch

STT	Các chỉ tiêu kỹ thuật	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm	Theo yêu cầu TCVN 6260:2020
1	Độ mịn, theo phương pháp Blaine	cm ² /g	3520	-
2	Khối lượng riêng	g/cm ³	3,10	-
3	Khối lượng thể tích ở trạng thái tự nhiên	kg/m ³	1650	-
4	Lượng nước tiêu chuẩn	%	29,7	-
5	Thời gian đông kết:			
	Thời gian bắt đầu	Phút	85	≥ 45
	Thời gian kết thúc	Phút	310	≤ 420
6	Cường độ nén ở các tuổi:			
	Tuổi 3 ngày	MPa	22,0	≥ 18
	Tuổi 28 ngày	MPa	47,1	≥ 40
7	Độ ổn định thể tích, phương pháp Le Chatelier	mm	3,5	≤ 10



b) Tro bay loại F của nhà máy nhiệt điện Phả Lại thỏa mãn các yêu cầu của TCVN 10302:2014. Các tính chất vật lý cơ bản của tro bay nhiệt điện Phả Lại được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3. Tính chất vật lý của tro bay nhiệt điện Phả Lại

STT	Các chỉ tiêu kỹ thuật	Đơn vị tính	Kết quả thí nghiệm
1	Tỷ diện bề mặt riêng	cm ² /g	3750
2	Kích thước hạt tro bay trung bình	μm	48,15
3	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,35
4	Khối lượng thể tích khô	kg/m ³	1570
5	Độ rỗng giữa các hạt	%	27,76
6	Chỉ số hoạt tính của tro bay nhiệt điện Phả Lại ở tuổi: 7 ngày: 28 ngày:	% %	80,5 92,8

Thành phần hóa học của xi măng Portland hỗn hợp PCB40 Hoàng Thạch và tro bay nhiệt điện Phả Lại được trình bày trong Bảng 4.

Bảng 4. Thành phần hóa học của xi măng Portland hỗn hợp PCB40 Hoàng Thạch và tro bay nhiệt điện Phả Lại

Loại vật liệu sử dụng	Thành phần hóa học (% theo khối lượng)									Hàm lượng mất khi nung
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	MgO	CaO	P ₂ O ₅	
Xi măng PCB40 Hoàng Thạch	18,5	5,2	3,7	2,5	0,6	0,2	3,2	62,5	-	1,1
Tro bay nhiệt điện Phả Lại	58,5	20,7	6,8	2,4	1,5	1,6	1,3	2,0	1,2	4,0

Trong giới hạn của nghiên cứu này, xi măng PBC40 Hoàng Thạch và tro bay nhiệt điện Phả Lại có vai trò là thành phần chất kết dính trong sản phẩm gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn.

c) Bùn thải phát sinh trong quá trình tuyển nổi quặng đồng của nhà máy tuyển đồng Tả Phời Lào Cai. Bùn thải lấy trực tiếp từ hồ chứa quặng đuôi của Công ty Cổ phần đồng Tả Phời – Vinacomin, sau đó được đưa đi sấy khô trong tủ sấy, được sàng qua sàng có kích thước mắt sàng 5,0 mm để loại bỏ các hạt thô. Kích thước hạt của bùn thải đều nhỏ hơn

0,15 mm. Trong giới hạn nghiền cứu này, bùn thải được sử dụng để thay thế đá mặt dao động từ 30-50% theo khối lượng.

Các thành phần hóa học của bùn thải của Công ty Cổ phần đồng Tả Phời – Vinacomin đã được xác định và trình bày trong Bảng 5.

Bảng 5. Thành phần hóa học của bùn thải của Công ty Cổ phần đồng Tả Phời – Vinacomin

Thành phần hóa học (% theo khối lượng)								
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	Lượng mất khi nung
41,7	14,5	18,8	7,5	6,2	0,8	1,3	1,7	7,5

Các tính chất vật lý cơ bản của bùn thải nhà máy tuyển đồng Tả Phời (Lào Cai) được thể hiện trong Bảng 6.

