



HỘI KH&CN MỎ VIỆT NAM



HỘI DẦU KHÍ VIỆT NAM



HỘI THẢO KHOA HỌC GIẢM PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH

NHỮNG CƠ HỘI VÀ THÁCH THỨC ĐỐI VỚI NGÀNH CÔNG NGHIỆP MỎ
VÀ NĂNG LƯỢNG VIỆT NAM



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG TỐI ĐA NGUỒN TRO XỈ TỪ CÁC NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN THAY THẾ MỘT PHẦN XI MĂNG TRONG CHẾ TẠO KẾT CẤU CHỐNG GIỮ, VẬT LIỆU LẤP ĐẦY SAU VỎ CHỐNG CÁC ĐƯỜNG LÒ NHẪM GIẢM THIỂU PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH

¹ Đặng Văn Kiên, ¹ Võ Trọng Hùng,
¹ Nguyễn Quốc Long, ² Trần Tuấn Điệp

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất

² Viện Cơ học và Tin học ứng dụng

Tóm tắt:

Tại Việt Nam, theo thống kê của Tổng cục Năng lượng (Bộ Công Thương) hiện có tổng cộng 29 nhà máy nhiệt điện than đang vận hành, thải ra tổng lượng tro xỉ khoảng 16 triệu tấn/năm tro bay (Fly Ash-FA) và tro đáy than (Coal Bottom Ash -CBA). FA và CBA làm tăng chi phí kho bãi chứa và ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường. Trong khi đó, kết cấu chống giữ đường lò bằng vì thép hình chèn ngoài bằng bê tông cốt thép vẫn đang là loại hình kết cấu chống giữ các đường lò chiếm tỷ lệ lớn nhất hiện nay trong khai thác mỏ hầm lò (khoảng 70÷80%) ở vùng than Quảng Ninh, Việt Nam. Ngoài ra, trong những năm qua, tại Tập đoàn Công nghiệp Than-Khoáng sản Việt Nam (TKV) số lượng các đường lò chống bằng vỏ chống bê tông liền khối tăng nhanh do tăng độ sâu khai thác cùng việc mở các diện khai thác mới bằng giếng đứng (Mỏ Hà Lâm, Mạo Khê, Khe Chàm II-III, Núi Béo, Mông Dương...), hoặc các đường lò đi qua khu vực có điều kiện địa chất phức tạp như phay phá, đứt gãy, bùng nền, vùng chứa nước... Với các giếng đứng (giếng chính, giếng phụ, giếng gió) của mỏ có độ sâu lớn từ vài trăm đến hàng nghìn mét khi khai thác xuống sâu đều chống bằng vỏ chống bê tông cốt thép liền khối, bê tông lấp đầy sau vỏ sau vỏ chống giếng, do vậy lượng bê tông sử dụng rất lớn.

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu để xuất tỷ lệ tối ưu FA và CBA của nhà máy nhiệt điện sử dụng trong hỗn hợp bê tông để chế tạo vỏ chống bê tông liền khối, tấm chèn, vật liệu lấp đầy sau vỏ chống cho các đường lò cơ bản, sân ga, hầm trạm và giếng đứng thông qua phương pháp thí nghiệm tại Phòng thí nghiệm Xây dựng Trường Đại học Mỏ - Địa chất (HUMG) và kết quả thực nghiệm chống giữ tại một số đường lò tại TKV. Việc sử dụng một lượng lớn FA và CBA thay thế xi măng và cát trong thành phần bê tông chế tạo kết cấu chống giữ cho phép giảm sử dụng xi măng nên hạn chế được khí thải nhà kính đồng thời giảm chi phí kho bãi chứa tro xỉ tại các nhà máy nhiệt điện, giảm thiểu ảnh hưởng của

1. Đặt vấn đề

Hiện tại, tổng lượng phát thải KNK từ sản xuất vật liệu xây dựng tại Việt Nam là 101,89 triệu tấn/năm và con số này tiếp tục tăng lên trong thời gian tới. Theo đó, công nghệ và chiến lược cho vật liệu các-bon thấp được đưa ra gồm: Đặt mục tiêu tổng lượng carbon gắn liền cho các dự án xây dựng, dựa trên dữ liệu toàn diện, công cụ chuẩn hóa, tuyên bố sản phẩm môi trường (EPD) và các tiêu chuẩn; Giảm nhu cầu vật liệu chính

thông qua thiết kế tối ưu, khuyến khích mạnh mẽ việc tái sử dụng vật liệu phế thải và sử dụng vật liệu thay thế carbon thấp; Áp dụng các biện pháp cải thiện hiệu quả năng lượng như bắt buộc hệ thống quản lý năng lượng (EMS) (ví dụ: ISO 50001), thúc đẩy mạng lưới công nghiệp, tiếp cận và ứng dụng công nghệ sản xuất bền vững; Khuyến khích chuyển đổi sang năng lượng sạch hơn (như khí đốt, điện khí hóa, hydro), phát triển các giải pháp sáng tạo để tối đa hóa việc sử dụng

nhật/vật liệu thải làm nhiên liệu và nguồn năng lượng thay thế; Thúc đẩy phát triển ngành công nghiệp carbon thấp tại địa phương để sản xuất vật liệu xây dựng khi thích hợp theo đánh giá vòng đời (LCA); Áp dụng các biện pháp giảm chất thải sản xuất, phát triển vật liệu và sản phẩm đòi hỏi ít tài nguyên hơn, phát triển các dự án cần ít vật liệu hơn. Tại Việt Nam lượng tro xỉ của một số Nhà máy nhiệt điện đã có phương án xử lý như làm vật liệu xây dựng, sản xuất bê tông đầm lăn tại một số dự án thủy điện, tuy nhiên tại một số nhà máy lượng tro xỉ đã đạt tối đa công suất của bãi thải như Mông Dương 1, Vĩnh Tân....Tro xỉ (tro bay, tro đáy) đã được nghiên cứu ứng dụng trong một số lĩnh vực như bê tông đầm lăn trong Thủy điện, gạch không nung, sản xuất xi măng, và một số nghiên cứu ứng dụng chế tạo kết cấu chống mỏ hầm lò tại Việt Nam [1]. Trong lĩnh vực giao thông, tro bay được sử dụng làm vật liệu san lấp, tuy nhiên chưa có những nghiên cứu ứng dụng cho kết cấu chống giữ hầm lò, vữa lấp đầy, vật liệu chèn lấp trụ bảo vệ... trong mỏ hầm lò [2]. Với công nghệ đào lò bằng khoan nổ mìn, chống bằng vỏ chống bê tông liên khối luôn tồn tại khoảng trống lớn sau vỏ hầm cần phải sử dụng bê tông lấp đầy để tăng khả năng liên kết giữa vỏ chống bê tông các đường lò với đất đá, qua đó truyền đều tải trọng lên lớp vỏ bê tông. Lượng bê tông cần để lấp đầy là rất lớn trên toàn tuyến đường lò hoặc khu vực ngã ba, hầm trạm hoặc các đường lò cơ bản tiết diện lớn vì luôn tồn tại hệ số thừa tiết diện cho phép từ 1,05÷1,15 (diện tích đào thử tế thường nổ thừa 5÷15% diện tích tiết diện đào theo thiết kế). Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu chế tạo bê tông tẩm chèn lò và bê tông lấp đầy sử dụng tro xỉ của nhà máy nhiệt điện thay thế xi măng và cát trong thành phần cấp phối tại phòng thí nghiệm Xây dựng - Trường Đại học Mỏ- Địa chất qua đó giảm khối lượng xi măng, cát nhằm giảm chi phí xây dựng đường lò cũng như góp phần giải quyết bài toán xử lý tro bay và bảo vệ môi trường và hạn chế sử dụng nguồn vật liệu truyền thống ngày càng cạn kiệt. Việc giảm lượng xi măng sử dụng trong ngành vật liệu, kết cấu chống lò giúp giảm phát thải khí nhà kính khi sản xuất xi măng. Việc sử dụng tro xỉ

