

Nghiên cứu chế tạo gạch không nung từ nguồn chất thải rắn vô cơ trong công nghiệp sản xuất bột giấy và giấy

■ TS. BÙI THỊ MAI ANH - Trường Đại học Giao thông vận tải

TÓM TẮT: Trong bài báo, chất thải rắn vô cơ (bùn vôi) thải ra trong quy trình sản xuất giấy và bột giấy được nghiên cứu chế tạo gạch không nung. Bùn vôi được phối trộn với các nguyên liệu khác (xi măng, đá mặt...) theo các cấp phối khác nhau để tạo thành các mẫu gạch không nung tương ứng. Các mẫu gạch trên đã được khảo sát các tính chất cơ lý như độ bền nén, độ bền uốn, độ hút nước... Kết quả cho thấy, khi hàm lượng bùn vôi tăng thì độ bền nén và độ bền uốn của các mẫu gạch giảm còn độ hút nước tăng. Các tính chất cơ lý của các mẫu gạch đã được so sánh với TCVN 6477:2016 để đánh giá khả năng ứng dụng của chúng.

TỪ KHÓA: Gạch không nung, bùn vôi, công nghiệp sản xuất giấy.

ABSTRACT: In this paper, inorganic solid waste (lime sludge) discharged in the pulp and paper production process is studied for unbaked bricks making. Lime sludge is mixed with other materials (cement, grit...) according to different gradients to form the corresponding unbaked bricks. The above brick samples have been examined of mechanical properties such as compressive strength, flexural strength, water absorption... The results show that when the content of lime sludge increases, the compressive strength and flexural strength of the brick samples decrease, while water absorption increases. The mechanical properties of brick samples have been compared with Vietnamese standards to assess their applicability.

KEYWORDS: Unbaked bricks, lime sludge, pulp and paper production.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Quy trình sản xuất giấy và bột giấy tạo ra một lượng lớn chất thải ở các dạng khác nhau (chất hữu cơ và vô cơ ở thể rắn, lỏng, khí), trong đó có bùn vôi là chất thải rắn vô cơ cuối cùng thu được sau quá trình thu hồi, xử lý các hóa chất đã sử dụng trong quy trình sản xuất.

Thành phần bùn vôi sau khi được rửa và đưa sang máy vắt nước có chứa một lượng lớn canxi cacbonat (CaCO_3) [1,2]. Phương pháp xử lý bùn vôi sau khi được rửa và vắt khô thường là đưa đi tập kết thẳng ngoài bãi, tạo thành các bãi chôn lấp khổng lồ. Ngoài ra, bùn vôi có thể được đưa vào lò nung vôi tạo thành CaO để tái sử dụng trong quá trình xử lý hóa trong quy trình thu hồi, xử lý hóa chất. Tuy nhiên, phương pháp này tiêu tốn nhiều nhiệt lượng, phát sinh nhiều chi phí xử lý nên các nhà máy thường không nung lại bùn vôi mà xử lý bằng cách chôn lấp. Theo một số nghiên cứu [3-5] thì lượng bùn vôi này đã được thử nghiệm như thành phần để chế tạo các vật liệu xây dựng như bê tông tươi, gạch nung đất sét, làm chất gia cố nền đường...