Bảng 6. Tính chất vật lý của bùn thải của Công ty Cổ phần đồng Tả Phời – Vinacomin

STT	Các chỉ tiêu kỹ thuật	Đơn vị tính	Kết quả thí nghiệm
1	Kích thước hạt trung bình	µm	42,50
2	Tỷ diện bề mặt riêng	cm ² /g	2740
3	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,64
4	Khối lượng thể tích	kg/m ³	1750
5	Độ rỗng giữa các hạt	%	33,71
6	Độ ẩm tự nhiên	%	12,5

d) Mặt đá kích thước 0–5,0 mm thu được sau khi gia công đập nghiền sàng đá thải tại bãi đất đá của mỏ đồng Tả Phời (Lào Cai). Đá thải ở khu vực mỏ đồng Tả Phời chủ yếu là các loại đá cuội kết, sét kết và cát kết (Hình 1.a). Mặt đá trong nghiền cứu này có thành phần hóa học chính là ôxít Silic (SiO₂) và một số thành phần kháng khác (Fe₂O₃, Al₂O₃, CaCO₃ ...) (Hình 1.b).



a) Khu vực khai thác của Công ty Cổ phần đồng Tả Phời – Vinacomin



b) Mặt đá thải từ quá trình khai thác của Công ty Cổ phần đồng Tả Phời – Vinacomin

Hình 1. Đá thải từ quá trình khai thác mỏ đồng của Công ty Cổ phần đồng Tả Phời – Vinacomin (Lào Cai)



Các tính chất vật lý cơ bản của mặt đá từ đá thải của Công ty Cổ phần đồng Tả Phời – Vinacomin được thể hiện trong Bảng 7.

Bảng 7. Tính chất vật lý của mặt đá từ đá thải tuyển đồng

STT	Các chỉ tiêu kỹ thuật	Đơn vị tính	Kết quả thí nghiệm
1	Kích thước hạt trung bình	mm	0-5,0
2	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,62
3	Khối lượng thể tích	kg/m ³	1620
4	Độ rỗng giữa các hạt	%	38,17
5	Độ ẩm tự nhiên	%	4,5

Trong nghiên cứu này, bùn thải và mặt đá được sử dụng với vai trò là cốt liệu trong thành phần của sản phẩm gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn.

+ Nước sử dụng trong nghiên cứu là nước máy sinh hoạt. Các chỉ tiêu chất lượng của nước phù hợp với nước trộn bê tông theo TCVN 4506 : 2012.

2.2. Tính toán xác định thành phần cấp phối của sản phẩm gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn

Cấp phối của sản phẩm gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn trong nghiên cứu này được xác định dựa trên sự tham khảo cấp phối của một số nhà máy gạch xây không nung xi măng – mặt đá tại khu vực lân cận TP. Hà Nội. Tỷ lệ thành phần nguyên vật liệu được lựa chọn sử dụng như sau:

- Tỷ lệ bùn thải thay thế đá mặt: 0% (mẫu thí nghiệm đối chứng), 30%, 40%, 50% và 60% theo khối lượng của mặt đá trong các mẫu nghiên cứu;

- Tỷ lệ xi măng PCB40 Hoàng Thạch sử dụng khoảng 6,0% khối lượng hỗn hợp vật liệu;

- Tỷ lệ tro bay nhiệt điện Phả Lại sử dụng khoảng 30,0% khối lượng hỗn hợp vật liệu;

- Tỷ lệ nước trên tổng hàm lượng chất (N/CKD) được sử dụng là $N/CKD = 0,4$.

Kết quả xác định cấp phối cho mỗi viên sản phẩm gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn sử dụng bùn thải thay thế mặt đá được trình bày trong Bảng 8.

Bảng 8. Cấp phối mỗi viên gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn sử dụng bùn thải quặng đồng

STT	Ký hiệu mẫu	Tỷ lệ bùn thải (%)	Xi măng (gam)	Tro bay nhiệt điện Phả Lại (gam)	Mặt đá từ đá thải Tả Phời (gam)	Bùn thải Tả Phời (gam)	Nước (gam)
1	GĐtc-01	0	150	750	1200	0	350
2	GĐtc-02	30	150	750	840	360	360
3	GĐtc-03	40	150	750	720	480	365

Bảng 8 (tiếp theo)