làm vật liệu chống giữ đường lò cũng góp phần vào bài toán chung giảm thiểu chi phí kho bãi chứa tro xỉ thải ra và ô nhiễm môi trường.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1. Tình hình nghiên cứu sử dụng tro bay trên thế giới

Việc nghiên cứu sử dụng tro bay của nhà máy nhiệt điện đã được thực hiện trên thế giới từ những năm 1930, các nước phát triển đang sử dụng có hiệu quả toàn bộ tro xỉ trong xây dựng, giao thông, mỏ, công nghiệp phân bón, chỉ một số ít là bị phế bỏ. Đối với nước ta, sự ra đời của các nhà máy nhiệt điện trong thời gian gần đây dẫn đến những lo ngại về môi trường, diện tích bề chứa và chi phí xử lý tro xỉ. Công tác nghiên cứu ứng dụng tro xỉ cũng đã được các nhà khoa học chú ý nghiên cứu trong mười năm trở lại đây. Tro xỉ đã được sử dụng trong một số lĩnh vực như thủy điện, giao thông và sản xuất xi măng... đặc biệt đã chú ý trong sản xuất bê tông cho các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp. Vấn đề sử dụng tro xỉ để thay thế một phần các vật liệu truyền thống trong chế tạo và sử dụng kết cấu chống giữ mỏ hầm lò vẫn là một vấn đề mới mẻ. Trong bối cảnh các loại vật liệu xây dựng truyền thống ngày càng cạn kiệt, giá thành cao thì việc nghiên cứu sử dụng các loại phế thải như tri xỉ nhà máy nhiệt điện, đá tại các bãi thải - vật liệu phi truyền thống là xu hướng phù hợp với hướng đi của thế giới và điều kiện của nước ta nhằm giảm nâng cao hiệu quả sản xuất khai thác và góp phần bảo vệ môi trường. Đặc biệt việc sử dụng một lượng lớn xi măng trong chế tạo kết cấu chống lò dẫn đến nhu cầu sản xuất xi măng tăng phát thải khí nhà kính do đó việc sử dụng nguồn vật liệu tái chế như tro xỉ thay thế xi măng trong bê tông rất có ý nghĩa trong việc giảm phát thải khí nhà kính. Trên thế giới số lượng chất thải và tỉ lệ % tro bay tái sử dụng được thể hiện trên Bảng 1 [3].

Tro bay đã được sử dụng thay thế một phần xi măng nhằm giảm trọng lượng kết cấu, tăng độ mịn trong bê tông và khả năng chống ăn mòn như sử dụng tiếp xúc lớn chẳng hạn như sàn và cầu của cầu Skyway của Vịnh Tampa, Florida, Hoa Kỳ, cũng như sử dụng trong bê tông sàn và kết cấu đường của Ballabgarh Campus [3].

Bảng 1. Tình hình phát thải và sử dụng phế thải nhiệt điện trên thế giới [5]

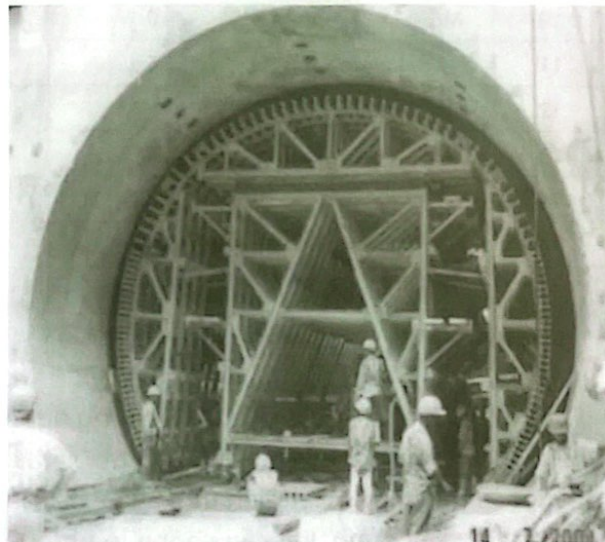
TT	Nước/khu vực	Số liệu năm	Lượng chất thải (triệu tấn)	Lượng tái sử dụng (%)	Các ứng dụng chủ yếu
1	Mỹ	2017	110	52	Phụ gia khoáng cho bê tông, vữa; vật liệu đắp nền; Hoàn nguyên mỏ; Tấm thạch cao; Phụ gia,
2	15 nước EU	2016	48,3	91	Phụ gia khoáng cho bê tông, nguyên liệu cho xi măng, tấm thạch cao; phụ gia khoáng cho xi măng
3	Nhật	2016	11	96	Nguyên liệu, phụ gia khoáng cho xi măng, phụ gia khoáng cho bê tông
4	Thái Lan	2016	3	84	Nguyên liệu, phụ gia khoáng cho xi măng, phụ gia khoáng cho bê tông
5	Trung Quốc	2017	440	67	Nguyên liệu, phụ gia khoáng cho xi măng, phụ gia khoáng cho bê tông; gạch block bê tông
6	Hàn Quốc	2016	-	77	-
7	Ấn độ	2019	165	62	Gạch block, xây dựng đường, sản xuất xi măng
8	Australia	2018	12,8	42	Phụ gia xi măng, san lấp mặt bằng, gạch lock, đắp nền.

