NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG NHỰA PHẾ THẢI TRONG SẢN XUẤT GẠCH KHÔNG NUNG MÁC 7,5 MPa

INVESTIGATING INTO UTILIZATION OF WASTE PLASTIC IN PRODUCING UNBURNT BRICKS WITH COMPRESSIVE STRENGTH OF 7.5 MPa

Hồ Viết Thắng

Trường Đại học Bách khoa – Đại học Đà Nẵng; hvthang@dut.udn.vn

Tóm tắt - Hiện nay, việc sử dụng gạch không nung thay thế gạch đất sét nung đã và đang được các địa phương trên cả nước áp dụng vì nó có nhiều ưu điểm so với gạch đất sét nung như là hạn chế sử dụng đất nông nghiệp, bảo vệ môi trường, khả năng tự động hóa cao... Bên cạnh đó, rác thải nhựa đang là vấn đề đáng báo động đến môi trường không chỉ ở Việt Nam mà cả Thế giới. Vì vậy, để giải quyết vấn đề môi trường cùng với việc cải thiện một số nhược điểm của gạch không nung như là khối lượng thể tích lớn... nghiên cứu hướng đến việc sử dụng nhựa phế thải để thay thế một phần mạt đá trong sản xuất gạch không nung. Kết quả cho thấy, để đảm bảo được yêu cầu về tính thi công và cường độ chịu nén, độ hút nước của gạch theo tiêu chuẩn thì tỷ lệ nhựa PET tối đa là 12,5 %. Nghiên cứu này chỉ ra khả năng tái sử dụng nhựa phế thải, góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

Từ khóa - Gạch không nung; nhựa PET phế thải; mạt đá; khối lượng thể tích; cường độ chịu nén

Abstract - Nowadays, unburnt bricks have been used across the country to replace burnt clay bricks because compared to burnt clay bricks, unburnt bricks have many advantages such as less use of agricultural soil, environmental protection, high automation capability ... Besides, plastic waste is currently an alarming problem to the environment not only in Vietnam but also all over the world. Therefore, to solve environmental problems along with improving some disadvantages of unburnt bricks such as large volume mass,... this study is aimed at using waste plastic to replace a part of stone dust in the production of unburnt bricks. The results show that, the maximum PET plastic waste ratio must be 12,5% in order to ensure the standard requirements of execution and compressive strength. This study indicates the possibility of reusing PET plastic waste to minimize environmental pollution.

Key words - Unburnt bricks; PET plastic waste; stone dust; volume mass; compressive strength

1. Đặt vấn đề

Hằng năm ngành xây dựng cả nước tiêu thụ từ 20 đến 22 tỷ viên gạch, trong số đó gạch đất sét nung chiếm tới 90%. Với đà phát triển như hiện nay, thì lượng gạch cần cho xây dựng trong những năm tới là hơn 40 tỷ viên tương ứng với lượng đất sét phải tiêu thụ vào khoảng 600 triệu m^3 tương đương với 30.000 ha đất canh tác sẽ bị mất đi [1]. Trong quá trình sản xuất gạch đất sét nung cần phải tiêu thụ một lượng lớn nhiên liệu chủ yếu là than đá, quá trình đốt cháy nhiên liệu thải ra bầu không khí nhiều chất thải độc hại, đặt biệt là CO_2, một trong những tác nhân lớn gây hiệu ứng nhà kính và sự biến đổi khí hậu toàn cầu.[2] Do những tác hại từ gạch đất sét nung, nên việc sử dụng gạch không nung thay thế trong các công trình xây dựng đã và đang được áp dụng tại nước ta. Hiện nay, gạch không nung được phân loại thành ba loại chính: Gạch xi măng cốt liệu, gạch khí chưng áp AAC và gạch bê tông bọt. Trong đó, gạch xi măng cốt liệu chiếm hơn 70% với hơn 1000 dây chuyền sản xuất [3]. Gạch xi măng cốt liệu được sản xuất từ xi măng và cốt liệu nhỏ như cát, mạt đá, quá trình này cũng một phần ảnh hưởng đến việc khai thác cát, khai thác đá, gây tác động xấu đến môi trường.