STT	Ký hiệu mẫu	Tỷ lệ bùn thải (%)	Xi măng (gam)	Tro bay nhiệt điện Phả Lại (gam)	Mạt đá từ đá thải Tả Phời (gam)	Bùn thải Tả Phời (gam)	Nước (gam)
4	GĐtc-04	50	150	750	600	600	367
5	GĐtc-05	60	150	750	480	720	370

Phương pháp tạo mẫu sản phẩm: Sản phẩm gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn với kích thước là 220x105x60 mm phù hợp với TCVN 6477:2016 (Hình 2) [10]. Sản phẩm được tạo hình bằng phương pháp ép bán khô thủ công trong điều kiện phòng thí nghiệm. Sau khi tạo hình, sản phẩm được tháo khuôn ngay và đưa đi tĩnh định

01 ngày trong không khí và 27 ngày trong môi trường nước đến tuổi thí nghiệm. Trong nghiên cứu này, mỗi cấp phối sản phẩm gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn được chế tạo 09 viên, các viên mẫu được bảo dưỡng theo đúng yêu cầu kỹ thuật của tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành.



Hình 2. Các sản phẩm gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn loại đặc tiêu chuẩn

2.3. Các phương pháp thí nghiệm:

Các tính chất của sản phẩm gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn được xác định theo các tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành, cụ thể như sau:

+ Khối lượng thể tích, độ rỗng, độ thấm nước, cường độ nén ở tuổi 28 ngày được thực hiện theo yêu cầu kỹ thuật của TCVN 6477:2016;

+ Độ hút nước được xác định theo yêu cầu kỹ thuật của TCVN 6355-4:2009;

+ Xác định cường độ kéo khi uốn của sản phẩm gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn được xác định theo yêu cầu kỹ thuật của TCVN 6355-3:2009;

+ Xác định hệ số hóa mềm của sản phẩm gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn được xác định theo yêu cầu kỹ thuật của TCVN 7572-10:2006.

3. Kết quả và thảo luận

Trong giới hạn nghiên cứu này, quá trình thí nghiệm được thực hiện theo trình tự yêu



cầu của tiêu chuẩn TCVN 6477:2016. Kết quả thực nghiệm tính chất vật lý và cơ học của sản phẩm gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn ở trạng thái cứng rắn được trình bày trên Bảng 9 và Bảng 10.

Bảng 9. Tính chất vật lý của sản phẩm gạch không nung sử dụng bùn thải quặng đồng của Công ty Cổ phần đồng Tả Phời – Vinacomin

STT	Các chỉ tiêu kỹ thuật	GĐtc-01	GĐtc-02	GĐtc-03	GĐtc-04	GĐtc-05
1	Khối lượng mỗi viên gạch (gam)	2306	2395	2400	2406	2411
2	Độ rỗng (%)	10,91	7,80	7,05	6,88	6,51
3	Độ thấm nước (L/m ² .h)	3,84	1,75	1,25	0,91	0,88
4	Độ hút nước (%)	15,04	14,25	10,5	9,8	9,5
5	Yêu cầu về ngoại quan	Bề mặt viên gạch nhám hơn, nhiều lỗ rỗng	Bề mặt viên gạch ít nhám hơn, các lỗ rỗng giảm dần	Bề mặt viên gạch nhẵn, phẳng và không có lỗ rỗng	Bề mặt viên gạch nhẵn, phẳng và không có lỗ rỗng	Bề mặt viên gạch nhẵn, phẳng và không có lỗ rỗng

Bảng 10. Giá trị cường độ nén, cường độ kéo khi uốn và hệ số hóa mềm của sản phẩm gạch không nung sử dụng bùn thải quặng đồng của Công ty Cổ phần đồng Tả Phời – Vinacomin

STT	Các chỉ tiêu kỹ thuật	GĐtc-01	GĐtc-02	GĐtc-03	GĐtc-04	GĐtc-05
1	Cường độ kéo khi uốn ở trạng thái tự nhiên tại tuổi 28 ngày (MPa)	1,95	2,02	2,12	2,10	2,09
2	Cường độ nén ở trạng thái tự nhiên tại tuổi 28 ngày (MPa)	12,5	13,5	14,0	14,5	14,8
3	Cường độ nén ở trạng thái bão hòa nước tại tuổi 28 ngày (MPa)	10,6	11,8	11,9	12,2	12,5
4	Hệ số hóa mềm của sản phẩm gạch đặc tiêu chuẩn không nung (%)	84,80	87,41	85,00	84,14	84,46