Đường hầm sông St. Clair mới được xây dựng vào năm 1993÷1994 giữa Sarnia ở Ontario và Port Huron ở Michigan (Hình 1.a). Tại khu vực đường hầm đi qua, nước ngầm chứa clorua và sunfat, độ sâu nước ngầm trong khu vực là 35 m dẫn đến việc cần lựa chọn kết cấu vỏ hầm lắp ghép phải có khả năng khuếch tán clorua và hạn chế độ thấm, do đó kết cấu vỏ bê tông lắp ghép có sử dụng tro bay thay thế một phần xi măng đã được lựa

chọn. Bê tông được sản xuất tại một nhà máy bê tông trộn sẵn tại địa phương và giao trong một máy trộn trung gian đến nhà máy bê tông đúc sẵn. Bê tông tro bay đáp ứng các giới hạn cường độ và tính thấm nhưng thường không đáp ứng hệ số khuếch tán clorua sau 120 ngày. Ngoài ra, tro bay được sử dụng làm bê tông liên khối tại dự án hầm metro Delhi Metro Rail Corporation như (Hình 1.b) [5].



a) Vỏ chống đúc sẵn cho đường hầm xây dựng dưới sông St. Clair giữa Sarnia, Ontario và Port Huron, Michigan, Hoa Kỳ [3]



b) Tro bay được sử dụng làm bê tông liên khối tại dự án hầm metro Delhi Metro Rail Corporation, Ấn Độ [3]

Hình 1. Vỏ chống đường hầm sử dụng tro bay

Bê tông tro bay cũng còn được sử dụng để xây dựng tòa nhà Khoa học máy tính của đại học York, Hoa Kỳ hay Tòa nhà Prudential Building ở Chicago (Mỹ) [3]. Tổ hợp chung cư cao tầng Bayview được xây dựng tại Vancouver giữa năm 1999 và 2001 và bao gồm 30 tầng nhà ở và khoảng 3000 m² của không gian thương mại.

2.2. Tình hình nghiên cứu sử dụng tro bay tại Việt Nam

Việt Nam hiện có tổng cộng 29 nhà máy nhiệt điện than đang vận hành (tính đến 2023), với tổng công suất 26.087 MW (chiếm 32,3% tổng công suất nguồn hệ thống điện, sản lượng điện

từ nhiệt điện than năm 2022 là 104,9 TWh (chiếm 39,1% điện sản xuất toàn hệ thống). Lượng tro xỉ ngày càng tăng đã gây lo ngại về việc không đủ bãi chứa tro xỉ và ô nhiễm môi trường vì hiện nay, lượng tro xỉ mới tiêu thụ được khoảng ba đến bốn triệu tấn/năm, chủ yếu sử dụng làm vật liệu không nung, nền đập một số thủy điện như Sơn La, đường giao thông... Trong khi đó, ở các nước phát triển, phần lớn tro xỉ nhiệt điện đã được nghiên cứu, tái sử dụng làm bê-tông và phụ gia xi-măng. Thống kê khối lượng ro xỉ thải ra tại các nhà máy nhiệt điện của Việt Nam được thể hiện trên Bảng 2.

Bảng 2. Thống kê khối lượng tro xỉ thải ra tại các nhà máy nhiệt điện của Việt Nam [4-7]

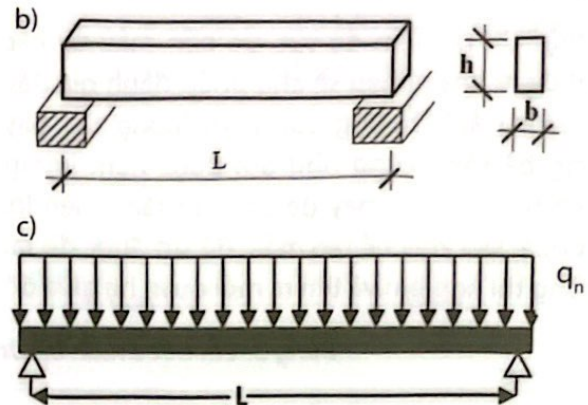
TT	NMND	Diện tích bãi tro xỉ được cấp, ha	Khối lượng tro xỉ thải ra tr.tấn/năm	Tổng khối lượng đang chứa, tr.tấn	Số năm còn đủ chứa, năm
1	Phả Lại	27,7	0,802	0	25,0
2	Uông Bí MR	29,0	0,337	0,75	4,5
3	Quảng Ninh	15,0	0,945	4,80	7,0
4	Hải Phòng	56,0	0,949	1,0	3,0
5	Nghi Sơn 1	74,7	0,359	0,85	6,3
6	Vinh Tân 2	38,37	1,371	3,90	2,9
7	Vinh Tân 4	-	0,544	-	-
8	Duyên Hải 1	31,0	1,006	1,73	1,4
9	Duyên Hải 3	29,0	1,112	0,065	9,6
10	Mông Dương 1	24,0	1,125	1,70	0,8
11	Na Dương 1	57,6	0,485	2,002	15,0
12	Cao Ngạn	4,4	0,260	1,806	10,0
13	Sơn Động	2,2	0,605	2,020	4,0
14	Đông Triều	24,0	1,048	1,255	7,0
15	Cẩm Phả 1+2	47,0	1,530	5,535	6,0
16	Nông Sơn	10,7	0,052	0,108	25,0
Tổng			12,530	27,521	

Trong thời gian qua Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - TKV cũng đã nghiên cứu sử dụng tro, xỉ thải của một số nhà máy nhiệt điện thuộc TKV để sản xuất vật liệu xây dựng, kết cấu chống lỏ như bê tông phun [8]. Sử dụng vỏ bê tông phun cốt liệu xỉ nhiệt điện mang lại hiệu quả kinh tế, xã hội tích cực, có thể sử dụng phần lớn xỉ thải kết hợp với một lượng cát xây dựng để phun. Để chất lượng

vỏ bê tông phun cao cần sử dụng phụ gia hoá dẻo, phụ gia hoá siêu dẻo để tăng độ bền kéo, cũng như tính đàn hồi của vỏ bê tông phun. Việc sử dụng triệt để tro, xỉ thải góp phần hạn chế bãi chứa, nhưng cơ bản là giảm thiểu tính độc hại do tác động của tro, xỉ thải đối với môi trường và đời sống của người dân gần các nhà máy nhiệt điện.

Ngoài ra nhóm nghiên cứu của bộ môn Xây dựng Công trình ngầm và Mỏ - Trường Đại học Mỏ - Địa chất kết hợp với công ty cổ phần đầu tư mỏ và công nghiệp - TKV nghiên cứu, chế tạo

và thử nghiệm thành công tro bay thay thế một phần xi măng, tro xỉ thay thế một phần cát chế tạo tấm chèn lò [6-7] (Hình 2).



Hình 2. Hình ảnh tấm chèn bê tông cốt thép sử dụng thực tế (a); mô hình tính tấm chèn (b); sơ đồ tải trọng đất đá tác dụng lên tấm chèn (c)