Bên cạnh vấn đề ô nhiễm môi trường do khí thải gây ra, Việt Nam và các nước trên thế giới đang đối mặt với vấn đề ô nhiễm môi trường nước, sinh vật sống do rác thải nhựa gây ra [4]. Theo khảo sát của Tổ chức Môi trường Thế giới, Việt Nam hiện đứng thứ 4 trên thế giới về khối lượng rác thải nhựa, khoảng 1.800.000 tấn rác thải nhựa thải ra mỗi năm. Một trong những vấn đề khó khăn nhất với rác thải nhựa là khả năng phân huỷ, phải mất hàng triệu năm mới phân huỷ hoàn toàn rác thải nhựa này. Trong số đó, nhựa PolyEthylene Terephthalate (PET) thuộc loại polymer-ester chiếm số lượng lớn nhất trong các loại polymer tổng hợp. Do vậy, việc tái sử dụng nhựa phế thải này là một trong những biện pháp nhằm hạn chế việc đưa rác thải nhựa ra môi trường và những tác hại do chúng gây ra [5]. Hiện nay việc tái sử dụng nhựa PET vẫn còn hạn chế, một số được sử dụng làm vật liệu xây dựng [6] - [9] hay trang trí nội thất, công trình xanh [10].

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả sử dụng nhựa phế thải thay thế một phần cốt liệu trong sản xuất gạch không nung nhằm góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường do rác thải nhựa gây ra, đồng thời cũng giảm việc khai thác tài nguyên thiên nhiên như đất, cát. Hơn nữa, các yêu cầu kỹ thuật như khối lượng thể tích, cường độ nén, độ hút nước của gạch vẫn đảm bảo theo tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành về vật liệu xây dựng.

2. Nguyên liệu và thực nghiệm

2.1. Nguyên liệu

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả sử dụng xi măng Đồng Lâm PCB40, mạt đá Đà Sơn, nhựa PET phế thải. Trước khi đưa vào nghiên cứu, các tính chất cơ lý của nguyên liệu được kiểm tra theo các tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành.

2.1.1. Xi măng Đồng Lâm PCB40

Bảng 1. *Các chỉ tiêu cơ lý xi măng Đồng Lâm PCB40*

Chỉ tiêu	Phương pháp thử	TCVN 6260: 2009	Kết quả
Thời gian bắt đầu đông kết (không nhỏ hơn) (phút)	TCVN 6017:2015	45	153
Thời gian kết thúc đông kết (không lớn hơn) (phút)		420	230
Cường độ nén 3 ngày tuổi (không nhỏ hơn) (MPa)	TCVN 6016:2011	18	33

Cường độ nén 28 ngày tuổi (không nhỏ hơn) (MPa)		40	50.7
Độ mịn: - Trên sàng 0.09 mm (không lớn hơn) (%)	TCVN 4030:2003	10	2.35
- Theo phương pháp Blaine (không nhỏ hơn) (cm^2/g)		2800	3400

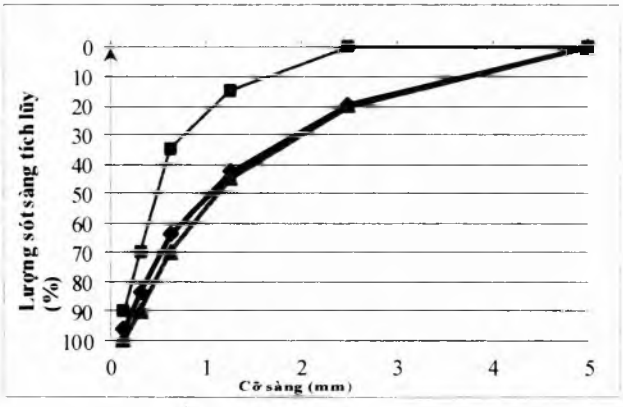
Các tính chất về cơ lý của xi măng Đồng Lâm được trình bày ở Bảng 1. Từ kết quả này, so sánh với tiêu chuẩn thì ta có thể thấy rằng, xi măng Đồng Lâm PCB40 đạt yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 6260: 2009 và phù hợp cho việc sử dụng trong sản xuất gạch không nung.