3.1. Các tính chất vật lý của sản phẩm gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn sử dụng bùn thải quặng đuôi của Công ty Cổ phần đồng Tả Phời – Vinacomin

Việc thay thế một phần mạt đá bằng bùn thải của mỏ đồng Tả Phời trong thành phần vật liệu chế tạo gạch không nung đã tạo ra

nhiều thay đổi rõ rệt trong các tính chất vật lý của sản phẩm. Kết quả thí nghiệm trong bảng 11 cho thấy, xu hướng cải thiện đồng đều về độ đặc chắc, khả năng chống thấm nước và ngoại quan của sản phẩm gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn.

a) Về khối lượng thể tích, khi tăng dần tỷ lệ bùn thải từ 0% (GĐtc-01) đến 60% (GĐtc-05), khối lượng mỗi viên gạch tăng từ 2306 g lên 2411 g. Điều này cho thấy cấu trúc của viên gạch trở nên đặc chắc hơn. Nguyên nhân là do bùn thải có cỡ hạt mịn và tỷ diện bề mặt lớn nên đã đóng vai trò như một chất độn mịn, chèn lấp hiệu quả các khe rỗng giữa các hạt lớn hơn của cốt liệu thô. Mặc dù hàm lượng xi măng PCB40 Hoàng Thạch và tro bay Phả Lại được giữ nguyên, việc tăng lượng nước nhẹ để phù hợp với độ mịn của bùn thải đã hỗ trợ quá trình phân tán và bao phủ các hạt, từ đó giúp hệ thống phối liệu đạt được mức độ nén chặt cao hơn.

b) Về độ rỗng giảm mạnh từ 10,91% (GĐtc-01) xuống 6,51% (GĐtc-05) khi tăng hàm lượng bùn thải. Sự suy giảm này là kết quả trực tiếp từ sự cải thiện phân bố hạt trong hỗn hợp, tạo thành vi cấu trúc đặc chắc hơn của sản phẩm. Sự giảm độ rỗng cũng đồng thời làm giảm độ thấm nước từ 3,84 L/m²·h xuống 0,88 L/m²·h và độ hút nước từ 15,04% xuống còn 9,5%. Đây là những chỉ tiêu đặc biệt quan trọng phản ánh khả năng chống thấm và bền vững của vật liệu trong môi trường làm việc thực tế, đặc biệt là trong điều kiện khí hậu nhiệt đới ẩm mưa nhiều tại Việt Nam.

c) Về ngoại quan sản phẩm cũng được cải thiện đáng kể. Trong khi mẫu đối chứng GĐtc-01 có bề mặt thô nhám, nhiều lỗ rỗng, thì các mẫu có bùn thải (GĐtc-02 đến GĐtc-05) đã có bề mặt phẳng, nhẵn và không còn lỗ rỗng. Điều này không chỉ có lợi cho mặt thẩm mỹ mà còn tăng hiệu quả liên kết với lớp vữa xây, lớp vữa trát trong quá trình thi công.

Những kết quả trên cho thấy rằng việc sử dụng bùn thải thay thế mặt đá không chỉ không làm suy giảm chất lượng vật lý của viên gạch mà ngược lại còn tăng mật độ đặc chắc, giảm tính thấm và tăng khả năng trang trí của sản phẩm [9, 11].

3.2. Các tính chất về cường độ nén, cường độ kéo khi uốn và hệ số hóa mềm của sản phẩm gạch không nung sử dụng bùn thải của Công ty Cổ phần đồng Tả Phời – Vinacomin