Gạch xây là bộ phận cấu thành quan trọng của một công trình xây dựng. Gạch nung được sản xuất từ nguyên liệu chính là đất sét và phải trải qua quá trình nung để tăng độ bền cho viên gạch, quá trình này tiêu tốn rất nhiều năng lượng đồng thời thải vào bầu khí quyển một lượng lớn khí thải độc hại. Hiện nay, gạch không nung được phát triển và thay thế dần cho gạch nung. Gạch không nung là một loại gạch mà sau khi định hình thì tự đông rắn và đạt các chỉ số cơ học như cường độ nén, uốn, độ hút nước... Thành phần nguyên liệu sản xuất gạch không nung chủ yếu là xi măng, cát và đá mặt được phối trộn với các tỉ lệ khác nhau. Độ bền của viên gạch không nung được gia tăng nhờ lực ép hoặc rung hoặc cả ép lẫn rung lên viên gạch và thành phần kết dính của chúng... Tại Mỹ, Tây Âu, Nhật Bản, tỷ lệ vật liệu xây dựng không nung chiếm tới hơn 70% thị phần, một số nước đang phát triển trên thế giới có xu hướng giảm gạch nung xuống chỉ còn 30 - 50% và xu hướng thay thế toàn bộ bằng gạch không nung. Ở nước ta, tỷ lệ sử dụng gạch không nung rất thấp, đến thời điểm này tỷ lệ gạch không nung mới chiếm 4 - 5% sản lượng gạch toàn quốc. Sản phẩm gạch không nung có nhiều chủng loại để có thể sử dụng rộng rãi từ những công trình phụ trợ nhỏ đến các công trình kiến trúc cao tầng, giá thành phù hợp với từng công trình.

Từ đó, tác giả đặt vấn đề nghiên cứu sử dụng bùn vôi thay thế cho nguyên liệu cát để phối trộn với các vật liệu khác (đá mặt, xi măng, nước...) để chế tạo sản xuất gạch không nung với mục đích tận dụng được vật liệu có sẵn là bùn vôi cũng như tiết kiệm chi phí cho việc vận

chuyển bùn vôi ra ngoài chôn lấp, cũng như giảm sự tiêu tốn không gian để tập kết. Các mẫu gạch được chế tạo theo các tỉ lệ cấp phối khác nhau và được khảo sát tính chất cơ lý như độ bền nén, độ bền uốn, độ hút nước... và so sánh với các tiêu chuẩn Việt Nam để đánh giá khả năng ứng dụng trong các loại công trình phù hợp.

2. PHƯƠNG PHÁP THỰC NGHIỆM

2.1. Chế tạo mẫu gạch không nung

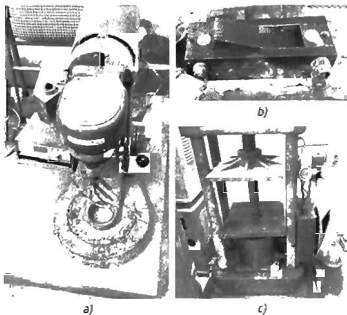
- Các nguyên vật liệu được sử dụng bao gồm: Mẩu vôi bùn được sử dụng được thu thập từ buồng lọc quay nằm trong Nhà máy Giấy Bãi Bằng, không cần khử nước (hay vớt khô) để có thể giảm thiểu các công đoạn trong quá trình chế tạo gạch; xi măng PC30 Hoàng Thạch có kích thước hạt trung bình là 14µm; đá mịn (là sản phẩm phụ tạo ra từ quá trình tạo đá) được phân loại và sàng đến kích thước 4mm. Trong quá trình phối trộn, tỷ lệ nước bổ sung được tính toán cho phù hợp.

- Tính toán cấp phối nguyên liệu: Dựa theo các tài liệu tham khảo [6-9], để đảm bảo các tính chất cơ lý của mẫu gạch, các cấp phối nguyên liệu khác nhau để chế tạo các mẫu gạch không nung đã được khảo sát. Các mẫu gạch không nung đều không sử dụng cát làm nguyên liệu thành phần cũng như không sử dụng chất phụ gia. Thành phần cấp phối được trình bày ở phần 3.

- Phối trộn nguyên liệu: Nguyên liệu được trộn bằng máy trộn theo đúng các cấp phối đã đưa ra. Sau khi nguyên liệu đã được trộn đều, tiếp tục cấp nước và trộn thêm một thời gian nữa sao cho đạt độ ẩm đồng đều toàn khối nguyên liệu (Hình 2.1a).

- Ép định hình viên gạch: Hỗn hợp sau phối trộn được đưa vào khuôn mẫu định hình thủ công bằng tay trước (Hình 2.1b), sau đó được cho vào máy ép theo quy trình đã được tính toán trước (Hình 2.1c).