2.1.2. Mạt đá

Mạt đá ở mỏ đá Đà Sơn – Đà Nẵng được kiểm tra các tính chất cơ lý theo TCVN 7572:2006 và được thể hiện qua các Bảng 2 và Hình 1

Bảng 2. *Các chỉ tiêu cơ lý mạt đá Đà Sơn*

Chỉ tiêu	Phương pháp thử	Kết quả
Khối lượng riêng (g/cm^3)	TCVN 7572:2006	2.70
Khối lượng thể tích xốp (g/cm^3)		1.55
Độ hút nước (%)		0.96
Hàm lượng bụi, bùn, sét		Không sẫm hơn màu chuẩn
Thành phần hạt		Đạt



Hình 1. *Biểu đồ thành phần kích thước hạt mạt đá Đà Sơn*

Dựa vào kết quả về tính chất cơ lý và thành phần hạt cho thấy mạt đá Đà Sơn đạt với yêu cầu kỹ thuật TCVN 7572:2016, được sử dụng làm cốt liệu chính trong sản xuất gạch không nung.

2.1.3. Nhựa PET phế thải

Nhựa PolyEthylene Terephthalate (PET) được thu gom từ chai nước uống, rửa sạch, cắt nhỏ với kích thước khác nhau nằm trong khoảng (0- 5) mm để đảm bảo phù hợp với kích thước của mạt đá khi phối trộn vào cấp phối.

Hiện nay, Việt Nam vẫn chưa có tiêu chuẩn nào để đánh giá các chỉ tiêu kỹ thuật của nhựa dùng trong sản xuất gạch không nung. Trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng TCVN 7572:2006 – cốt liệu cho bê tông và vữa để đánh giá 2 tiêu chí quan trọng của cốt liệu dùng trong sản xuất gạch là khối lượng riêng và khối lượng thể tích xốp của nhựa và kết quả thể hiện ở Bảng 3. So với mạt đá, nhựa có khối lượng riêng và khối lượng thể tích nhỏ hơn nhiều.

Bảng 3. *Các chỉ tiêu cơ lý của nhựa PET phế thải*

Chỉ tiêu	Phương pháp thử	Kết quả
Khối lượng riêng (g/cm^3)	TCVN 7572:2006	1.38
Khối lượng thể tích xốp (g/cm^3)		0.42

2.1.4. Nước

Nước dùng để chế tạo vữa phải đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 4506:2012.

2.2. Thực nghiệm

Trên cơ sở cấp phối của nhà máy gạch không nung Đăng Hai, Đà Nẵng, nhóm tác giả tiến hành thay thế mạt đá bằng nhựa PET phế thải với tỷ lệ khác nhau về phần trăm thể tích từ 2,5% đến 20%. Thể tích của cốt liệu (hạt nhựa và mạt đá) được tính bằng tỷ lệ giữa khối lượng và khối lượng thể tích xốp. Bảng cấp phối được chỉ ra ở Bảng 4. Sau đó cấp phối được tạo hình bằng phương pháp ép bán khô với độ ẩm 8%, tiếp theo mẫu được dưỡng hộ và đo các tính chất cơ lý sau 3, 7, 14, 28 ngày. Dựa trên kết quả và so sánh với tiêu chuẩn kỹ thuật về gạch xây dựng, nhóm tác giả tìm ra được cấp phối phù hợp với lượng nhựa thay thế cho mạt đá trong cấp phối sản xuất gạch không nung. Sau đó tiếp tục đánh giá độ hút nước theo TCVN 6355-4:2009.