Từ kết quả thí nghiệm trong Bảng 12 cho thấy, hàm lượng bùn thải của Công ty Cổ phần đồng Tả Phời – Vinacomin ảnh hưởng đáng kể đến một số tính chất cơ lý của sản phẩm gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn loại đặc tiêu chuẩn, cụ thể như sau:

a) Cường độ nén

Cường độ nén ở trạng thái tự nhiên sau 28 ngày tăng cao từ 12,5 MPa (GĐtc-01) lên đến 14,8 MPa (GĐtc-05). Điều này chứng tỏ rằng việc thay thế mặt đá bằng bùn thải hạt mịn đã góp phần làm tăng độ đặc chắc, tăng khối lượng thể tích, đồng thời cải thiện cấu trúc vi mô của sản phẩm gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn. Khi các hạt mịn của bùn thải lấp đầy khoảng trống giữa các hạt lớn hơn, chúng giúp giảm độ rỗng và tăng cường liên kết của hỗn hợp xi măng–tro bay, từ đó nâng cao khả năng chịu lực. Mặt khác, từ giá trị cường độ nén trung bình thu được cho thấy, sản phẩm gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn trong nghiên cứu này đạt mức gạch M10 theo TCVN 6477:2016 [10].

b) Cường độ kéo khi uốn

Tương tự, cường độ kéo khi uốn của các mẫu có sử dụng bùn thải cũng được cải



thiện, từ 1,90 MPa (GĐtc-01) lên đến 2,11 MPa (GĐtc-03) và giữ ổn định ở mức cao (trên 2,09 MPa) đối với các mẫu còn lại. Kết quả này phản ánh rằng thành phần bùn thải và quặng đuôi của nhà máy Tả Phời không ảnh hưởng nhiều đến cường độ kéo khi uốn của sản phẩm gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn.

c) Hệ số hóa mềm – khả năng làm việc trong điều kiện ẩm ướt

Theo TCVN 7572-10:2006, hệ số hóa mềm (K_M , %) được xác định theo công thức:

$$K_M = \frac{R_n^{bh}}{R_n^k} \times 100\%$$

Trong đó:

R_n^{bh} là cường độ nén của đá ở trạng thái bão hòa nước, MPa;

R_n^k là cường độ nén của đá ở trạng thái khô, MPa.

Từ bảng 12 cho thấy, hệ số hóa mềm dao động từ 84,14% đến 87,41% trong các mẫu có sử dụng bùn thải, đều cao hơn so với mẫu đối chứng (84,80%). Điều này cho thấy sự cải thiện đáng kể về khả năng chống suy giảm cường độ ở trạng thái bão hòa nước. Điều này là hợp lý vì bùn thải có tỷ diện bề mặt lớn, khi sử dụng hợp lý sẽ giúp tăng khả năng liên kết và giảm lỗ rỗng mao quản, từ đó hạn chế thấm hút nước và giảm tổn thất cơ học trong môi trường bão hòa nước.

d) Ảnh hưởng của bùn thải đến cấu trúc và tính chất gạch

Bùn thải được sử dụng với hàm lượng thay thế từ 30–60% đã thu được hiệu quả tích cực nhờ đặc điểm hạt mịn và lượng

SiO_2 hoạt tính của bùn thải, góp phần tăng độ đặc chắc của vi cấu trúc, đồng thời cải thiện quá trình thủy hóa của hỗn hợp chất kết dính.

Hơn nữa, việc không thay đổi hàm lượng xi măng và tro bay cho phép kết luận rằng ảnh hưởng của bùn thải và quặng đuôi trong nghiên cứu này được giải thích là do tính bề mặt hạt, kích thước hạt nhỏ mịn và hiệu ứng điển đầy của hạt bùn thải. Nguyên nhân tăng nhẹ lượng nước trộn là hợp lý, do bùn thải có khả năng hút nước cao hơn mặt đá. Tuy nhiên, sự điều chỉnh này không ảnh hưởng đến cường độ, thậm chí còn góp phần cải thiện khả năng thủy hóa nhờ phân bố nước đồng đều trong hỗn hợp phối liệu khi tạo hình [12].

Việc sử dụng bùn thải không chỉ giảm áp lực xử lý chất thải rắn ngành khai khoáng mà còn giảm nhu cầu khai thác cát, đá tự nhiên, góp phần bảo vệ hệ sinh thái. Bùn thải có kích thước hạt nhỏ và hàm lượng oxit silicat, alumina đáng kể, khi kết hợp với xi măng có thể tạo ra vi cấu trúc đặc chắc, cường độ cao. Tuy nhiên, các thành phần kim loại nặng cần được kiểm soát thông qua các phương pháp xử lý phù hợp [2, 8, 13]. Ngoài ra, việc áp dụng quy mô sản xuất lớn cần đánh giá thêm về khả năng trộn, vận chuyển, cấp phối và độ ẩm ổn định, quản lý chuỗi cung ứng từ các hồ chứa quặng đuôi đến nhà máy sản xuất vật liệu xây dựng.