3. Nghiên cứu chế tạo tấm chèn lò từ tro bay

3.1. Kết quả thí nghiệm bê tông tro bay sử dụng làm bê tông chế tạo tấm chèn

Mẫu bê tông dùng cho thí nghiệm nén là mẫu lập phương $150 \times 150 \times 150$ mm. Thí nghiệm cường độ nén theo tiêu chuẩn TCVN 3118-1993. Mẫu thí nghiệm được nén trên máy nén (Tự động đặt theo máy nén). Nén mẫu ở tuổi 7 ngày, 14 ngày và 28 ngày để theo dõi và xác định cường độ chịu nén. Cường độ chịu nén của bê tông là một trong những chỉ tiêu quan trọng nhất của bê tông, đây là chỉ tiêu quan trọng để đánh giá chất lượng của bê tông. Có thể nói cường độ là bức tranh tổng quát về chất lượng của bê tông vì cường độ của bê tông liên quan trực tiếp đến cấu trúc của đá xi măng và cấu trúc của bê tông. Mặc dù cường độ không trực tiếp ảnh hưởng đến các tính chất khác của bê tông, nhưng cường độ phụ thuộc rất lớn vào tỷ lệ nước/xi măng và cấu trúc của bê tông. Mà tỷ lệ nước/xi măng và cấu trúc lại ảnh hưởng rất lớn đến độ bền, độ ổn định thể tích và nhiều tính chất khác liên quan đến độ rỗng của bê tông. Do đó cường độ chịu nén của bê tông thường được sử dụng để phân cấp (mác), để kiểm soát và đánh giá chất lượng bê tông. Nói chung cường độ của bê tông phụ thuộc vào cường độ của đá xi măng, cường độ vùng chuyển tiếp và chất lượng



Hình 3. Mẫu thí nghiệm trước và sau khi nén

cốt liệu. Chi tiết hơn, cường độ của bê tông phụ thuộc vào các yếu tố như: tỷ lệ N/CDK; chất lượng và hàm lượng của các vật liệu thành phần; chất lượng thi công (trình tự và thời gian nhào trộn hỗn hợp vật liệu, chế độ bảo dưỡng, khả năng kiểm soát chất lượng...); mức độ thủy hoá của xi măng; tốc độ tăng tải; phương pháp thí nghiệm và kích thước mẫu thử [9]. Tại phòng Xây dựng -

Trường Đại học Mở - Địa chất, các mẫu được chế tạo bằng cách thay đổi hàm lượng tro bay thay thế xi măng trong cấp phối chế tạo mẫu gồm 10%, 20%, 30%, 40% (Hình 3). Chi tiết các tổ mẫu chuẩn bị cho thí nghiệm thể hiện trên Bảng 3 [7].

Việc thí nghiệm độ sụt, độ bền mẫu tại các thời điểm khác nhau sẽ cho phép đánh giá đầy đủ về sự ảnh hưởng của hàm lượng tro bay trong bê tông cũng như tìm được hàm lượng thích hợp của tro bay để chế tạo tấm chèn lò. Kết quả, sau khi chế tạo mẫu, độ sụt được đo tại phòng thí nghiệm và tìm ra mối quan hệ giữa độ

sụt của cấp phối bê tông với hàm lượng tro bay như trên Hình 4. Theo kết quả, độ sụt của cấp phối bê tông sẽ giảm dần cùng với sự tăng của hàm lượng tro bay được thay thế trong bê tông.

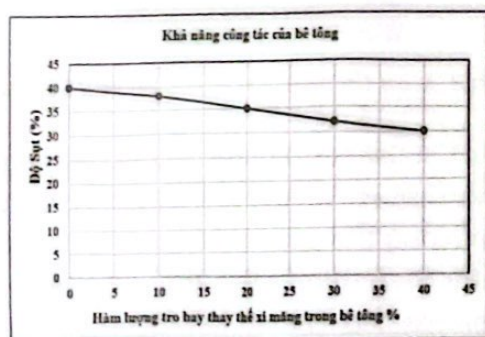
Sau khi tiến hành thí nghiệm chịu nén tại phòng thí nghiệm Xây dựng - Trường Đại học Mở - Địa chất, thu được kết quả độ bền nén theo Bảng 3, độ bền uốn Bảng 5 ứng với sự thay đổi hàm lượng trong bay thay thế xi măng trong cấp phối chế tạo mẫu tại các thời điểm 7, 14 và 28 ngày như Hình 5 và Hình 6.

Bảng 3. Chi tiết chuẩn bị các mẫu tro bay thay thế xi măng

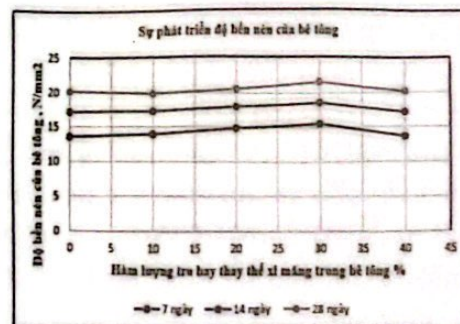
Chi tiết mẫu lập phương				Chi tiết mẫu dầm			Độ sụt (%)
STT	Tên của mẫu lập phương	Hàm lượng tro bay thay thế (%)	Trọng lượng của tro bay (gam)	Tên của mẫu dầm	Hàm lượng tro bay thay thế (%)	Trọng lượng của tro bay (gam)	
1	C 0	0	0	B 0	0	00	40
2	C 10	10	156	B 10	10	235	38
3	C 20	20	312	B 20	20	470	35
4	C 30	30	468	B 30	30	705	32
5	C 40	40	624	B 40	40	940	30

Bảng 4. Kết quả độ bền nén

TT	Tên mẫu lập phương	Tỉ lệ tro bay thay thế, %	Độ bền 7 ngày, Mpa	Độ bền 14 ngày, Mpa	Độ bền 28 ngày, Mpa
			Giá trị trung bình 3 mẫu		
1	C 0	0	13,54	17,05	20,07
2	C 10	10	13,90	17,15	19,80
3	C 20	20	14,80	17,94	20,57
4	C 30	30	15,54	18,54	21,59
5	C 40	40	13,56	17,10	20,14



Hình 4. Thí nghiệm xác định khả năng làm việc của bê tông sử dụng tro bay thay thế một phần xi măng

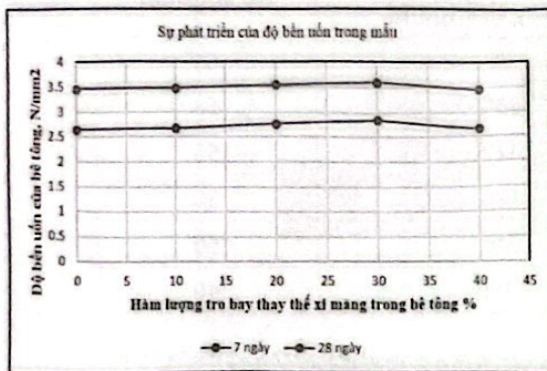


Hình 5. Kết quả thí nghiệm cường độ nén của hỗn hợp bê tông với tỷ lệ phần trăm khác nhau của tro bay thay thế xi măng trong bê tông chế tạo chèn lò

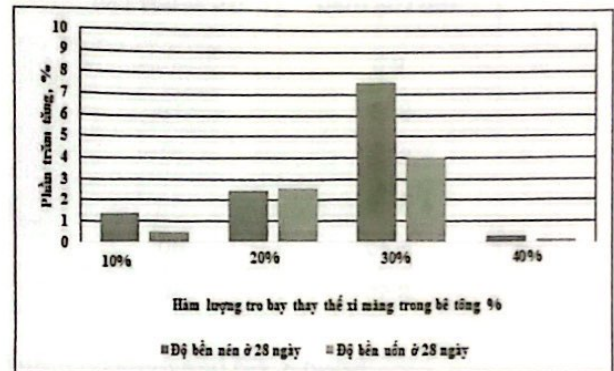
Trên cơ sở kết quả thu được độ bền tại các thời điểm khác nhau, nhóm nghiên cứu tiến hành so sánh sự tăng tương quan cường độ giữa các mẫu được chế tạo có sự thay đổi về tỷ lệ tro bay thay thế xi măng khác nhau 10, 20, 30, 40% như Hình 5.