Bảng 4. *Cấp phối cho $1m^3$ vữa*

Tỷ lệ nhựa thay thế mạt đá (%)	Xi măng (kg)	Mạt đá (kg)	Nhựa (kg)	Nước (lít)
0.0	137	2149	0.00	160.0
2.5	137	2095	27.46	157.5
5.0	137	2042	54.92	155.0
7.5	137	1988	82.38	152.5
10.0	137	1934	109.84	150.0
12.5	137	1880	137.30	147.5
15.0	137	1827	164.76	145.0
17.5	137	1773	192.22	142.5
20.0	137	1719	219.68	140.0

3. Kết quả và thảo luận

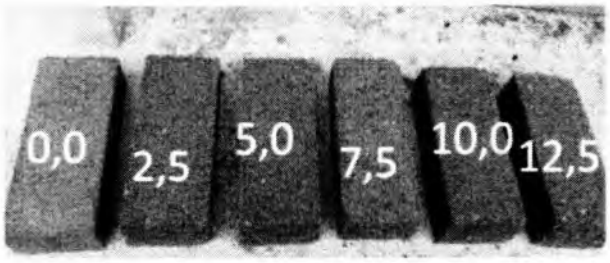
3.1. Khối lượng thể tích, màu sắc và khuyết tật ngoại quan

Bảng 5. *Kết quả đo tính chất kỹ thuật của gạch*

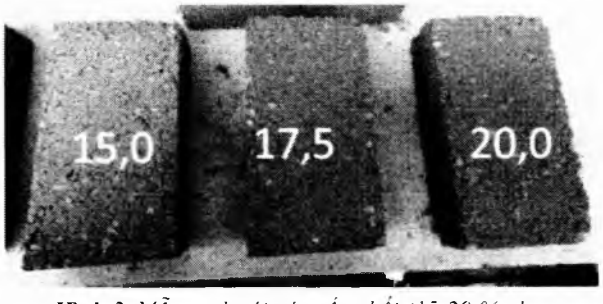
Tỷ lệ nhựa thay thế mạt đá(%)	Khối lượng thể tích (kg/L)	Số vết nứt (vết)	Màu sắc viên gạch
0.0	2.339	0	Đồng đều
2.5	2.355	0	Đồng đều
5.0	2.247	1	Đồng đều
7.5	2.254	0	Đồng đều
10.0	2.253	1	Đồng đều
12.5	2.108	2	Đồng đều
15.0	2.115	2	Không đồng đều
17.5	2.091	2	Không đồngđều
20.0	2.004	3	Không đồng đều

Từ kết quả Bảng 5 ta thấy, so với cấp phối 0% là cấp phối không có nhựa (mẫu trắng) của nhà máy, các cấp phối có mạt đá được thay thế từ 2,5% đến 20% nhựa PET phế thải thì khối lượng thể tích của từng viên gạch giảm dần từ 2,34 đến 2,00 Kg/L theo sự tăng của hàm lượng nhựa. Trong khi số vết nứt hầu như không có, màu sắc của gạch

không nung tương đối đồng đều khi thay thế mạt đá bằng nhựa PET từ 2,5-12,5 % (Hình 2) nhưng các cấp phối có (15-20)% nhựa thay thế mạt đá thì viên gạch có nhiều vết nứt và bề mặt viên gạch có nhiều màu trắng của nhựa. Điều này là do hàm lượng nhựa nhiều, sự liên kết giữa xi măng và cốt liệu giảm (Hình 3). Kết quả này cho thấy, hàm lượng nhựa phù hợp nhất có thể thay thế mạt đá mà đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật cho gạch không nung là không vượt quá 12,5%.



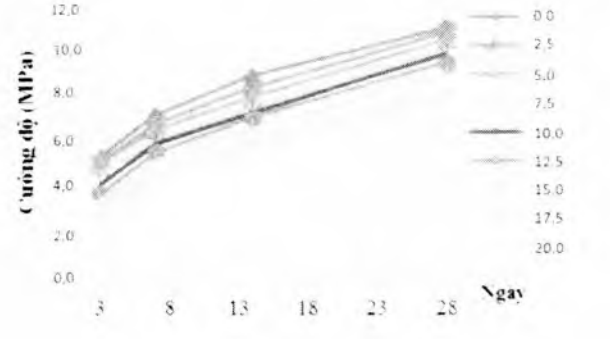
Hình 2. *Mẫu gạch không nung với các cấp phối (0-12,5)% nhựa thay thế mạt đá*



Hình 3. *Mẫu gạch với các cấp phối (15-20)% nhựa thay thế mạt đá*

3.2. Kết quả thí nghiệm cường độ nén

Các mẫu gạch không nung sau khi đúc được dưỡng hộ và đo cường độ nén sau 3 (R3), 7 (R7), 14 (R14) và 28 (R28) ngày, kết quả được trình bày ở Bảng 6 và Hình 4.