- Dưỡng hồ gạch: Sau khi ép, gạch được cho vào khay và dưỡng hồ trong phòng thí nghiệm với nhiệt độ 25°C, độ ẩm > 90% trong thời gian 28 ngày.



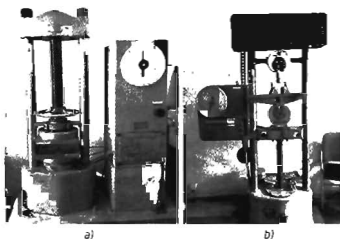
Hình 2.1: Các công đoạn chế tạo mẫu gạch không nung: Trộn nguyên liệu (a), ép thủ công sơ bộ (b), ép bằng máy (c)

2.2. Khảo sát tính chất cơ lý của mẫu gạch không nung

Sau khi dưỡng hồ 28 ngày, các mẫu gạch sẽ được đo độ bền nén, độ bền uốn và độ hút nước.

- Xác định độ bền nén: Đặt mẫu gạch vào máy đo sao cho tâm mẫu gạch trùng với tâm nén dưới của máy nén. Tốc độ tăng lực nén phải đều và từ 0,2MPa đến 0,3MPa trong 01 giây đến khi mẫu gạch bị phá hủy hoàn toàn.

- Xác định độ bền uốn: Đặt mẫu gạch vào máy đo với một mặt bên tựa con lăn gối tựa và trục dọc của mẫu vuông góc với các gối tựa. Đặt tải trong theo chiều thẳng đứng bằng con lăn tải trọng vào mặt đối diện và tăng tải trọng dần đến khi mẫu gãy.



Hình 2.2: Máy đo cường độ nén (a) và máy đo cường độ uốn (b)

- Xác định độ hút nước: Đặt các mẫu gạch theo chiều thẳng đứng vào thùng nước có nhiệt độ 25°C ± 0,2°C. Khoảng cách giữa các viên gạch và giữa gạch với thành bể 10mm. Mực nước phải cao hơn mặt mẫu gạch ít nhất 20mm. Thời gian ngâm mẫu là 24 giờ. Vớt mẫu ra, dùng khăn ẩm thấm bề mặt mẫu và cân mẫu đã bão hòa nước, thời gian từ khi vớt mẫu đến khi cân xong không quá 3 phút. Từ khối lượng mẫu gạch đã thấm bão hòa nước và mẫu gạch khô ban đầu để tính ra độ hút nước theo đơn vị % khối lượng.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả chế tạo các mẫu gạch

Các mẫu gạch không nung được chế tạo theo năm cấp phối khác nhau, trong đó hàm lượng đá mịn (sàng đến kích thước 4mm) được giữ không đổi ± 10% khối lượng, hàm lượng xi măng (PC30) thay đổi từ 10 đến 50%, còn lại là hàm lượng bùn vôi cho đủ 100% khối lượng. Lượng nước được bổ sung trong quá trình phối trộn là 15%.

Bảng 3.1. Các cấp phối gạch không nung

Các cấp phối	Xi măng (%)	Đá mịn (%)	Bùn vôi (%)	Nước (%)
M1	10,0	10,0	80,0	15,0
M2	20,0	10,0	70,0	15,0
M3	30,0	10,0	60,0	15,0
M4	40,0	10,0	50,0	15,0
M5	50,0	10,0	40,0	15,0

Nguyên liệu được trộn đều bằng máy trộn theo đúng các cấp phối trên, sau đó cấp nước và trộn thêm một thời gian nữa sao cho đạt độ ẩm đồng đều toàn khối nguyên liệu. Hỗn hợp sau phối trộn được đưa vào khuôn mẫu định hình thủ công bằng tay trước sau đó được cho vào máy ép theo quy trình đã được tính toán trước. Sau khi ép, gạch được cho vào khay và dưỡng hộ trong phòng thí nghiệm với nhiệt độ 25°C, độ ẩm > 90% trong thời gian 28 ngày.