Bảng 5. Kết quả thí nghiệm độ bền uốn

TT	Tên dầm	Tỉ lệ tro bay thay thế, %	Độ bền ở 7 ngày, MPa	Độ bền ở 28 ngày, MPa
			Giá trị trung bình 3 mẫu	
1	B 0	0	2,65	3,45
2	B 10	10	2,67	3,47
3	B 20	20	2,76	3,54
4	B 30	30	2,85	3,59
5	B 40	40	2,66	3,44



Hình 6. Kết quả thí nghiệm cường độ uốn của hỗn hợp bê tông với các tỷ lệ khác nhau của tro bay thay thế một phần xi măng



Hình 7. Biểu đồ tăng (%) độ bền khi so sánh với độ bền của mẫu đối chứng ở 28 ngày với các hàm lượng tro bay thay thế xi măng khác nhau

Nhận xét: Từ biểu đồ tỷ lệ tăng tương quan của độ bền tại 28 ngày với các hàm lượng tro bay thay thế xi măng khác nhau là khác nhau. Độ tăng tương quan tăng cùng với sự tăng của hàm lượng tro bay thay thế xi măng từ 10%, 20%, 30% (Hình 7) cho thấy khi tro bay thay thế 30% lượng xi măng trong bê tông thì độ tăng độ bền nén của bê tông đạt giá trị lớn nhất, và giảm khi tiếp tục tăng hàm lượng cho bay thay thế tro xỉ. Với kết quả trên, chọn hàm lượng tro bay thay thế xi măng với tỷ lệ 30% là hợp lý nhất.

3.2. Thí nghiệm bê tông tro xỉ đáy chế tạo tẩm chèn

Quá trình thí nghiệm bê tông tro xỉ đáy tiến hành tương tự như quá trình thí nghiệm tro bay tại phòng Xây dựng, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, các mẫu thí nghiệm có tro xỉ đáy thay thế cát được chế tạo bằng cách thay đổi hàm lượng

tro xỉ đáy thay thế cát trong cấp phối chế tạo mẫu gồm 10%; 20%, 30%, 40%... Chi tiết các tổ mẫu chuẩn bị cho thí nghiệm nén với mẫu hình trụ thể hiện trên Bảng 6 và mẫu hình dầm chịu uốn thể hiện trên Bảng 7. Kết quả độ bền uốn và nén của mẫu tại thời điểm 7, 14, 28, 56 ngày được thể hiện Bảng 8, độ bền uốn của mẫu dầm thể hiện trên Bảng 9. Tiến hành lập biểu đồ tương quan độ sụt của hỗn hợp vữa bê tông sử dụng tro xỉ đáy thay thế cát được thể hiện trên Hình 8. Biểu đồ độ bền nén, độ bền uốn của mẫu với tỉ lệ tro xỉ đáy thay thế cát được thể hiện trên Hình 9, và Hình 10. Để lựa chọn tỉ lệ tro xỉ đáy thay thế cát phù hợp tiến hành lập biểu đồ phần trăm tăng của độ bền nén và tỉ lệ phần trăm tro xỉ đáy thay thế cát ở 28 ngày tuổi như Hình 11 và biểu đồ phần trăm tăng của độ bền uốn và tỉ lệ phần trăm tro xỉ đáy thay thế cát ở 28 ngày tuổi được thể hiện trên Hình 12.

Bảng 6. Chi tiết vật liệu chế tạo mẫu lập phương trong thí nghiệm nén mẫu

Mẫu lập phương	Phần trăm thay thế cát (%)	Khối lượng tro xỉ đáy (kg)	Xi măng (kg)	Nước (kg/L)	Cát (kg)	Cố liệu thô (kg)
C 0	0	0	4,85	2,45	5,94	11,10
C 10	10	0,31	4,85	2,45	5,35	11,10
C 20	20	0,62	4,85	2,45	4,75	11,10
C 30	30	0,93	4,85	2,45	4,16	11,10
C 40	40	1,24	4,85	2,45	3,56	11,10
C 50	50	1,55	4,85	2,45	2,97	11,10

Bảng 7. Chi tiết vật liệu chế tạo mẫu dầm trong thí nghiệm uốn mẫu

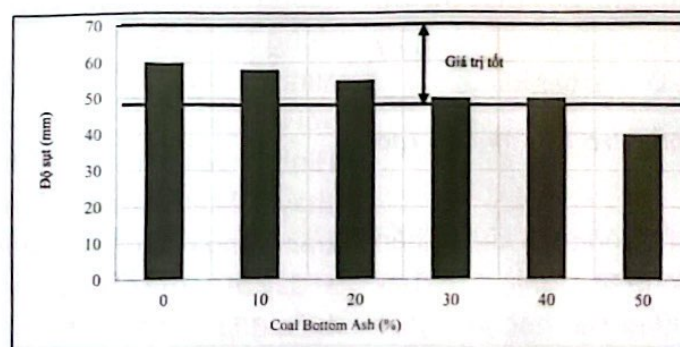
Tên của mẫu	Tro xỉ đáy (%)	Trọng lượng mẫu dùng tro xỉ đáy thay thế (gam)	Độ sụt(mm)
B 0	0	0	60
B 10	10	235	58
B 20	20	470	55
B 30	30	705	50
B 40	40	940	50
B 50	50	1175	40

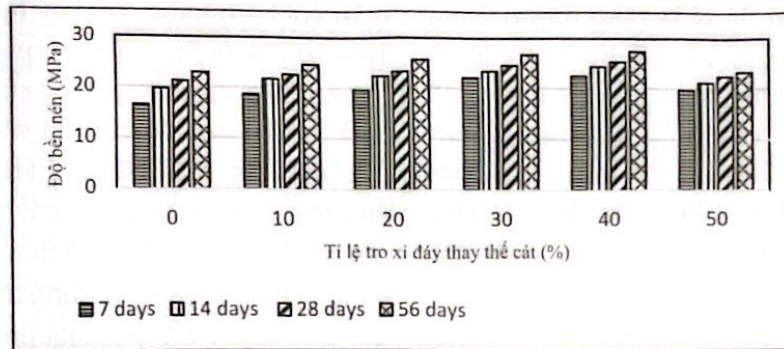
Bảng 8. Độ bền nén của mẫu bê tông sử dụng tro xỉ đáy (Mpa)

Ngày	0% Tro xỉ đáy (MPa)	10% Tro xỉ đáy (MPa)	20% Tro xỉ đáy (MPa)	30% Tro xỉ đáy (MPa)	40% Tro xỉ đáy (MPa)	50% Tro xỉ đáy (MPa)
7	16,492	18,69	19,64	22,19	22,48	19,88
14	19,726	21,66	22,48	23,44	24,35	21,24
28	21,28	22,68	23,38	24,619	25,34	22,55
56	23,009	24,66	25,69	26,71	27,42	23,34