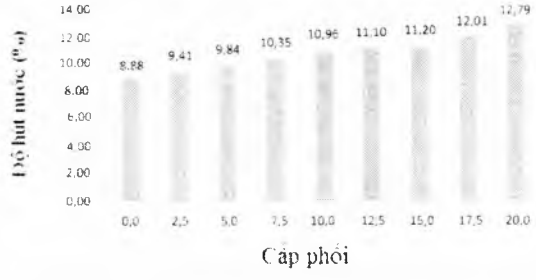
Hình 4. *Biểu đồ phát triển cường độ của gạch sau 3, 7, 14, 28 ngày tuổi có tỷ lệ nhựa thay thế mạt đá từ 0.0% đến 20.0% trong cấp phối về thể tích*

Bảng 6. *Kết quả đo cường độ gạch sau thời gian dưỡng hộ 3, 7, 14, 28 ngày*

Tỷ lệ nhựa thay thế mạt đá(%)	Cường độ gạch (MPa)			
	R3	R7	R14	R28
0.0	5.4	7.2	8.9	11.0
2.5	5.1	6.8	8.4	10.8
5.0	5.0	6.5	8.0	10.5
7.5	4.6	6.1	7.5	10.1
10.0	4.2	5.9	7.3	9.8
12.5	3.8	5.6	7.1	9.5
15.0	3.5	5.2	6.5	8.9
17.5	3.3	4.7	6.0	8.1
20.0	2.8	4.2	5.6	7.7

Từ Bảng 6 và Hình 4 ta thấy, cường độ chịu nén của gạch sau thời gian dưỡng hộ giống nhau giảm theo chiều tăng hàm lượng nhựa thay thế mạt đá. Chẳng hạn như kết quả cường độ chịu nén của gạch sau 28 ngày dưỡng hộ của mẫu trắng là 11 MPa, sau đó giảm dần từ 10.8 MPa xuống 7,7 MPa khi nhựa PET thay thế mạt đá tăng từ 2,5% đến 20%. Kết quả này hoàn toàn phù hợp với kết quả về khuyết tật ngoại quan của gạch được cho ở Bảng 5. Cường độ chịu nén của gạch giảm là do hiện diện của nhựa làm giảm sự liên kết giữa các cấu tử trong gạch cũng như là tăng độ xốp (xem kết quả độ hút nước). Ngoài ra, tốc độ phát triển cường độ của các mẫu so với mẫu chuẩn (mẫu trắng) sau các thời gian dưỡng hộ là tương đối giống nhau (các đường gần song song với nhau). Điều này cho thấy, việc thêm nhựa vào chỉ ảnh hưởng đến cường độ chịu nén chứ không ảnh hưởng đến tốc độ phát triển cường độ.

3.3. Kết quả thí nghiệm độ hút nước



Hình 5. *Biểu đồ độ hút nước của các mẫu gạch không nung*

Để đảm bảo yêu cầu kỹ thuật của gạch xây dựng, độ hút nước của các mẫu gạch với hàm lượng nhựa khác nhau được đánh giá. Kết quả chỉ ra rằng, độ hút nước của gạch tăng dần với sự tăng hàm lượng nhựa (Hình 5). Các cấp phối (2,5 – 15)% nhựa thay thế đạt độ hút nước theo yêu cầu của TCVN 6355-4:2009 (không lớn hơn 12%), trong khi đó các cấp phối có hàm lượng nhựa thay thế từ 17,5% đến 20,0% có độ hút nước cao hơn yêu cầu của TCVN 6355-4:2009. Kết quả này hoàn toàn phù hợp với kết quả về cường độ chịu nén của mẫu.