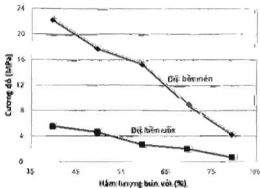
3.2. Kết quả đo các tính chất cơ lý của các mẫu gạch

Các phép đo độ bền nén, độ bền uốn và độ hút nước được thực hiện trên các mẫu gạch sau khi đã dưỡng hộ trong thời gian 28 ngày, kết quả các phép đo trên được trình bày trong Bảng 3.2

Bảng 3.2. Độ bền nén, độ bền uốn và độ hút nước của các mẫu gạch

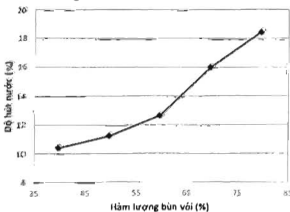
Mẫu gạch	Cường độ nén (MPa)	Độ bền uốn (MPa)	Độ hút nước (%)
M1	4,26	0,66	18,50
M2	8,93	2,03	16,05
M3	15,33	2,67	12,69
M4	17,80	4,70	11,26
M5	22,30	5,57	10,42

Sự phụ thuộc của độ bền nén và độ bền uốn của các mẫu gạch theo hàm lượng bùn vôi được biểu diễn trong Hình 3.1. Khi hàm lượng bùn vôi tăng thì cả độ bền nén và độ bền uốn của các mẫu gạch đều giảm, trong đó độ bền nén giảm mạnh khi tăng hàm lượng bùn vôi vượt quá 60%.



Hình 3.1: Sự phụ thuộc độ bền nén và độ bền uốn của các mẫu gạch theo hàm lượng bùn vôi

Trong khi đó, khi hàm lượng bùn vôi tăng thì độ hút nước của các mẫu gạch tăng (Hình 3.2), nhất là đối với các mẫu gạch có hàm lượng bùn vôi từ 60% trở lên thì giá trị độ hút nước tăng nhanh.



Hình 3.2: Sự phụ thuộc độ hút nước của các mẫu gạch theo hàm lượng bùn vôi

3.3. So sánh các tính chất cơ lý của các mẫu gạch với một số tiêu chuẩn Việt Nam

Theo TCVN 6477:2016 áp dụng đối với gạch bê tông, các thông số về độ bền nén, độ bền uốn và độ hút nước của một số loại gạch (mức gạch) được quy định như trong Bảng 3.3.

Bảng 3.3. Độ bền nén, độ bền uốn và độ hút nước của gạch bê tông theo TCVN 6477:2016

Mức gạch (M)	Cường độ nén (MPa)	Cường độ uốn (MPa)	Độ hút nước (%)
M35	3,5	-	<14 %
M50	5,0	1,6	
M75	7,5	1,8	
M100	10,0	2,2	
M125	12,5	2,5	<12 %
M150	15,0	2,8	
M200	20,0	3,4	

Nếu xét theo độ hút nước thì các mẫu gạch M1 (80% bùn vôi) và M2 (70% bùn vôi) đều có độ hút nước (tương ứng là 18,50 và 16,05) lớn hơn tiêu chuẩn cao nhất cho phép là 14%. Các mẫu M3, M4, M5 đạt tiêu chuẩn về độ hút nước với các giá trị tương ứng là 12,69, 11,26 và 10,42%.

Nếu tiếp tục xét theo độ bền uốn và độ bền nén thì các giá trị tương ứng của mẫu gạch M4 và M5 đều cao hơn so với tiêu chuẩn nêu trên. Đối với mẫu M3, khi so sánh các tính chất cơ lý của mẫu M3 so với gạch thuộc loại M150 (mức gạch có độ bền nén và độ bền uốn tương đương với mẫu M3) thì thấy M3 có độ bền nén cao hơn (15,33 so với 15MPa), tuy nhiên độ bền uốn lại nhỏ hơn (2,67 so với 2,8MPa) và độ hút nước lại vượt ngưỡng cho phép (12,69 so với 12%).