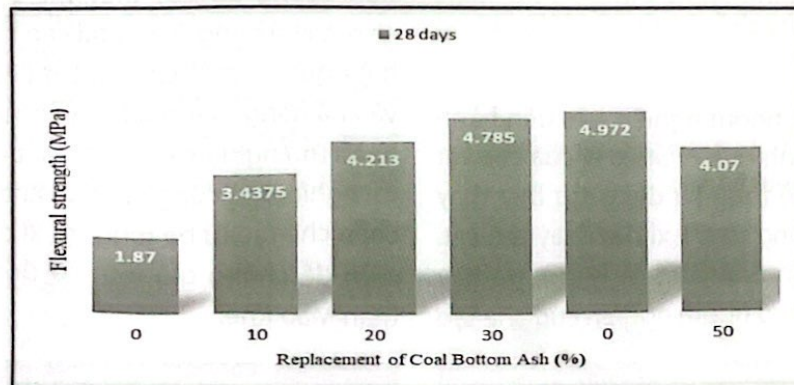
Bảng 9. Độ bền uốn của mẫu bê tông sử dụng tro xỉ đáy

Ngày	0% Tro xỉ đáy (MPa)	10% Tro xỉ đáy (Mpa)	20% Tro xỉ đáy (MPa)	30% Tro xỉ đáy (MPa)	40% Tro xỉ đáy (MPa)	50% Tro xỉ đáy (MPa)
28	3,40	6,25	7,66	8,70	9,04	7,40

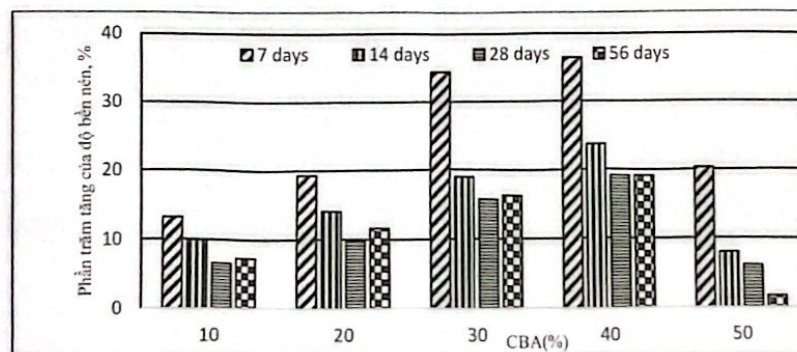
**Hình 8. Độ sụt của hỗn hợp bê tông với các tỉ lệ thay thế khác nhau của tro xỉ đáy thay thế cát**



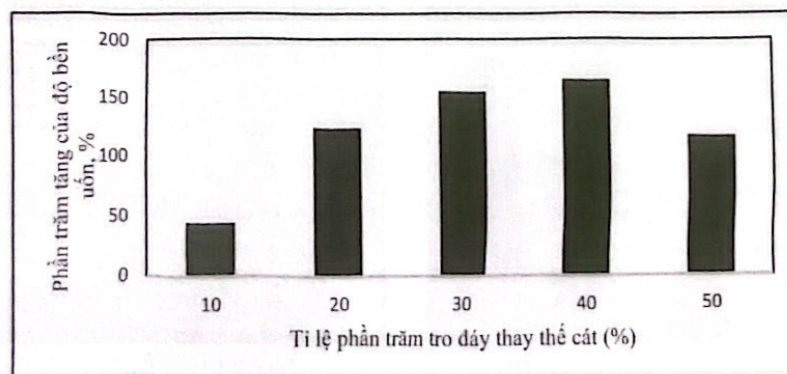
Hình 9. Quan hệ giữa độ bền nén và tỉ lệ phần trăm tro xỉ đáy thay thế cát



Hình 10. Quan hệ giữa độ bền uốn và tỉ lệ phần trăm tro xỉ đáy thay thế cát



Hình 11. Phần trăm tăng của độ bền nén và tỉ lệ phần trăm tro xỉ đáy thay thế cát ở 28 ngày tuổi



Hình 12. Phần trăm tăng của độ bền uốn và tỉ lệ phần trăm tro xỉ đáy thay thế cát ở 28 ngày tuổi

Nhận xét: Từ biểu đồ tỷ lệ tăng tương quan của độ bền tại 28 ngày với các hàm lượng tro xỉ đáy thay thế cát khác nhau là khác nhau. Độ tăng tương quan tăng cùng với sự tăng của hàm lượng tro tro xỉ đáy thay thế cát trong cấp phối từ 10%, 20%, 30%, 40% (Hình 8 đến Hình 9) cho thấy khi tro xỉ đáy thay thế từ 20÷40% lượng cát trong bê tông thì phần trăm tăng độ bền nén và uốn đều tăng và đạt giá trị lớn nhất khi tỉ lệ thay thế là 40%, sau 40% phần trăm tăng độ bền nén và uốn đều giảm khi tiếp tục tăng hàm lượng tro xỉ đáy thay thế cát. Với kết quả trên, chọn hàm lượng tro xỉ đáy thay thế cát từ 20÷40% là hợp lý nhất.

Trong phần trên, nhóm nghiên cứu tiến hành thực nghiệm xác định tính chất cơ lý của các vật liệu chế tạo mẫu bê tông sử dụng tro bay thay thế một phần xi măng và tro xỉ đáy thay thế cát. Thí nghiệm xác định tính chất cơ lý của tro bay Phả Lại. Phần tiếp theo nhóm nghiên cứu chế tạo

mẫu với hàm lượng tro bay thay thế khác nhau 10% từ 0% (mẫu đối chứng) cho đến 40%. Tại phòng thí nghiệm Xây dựng của Đại học Mỏ- Địa chất, nhóm nghiên cứu đã xác định cường độ chịu nén của mẫu bê tông khi sử dụng tro bay thay thế xi măng và tro xỉ đáy thay thế cát trong cấp phối bê tông. Kết quả thấy rằng khi thay thế xi măng bởi tro bay thì cường độ chịu nén sẽ tăng lên. Như vậy, tro bay là loại phụ gia khoáng vừa làm cải thiện cường độ chịu nén của bê tông và cho phép sử dụng trong điều kiện hầm lò. Với hàm lượng tro bay thay thế 30% xi măng, mẫu sẽ đạt khả năng mang tải cao nhất và được coi là hiệu quả về mặt chi phí vật liệu chế tạo kết cấu và khả năng mang tải. Nhóm nghiên cứu đã tiến hành thử nghiệm độ bền cho tấm chèn tại Phòng thí nghiệm và cũng đã triển khai thử nghiệm tấm chèn chế tạo từ bê tông tro xỉ của nhà máy nhiệt điện để chống giữ một số đoạn lò tại Công ty than Mạo Khê.