4. Kết luận

Qua các kết quả về khối lượng thể tích, khuyết tật ngoại quan, màu sắc, cường độ chịu nén, độ hút nước của các mẫu gạch không nung có nhựa PET thay thế mạt đá từ 0 đến 20%, ta rút ra được kết luận sau: Nhựa PET phế thải có thể thay thế cốt liệu để sản xuất gạch không nung cho ra viên gạch đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật về gạch không nung theo tiêu chuẩn Việt Nam về vật liệu xây dựng. Từ kết quả thu được trong nghiên cứu này ta thấy, cấp phối có 12,5% nhựa thay thế mạt đá Đà Sơn là phù hợp nhất vì cấp phối này vừa thay thế được lượng nhựa lớn nhất vừa đảm

bao các tính chất, yêu cầu kỹ thuật của gạch không nung.

Các tính chất kỹ thuật của mẫu gạch sản phẩm có 12,5% nhựa PET thay thế mạt đá Đà Sơn:

+ Khối lượng thể tích: 2,108 kg/L giảm 231g/L so với gạch không có nhựa thay thế (2,339 Kg/L).

+ Cường độ nén sau 28 ngày: 9,5 MPa > 7,5 MPa.

+ Độ hút nước: 11,10% < 12%.

Việc sử dụng nhựa PET phế thải thay thế một phần mạt đá trong sản xuất gạch không nung chưa từng được ứng dụng tại Việt Nam, do vậy những nghiên cứu chi tiết hơn cần được thực hiện để có thể ứng dụng một cách hiệu quả trong tương lai.

Lời cảm ơn: Tác giả xin cảm ơn Bùi Văn Gia Phát và Châu Thị Hồng Phong lớp 15H14 và công ty Bê tông Đăng Hai đã điều kiện thuận lợi cho việc thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] "Trang chi tiết - Cổng thông tin điện tử Bộ Xây dựng." [Online]. Available: http://www.moc.gov.vn/trang-chi-tiet/-/tin-chi-tiet/Z2jG/86/226447/thuc-trang-va-giai-phap-phat-trien-vat-lieu-gach-xay-khong-nung.html. [Accessed: 15-Jan-2020].

[2] H. Ritchie and M. Roser, "CO_2 and Greenhouse Gas Emissions", *Our World in Data*, May 2017.

[3] "Khoa Vat lieu xay dung - DHXD." [Online]. Available: http://vlxd.nuce.edu.vn/index.php?lg=1&id=2475. [Accessed: 25-Feb-2020].

[4] J. Oehlmann *et al.*, "A critical analysis of the biological impacts of plasticizers on wildlife", *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, Vo. 364, no. 1526, Jul. 2009.

[5] J. Hopewell, R. Dvorak, and E. Kosior, "Plastics recycling: challenges and opportunities", *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, vol. 364, no. 1526, pp. 2115–2126, Jul. 2009, doi: 10.1098/rstb.2008.0311.

[6] M. P. D, P. K, and S. Shetty, "Utilization of Waste Plastic in Manufacturing of Plastic-Soil Bricks", *International Journal of Engineering Research & Technology*, vol. 3, no. 8, Aug. 2014

[7] R. S. Kognole, Kiran Shipkule, and Kiran Shipkule | Manish Patil | Lokesh Patil | Udaysinh Survase, "Utilization of Plastic waste for Making Plastic Bricks", *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*, vol. 3, no. 4, pp. 878–880, Jun. 2019.

[8] M. Jalaluddin, "Use of Plastic Waste in Civil Constructions and Innovative Decorative Material (Eco- Friendly)", *MOJ Civil Eng.* vol. 3, no. 5, Dec. 2017.

[9] R. G, V. C, U. B. Dutta, and S. G. P, "Investigating the Application of Plastic Bottle as a Sustainable Material in Building Construction", *International Journal for Scientific Research and Development*, vol. 5, no. 5, pp. 593–599, Aug. 2017.

[10] S. Saxena and M. Singh, "Eco-Architecture: Pet Bottle Houses", *International Journal of Scientific Engineering and Technology*, vol. 2, no. 12, pp. 1243-1246, Dec. 2013.

(BBT nhận bài: 19/01/2020, hoàn tất thủ tục phản biện: 02/3/2020)