Như vậy, hai mẫu gạch M4 và M5 đạt các thông số về độ bền nén, độ bền uốn và độ hút nước được quy định trong Tiêu chuẩn TCVN 6477:2016 áp dụng đối với gạch bê tông.

4. KẾT LUẬN

Các mẫu gạch không nung với 5 cấp phối khác nhau bao gồm các thành phần là xi măng, bùn vôi và đá hạt đã được chế tạo và khảo sát các tính chất cơ lý là độ bền nén, độ bền uốn và độ hút nước. Kết quả khảo sát cho thấy rằng, khi tăng thành phần xi măng (tức là giảm thành phần bùn vôi) thì ta có được sản phẩm gạch có cường độ chịu nén và cường độ uốn tốt hơn, đồng thời cũng giảm độ hút nước của vật liệu. Nhưng thành phần xi măng thì có thể kéo theo vấn đề về giá thành của gạch.

Theo Tiêu chuẩn TCVN 6477:2016 áp dụng đối với gạch bê tông thì mẫu gạch M4 và M5 đạt các thông số về độ bền nén, độ bền uốn và độ hút nước. Mẫu gạch M3 tuy cường độ uốn thấp hơn và độ hút nước cao hơn so với tiêu chuẩn, nhưng cường độ nén đạt chuẩn và có ưu điểm là sử dụng hàm lượng xi măng thấp. Từ đó, tác giả đưa ra đề xuất là điều chỉnh lại thành phần cấp phối của mẫu gạch M3 để cải thiện tính chất cơ lý của mẫu gạch.

Tài liệu tham khảo

- [1]. U.J. Medhi, A.K. Talukdar and J. Deeka, *Physicochemical Characteristics of Lime Sludge Waste of Paper Mill and Its Impact On Growth and Production of Rice*, Journal of Industrial Pollution Control, vol.21, Issue 1, 2005; page No(51-58).
- [2]. Smritaksha Phukan and Krishna G. Bhattacharyya (2003), *Modification of Soil Quality Near a Pulp and Paper Mill*, Water, Air and Soil Pollution 146:319-333, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- [3]. D.K. Talukdar (February 2015), *A Study of Paper Mill Lime Sludge for Stabilization of Village Road Sub-Base*, International Journal of Emerging Technology and Advanced, vol.5, Issue 2.
- [4]. Sakar et al. (2017), *Use of paper mill waste for brick making*, Cogent Engineering, 4, 1405768.
- [5]. R.C.E. Modolo et al. (2014), *Lime mud from cellulose industry as raw material in cement mortars*, Materiales de Construccion. OI 64 No 316.
- [6]. Lê Phong Nhã (2018), *Nghiên cứu sử dụng vỏ trấu để sản xuất gạch không nung*, Luận văn Thạc sỹ kỹ thuật, Đại học Đà Nẵng.
- [7]. Trương Văn Yên (2018), *Nghiên cứu sử dụng mùn dừa ở tỉnh Bến Tre để sản xuất gạch không nung*, Luận văn Thạc sỹ kỹ thuật, Đại học Đà Nẵng.
- [8]. Đoàn Công Chánh (2018), *Nghiên cứu sử dụng xỉ than và tro bay tại Nhà máy nhiệt điện Duyên Hải tỉnh Trà Vinh để sản xuất gạch không nung*, Luận văn Thạc sỹ kỹ thuật, Đại học Đà Nẵng.
- [9]. Nguyễn Thanh Liêm (2018), *Nghiên cứu tận dụng tro xỉ than nhiệt điện và cốt liệu thủy tinh để sản xuất gạch không nung*, Luận văn Thạc sỹ kỹ thuật, Đại học Đà Nẵng.

Ngày nhận bài: 15/12/2019

Ngày chấp nhận đăng: 17/01/2020

**Người phản biện: TS. Nguyễn Yến Liên
TS. Thái Khắc Chiến**