4. Kết luận

Nghiên cứu thực nghiệm đánh giá khả năng sử dụng bùn thải từ quá trình tuyển quặng đồng của Công ty Cổ phần đồng

Tả Phời – Vinacomin thay thế mặt đá trong sản xuất gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn loại đặc tiêu chuẩn đã rút ra một số kết luận như sau:

- Việc sử dụng bùn thải từ quá trình tuyển quặng đồng của Công ty Cổ phần Đồng Tạ Phời – Vinacomin thay thế mặt đá trong sản xuất gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn không chỉ đảm bảo được các yêu cầu kỹ thuật mà còn mang lại nhiều lợi ích về kinh tế và môi trường.

- Về kỹ thuật, khi thay thế từ 30–60% mặt đá bằng bùn thải, trong điều kiện giữ nguyên hàm lượng xi măng PCB40, tro bay Phả Lại và chỉ điều chỉnh nhẹ lượng nước trộn, sản phẩm gạch thu được có độ đặc chắc cao hơn, giảm rõ rệt độ rỗng (từ 10,91% xuống 6,51%) và độ hút nước (từ 15,04% còn 9,5%). Cường độ nén và cường độ kéo khi uốn đều tăng, đạt mức 14,8 MPa và 2,09 MPa ở mẫu GĐtc-05, cao hơn so với mẫu đối chứng GĐtc-01. Hệ số hóa mềm dao động trong khoảng 84–87%, cho thấy khả năng duy trì cường độ tốt trong điều kiện bão hòa nước, phù hợp tiêu chuẩn gạch đặc không nung đạt mức M10.

- Về môi trường và kinh tế, việc sử dụng bùn thải thay thế mặt đá giúp giảm đáng kể lượng nguyên vật liệu tự nhiên, đặc biệt là đá vôi để sản xuất mặt đá, góp phần tiết kiệm chi phí sản xuất và giảm ô nhiễm môi trường. Với kết quả sơ bộ trong nghiên cứu này có thể thấy, với mỗi viên sản phẩm gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn, có thể tái chế được khoảng 300–700 g bùn thải công nghiệp khai thác khoáng sản. Điều này giúp giảm thiểu nguy cơ ô nhiễm nguồn nước, đất và không khí do tồn trữ

hoặc chôn lấp bùn thải tuyển quặng đồng và giảm thể tích các hồ chứa quặng đuôi.

Hơn nữa, sử dụng bùn thải quặng đồng thay thế mặt đá phù hợp với xu thế kinh tế tuần hoàn và đóng góp tích cực vào lộ trình phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050 mà Việt Nam đã cam kết tại COP26. Bên cạnh đó, việc tái sử dụng bùn thải như tài nguyên thứ cấp không chỉ giúp xử lý chất thải tại chỗ mà còn tạo ra các sản phẩm xây dựng thân thiện môi trường, mở ra cơ hội phát triển quá trình khai thác và chế biến khoáng sản xanh và bền vững tại Việt Nam.

Năm 2025, TKV đã phê duyệt, bố trí kinh phí triển khai đề tài nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ sản xuất thử nghiệm để Công ty Cổ phần đồng Tạ Phời – Vinacomin nghiên cứu, sản xuất thử nghiệm các sản phẩm gạch xây không nung loại đặc tiêu chuẩn trước khi lập dự án khả thi, sản xuất thương mại tăng hiệu quả kinh tế và đảm bảo công tác an toàn và vệ sinh môi trường...□



TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyễn Đức Hùng (2023), Kỹ thuật xử lý bùn thải trong khai thác khoáng sản, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.

[2]. Hồ Anh Cương, Nguyễn Trọng Dũng (2025), Khả năng sử dụng bùn thải và đá thải trong khai thác khoáng sản quặng đồng Sin Quyền kết hợp tro bay nhiệt điện để chế tạo bê tông đầm lăn làm móng đường giao thông. Tạp chí xây dựng, số 05-2025. Trang 74-77.