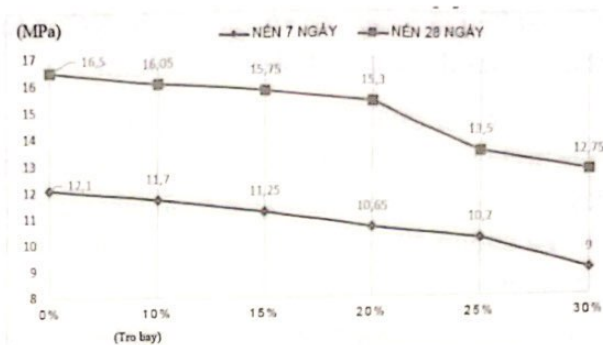


Hình 13. Quá trình chế tạo và thí nghiệm tấm chèn sử dụng tro bay thay thế xi măng tại Phòng thí nghiệm Xây dựng Công trình ngầm và Mỏ - Trường Đại học Mỏ-Địa chất

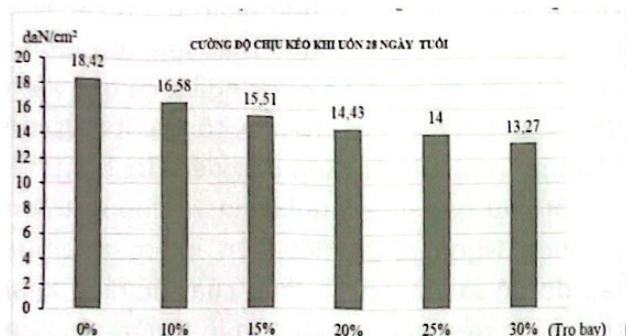
4. Nghiên cứu chế tạo bê tông từ tro xỉ để lấp đầy sau vỏ chống và lấp đầy các trụ bảo vệ

Mẫu bê tông dùng cho thí nghiệm nén là mẫu trụ 150×300 mm. Thí nghiệm cường độ nén theo tiêu chuẩn TCVN 3118-2022. Mẫu thí nghiệm được nén trên máy nén TYA 2000. Nén mẫu ở tuổi 7 ngày và 28 ngày để theo dõi và xác định cường độ chịu nén. Tại phòng thí nghiệm vật liệu và kiểm định xây dựng LAS-XD 891 trực thuộc Công ty TNHH Tư vấn Xây dựng Cửu Long E&C, các mẫu được chế tạo bằng cách thay đổi hàm lượng tro bay thay thế xi măng trong cấp phối chế tạo mẫu gồm 10%; 15%, 20%, 25%, 30% [6]. Việc thí nghiệm độ sụt, độ bền mẫu tại các thời điểm khác nhau sẽ cho phép đánh giá đầy đủ về sự ảnh hưởng của hàm lượng tro bay trong bê

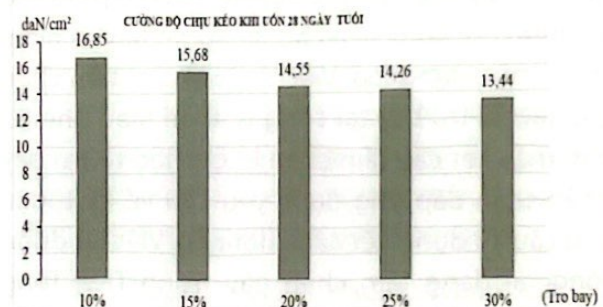
tông cũng như tìm được hàm lượng thích hợp của tro bay để chế tạo tấm chèn lỏ. Kết quả độ bền nén và độ bền kéo của mẫu được thể hiện trên các Hình 14, Hình 16 [8].



Hình 14. Quá trình phát triển cường độ của bê tông



Hình 15. Cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông



Hình 16. Cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông sử dụng phụ gia

STT	Tên vật tư	Đơn vị	Hao phí	Giá TB (đồng)	Thành tiền (đồng)
1	Cát vàng	m³	0.393	409.091	160.671
2	Cát nghiền	kg	354.000	153	54.162
3	Đá 1×2cm	m3	0.770	590.909	454.768
4	Nước	lít	170.000	10	1.700
5	Xi măng PCB40	kg	261.000	1.900	495.900
6	Tro bay	kg	29.000	430	12.470
	Cộng vật liệu:				1.179.671

Việc sử dụng tro bay thay thế 29 kg tro bay tương đương 10% xi măng trong góp phần giảm 42,630 đồng cho 1 m³ bê tông và góp phần giảm mặt bằng kho bãi chứa tro xỉ, giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

Ngoài ra trong các nghiên cứu gần đây như trong [10], Phi-Hung Nguyen cũng đã chỉ ra hỗn hợp với 20 % tro bay và 80% tro đáy có thể lấp đầy hiệu quả các khu vực trụ bảo vệ gần lò chợ khai thác. Công tác thử nghiệm đã tiến hành tại

công ty than Mạo Khê đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật.

5. Đề xuất các giải pháp sử dụng tối đa nguồn tro xỉ từ các nhà máy nhiệt điện thay thế một phần xi măng trong chế tạo kết cấu chống giữ, vật liệu lấp đầy sau vỏ chống các đường lò nhằm giảm thiểu phát thải khí nhà kính

Với các kết quả nghiên cứu ở phần trên cho thấy hoàn toàn có thể sử dụng tro xỉ (tro bay, tro đáy) để chế tạo tấm chèn và làm vật liệu lấp đầy sau vỏ chống bê tông chống giữ các đường lò trong mỏ.

Hàng năm trong TKV và Tổng công ty Đông Bắc sử dụng một lượng lớn chống thép (chiếm đến 70% tỷ trọng các loại kết cấu chống lò) nên số lượng tấm lò bằng bê tông cốt thép cũng rất lớn. Do vậy TKV, Tổng Đông Bắc khi chuyển sang sử dụng các tấm chèn chế tạo từ tro bay sẽ giảm thiểu một lượng lớn. Việc thử nghiệm tấm chèn chế tạo từ tro bay tại công ty than Mạo Khê [2] cho thấy kết cấu tấm chèn lò chế tạo từ tro bay hoàn toàn đáp ứng được yêu cầu về kỹ thuật, yêu cầu sử dụng kết cấu chống lò. Việc sử dụng rộng rãi dạng tấm chèn này trong TKV, Tổng Đông Bắc sẽ góp phần vào việc nâng cao hiệu quả khai thác do giảm chi phí vật liệu, chi phí vận chuyển, giảm thiểu sử dụng các vật liệu truyền thống như xi măng qua đó giảm được hiệu ứng khí phát thải khí nhà kính trong quá trình sản xuất xi măng. Ngoài ra, tro xỉ được tái sử dụng lại sẽ giảm chi phí kho bãi, giảm ô nhiễm môi trường do bụi và ô nhiễm nguồn nước tại khu vực bãi thải tro xỉ của các nhà máy nhiệt điện than. Tro xỉ cũng có thể sử dụng làm vật liệu lấp đầy làm các trụ bảo vệ khu vực khai thác lò chợ. Với các giải pháp trên có thể cho phép xử lý tro xỉ tại một số nhà máy nhiệt điện vùng Quảng Ninh như Phả Lại, Uông Bí mở rộng, Mông Dương 1.