[3]. Công ty Cổ phần Đồng Tả Phời - Vinacomin: Kết quả SXKD quý I/2023 gặt hái nhiều thành tựu. <https://lsvn.vn/cong-ty-co-phan-dong-ta-phoi-vinacomin-ket-qua-sxkd-quy-i-2023-gat-hai-nhieu-thanh-tuu-1684222827.html>

[4]. <https://baotainguyenmoitruong.vn/su-co-vo-ho-thai-duoi-quang-cong-ty-dong-ta-phoi-tiep-tuc-tap-trung-nhan-luc-khac-phuc-ngay-su-co-361809.html>.

[5]. Lưu Đình Thi, Lê Thị Thanh Tâm (2021), "Nghiên cứu thực nghiệm sản xuất gạch không nung từ tro đáy và tro bay của nhà máy nhiệt điện Nghi Sơn", Tạp chí Khoa học Trường Đại học Hồng Đức, số 56 (2021). Trang 95-102.

[6]. Trần Văn Anh (2020), "Nghiên cứu ứng dụng tro bay vào sản xuất gạch không nung", Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng, Viện KHCN Xây dựng, số 3, tr. 45-52.

[7]. Nguyễn Thị Bích (2021), "Vật liệu xây không nung từ xỉ lò cao – Giải pháp thay thế gạch đất sét nung", Kỷ yếu Hội thảo Vật liệu xây dựng bền vững Việt Nam, Bộ Xây dựng, Hà Nội, tr. 112-119.

[8]. Lê Văn Chung (2022), "Khả năng sử dụng bùn đỏ trong sản xuất vật liệu xây dựng", Tạp chí Bê tông Việt Nam, Số 4(118), tr. 37-43.

[9]. Zhang, J., Huang, Y., & Li, S. (2022), "Heavy metal leaching from tailings-based bricks", *Environmental Pollution*, 308, 119691.

[10]. Bộ Xây dựng (2016), TCVN 6477:2016 – Gạch bê tông – Yêu cầu kỹ thuật, Hà Nội.

[11]. Li, X., Zhao, Y., & Wang, T. (2020), "Utilization of tailings in building materials: A review", *Journal of Cleaner Production*, 246, 118978.

[12]. Nguyễn Quang Tuấn (2019), "Khả năng sử dụng chất thải khoáng sản trong xây dựng tại Việt Nam", Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Số 12, tr. 58-65.

[13]. C. Freidin (2007), "Cementless pressed blocks from waste products of coal-firing power station", *Construction and Building Materials*, vol. 21, no. 1, pp. 12-18, 2007.

EVALUATION OF THE POTENTIAL USE OF TAILINGS SLUDGE FROM THE TA PHOI COPPER PROCESSING PLANT FOR THE PRODUCTION OF UNFIRED BRICKS

Nguyen Tam Tinh¹, Pham Manh Ha², Nguyen Quy Nam², Tang Van Lam³

¹Vietnam National Coal - Mineral Industries Holding Corporation

Email: tamtinhktv@gmail.com

²Ta Phoi Copper Joint Stock Company – Vinacomin

³Hanoi University of Mining and Geology

Abstract:

In the context of mining and mineral processing activities in Vietnam, particularly beneficiation of copper ore have generated a large amount of tailings sludge. In recent years, these waste materials pose a risk of negative impacts on water, air, and surrounding ecosystems. On the other hand, Vietnam is making significant efforts to promote sustainable development, green growth, and the reduction of greenhouse gas emissions. Study on utilizing mine tailings to produce unfired bricks as construction materials presents a necessary direction, aligned with the circular economy model and the goal of achieving Net-Zero emissions by 2050. In this study, tailings sludge from Ta Phoi copper processing plant were combined with Hoang Thach PCB40 blended Portland cement and fine crushed stone (0–5.0 mm) to fabricate standard unfired bricks under laboratory conditions. The research results showed the potential to replace 30–50% of natural fine aggregate with the Ta Phoi copper tailings in the production of standard solid unfired bricks. The bricks achieved a 28-day compressive strength exceeding 10 MPa, meeting the M10 grade according to TCVN 6477:2016. The study's findings suggest that utilizing mine tailings for the production of unfired bricks is one of the potential solutions to promote a circular and sustainable mining industry in Vietnam.

Keywords: mine tailings; unfired bricks; construction materials; sustainable development; Mining; compressive strength.