6. Kết luận

Các ngành công nghiệp của Việt Nam đang tiêu thụ hơn 50% tổng mức năng lượng toàn quốc và phát thải khoảng 70% tổng lượng khí nhà kính của Việt Nam. Triển khai đồng bộ nhiều nhiệm vụ nhằm sử dụng năng lượng và

tài nguyên thiên nhiên tiết kiệm và hiệu quả, ứng phó với biến đổi khí hậu và giảm phát thải khí nhà kính... là những nhiệm vụ chiến lược và quan trọng để đảm bảo cho sự tăng trưởng xanh của Việt Nam và của toàn ngành Công Thương. Việt Nam đang thực hiện Chương trình quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả giai đoạn 2019-2030 (VNEEP3).

Kết quả nghiên cứu đề tài cho thấy tỉ lệ 30% tro bay thay thế xi măng và 40% tro đáy trong bê tông M200 chế tạo tấm chèn là hợp lý vừa đảm bảo độ bền yêu cầu kỹ thuật vừa mang lại hiệu quả kinh tế. Với độ sâu khai thác ngày càng tăng, điều kiện địa chất mỏ phức tạp dẫn đến công tác vận chuyển vật liệu chống lò xuống các mức khai thác sâu qua giếng đứng là phức tạp và khó khăn đòi hỏi nghiên cứu áp dụng các loại kết và vật liệu chống nhẹ hơn giảm thiểu các khó khăn trên. Do độ sâu khai thác lớn, lưu lượng nước ngầm gia tăng và nước ngầm có tính xâm thực cao nên các tấm chèn bê tông cốt thép dễ bị ăn mòn phần cốt thép dẫn đến đòi hỏi phải có vật liệu bảo vệ có tính mịn và chống thấm cao hơn. Ngoài ra do điều kiện áp lực mỏ phức tạp do độ sâu và ảnh hưởng của các tầng khai thác phía trên nên các đường lò thường bị nén ép rất mạnh gây biến dạng lớn phá hủy khung chống và tấm chèn đòi hỏi khung chống và tấm chèn có độ bền khả năng ổn định cao hơn. Tấm chèn chế tạo từ tro bay thay thế xi măng và tro xỉ đáy thay thế cát có kích thước nhỏ hơn khi có cùng độ bền so với tấm chèn chế tạo từ bê tông thường (chiều dày là 4 cm thay cho chiều dày 5 cm của tấm chèn thường) nên công tác, vận tải vật liệu thi công hiện trường tốt hơn.

Với bê tông lấp đầy khoảng trống sau vỏ chống bê tông chống lò, sử dụng tro bay thay thế 29 kg tro bay tương đương 10% xi măng trong góp phần giảm 42,630 đồng cho 1 m³ bê tông và góp phần giảm mặt bằng kho bãi chứa tro xỉ, giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

Với kết quả nghiên cứu trên cho phép sử dụng tối đa nguồn tro xỉ từ các nhà máy nhiệt điện thay thế một phần xi măng trong chế tạo vỏ chống bê tông, tấm chèn lò, vật liệu lấp đầy

sau vỏ chống... Việc sử dụng tro xỉ của nhà máy nhiệt điện thay thế các vật liệu truyền thống như xi măng hay cát có ý nghĩa rất lớn trong việc bảo vệ môi trường. Trong đó việc giảm sử dụng xi măng có tác dụng giảm thiểu phát thải khí nhà kính □

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Quang Chiêu. *Tro bay: Nguồn gốc sử dụng và môi trường* - Tạp chí Giao thông vận tải, số 7-2011.

2. Phạm Tuấn Anh và n.n.k. *Báo cáo đề tài cấp Tập đoàn công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam. Nghiên cứu thiết kế, chế tạo tấm chèn lò từ tro xỉ của nhà máy nhiệt điện*. Công ty Cổ phần Tư vấn đầu tư mỏ và công nghiệp - Vinacomin. Hà Nội, 2021.

3. Michael Thomas, Ph.D., P.Eng. *Optimizing the Use of Fly Ash in Concrete Microstructural approach in damage. The 2nd international conference on dynamics and control*. January, 2007, 23-26, Norfolk, Japan, 377-387.

4. Phan Hữu Duy Quốc (2011), *Phân tích việc sử dụng tro xỉ than thải ra từ các Nhà máy nhiệt điện ở Việt Nam*, Viện Khoa học công nghiệp, Đại học Tokyo, Nhật Bản.

5. Phạm Minh Đức, Lê Văn Công. *Sử dụng tro, xỉ từ các nhà máy nhiệt điện làm vật liệu chống lò*. Thông tin KHCN Mỏ. Viện Khoa học công nghệ Mỏ.

6. TS. Đặng Văn Kiên, GS.TS.NGND. Võ Trọng Hùng, TS. Đỗ Ngọc Anh, Th.S. Phạm Tuấn Anh. *Nghiên cứu chế tạo tấm chèn lò bê tông cốt thép từ xỉ tro của nhà máy nhiệt điện tại các mỏ hầm lò của Việt Nam. Hội thảo Khoa học & Công nghệ Mỏ toàn quốc 2019*. Nhà xuất bản Công Thương tháng 8 năm 2019. ISBN. 978-604-931-849-8.

7. Dang Van Kien, Truong Van Ha. *Experimental study on use fly ash in underground construction concrete*. Journal of Mining and Earth Sciences, Vol 61, Issue 2 (2020) pp. 1 – 10.

8. Tô Quang Bảo. *Luận văn cao học. Nghiên cứu khả năng ứng dụng bê tông sử dụng tro bay làm bê tông lấp đầy cho các dự án hầm giao thông*. Bộ môn Xây dựng Công trình ngầm và Mỏ. Trường Đại học Mỏ- Địa chất. Hà Nội 03/2024.

9. *Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 10302:2014 phụ gia hoạt tính tro bay dùng cho bê tông, vữa xây và xi măng (Activity admixture - Fly ash for concrete, mortar and cement)* do TCVN 10302:2014 do Hội Công nghiệp Bê tông Việt Nam biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

10. Phi-Hung Nguyen, Vladimir Ivanovich Golik, Manh-Tung Bui, Thai-Tien-Dung Vu, and Van-Chi Dao. *Recycling Ash and Slag of the Thermal Power Plant to Replace Protective Pillars in Mao Khe Coal Mine, Vietnam*. Proceedings of the International Conference on Innovations for Sustainable and Responsible Mining ISRM 2020 - Volume 1. Pp. 320-343.

HỘI THẢO KHOA HỌC

GIẢM PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH

NHỮNG CƠ HỘI VÀ THÁCH THỨC ĐỐI VỚI NGÀNH
CÔNG NGHIỆP MỎ VÀ NĂNG LƯỢNG VIỆT NAM



SÁCH KHÔNG BÁN

MÃ SỐ ISBN: 978-604-82-8141-0



9 786048 281410