

Nghiên cứu tận dụng xỉ măng gan làm nguyên liệu để thay thế đá mặt trong sản xuất gạch bê tông

Utilization of manganese slag as a raw material to replace of crushed stone for concrete brick production

> TS TÓNG TÔN KIẾN

Khoa Vật liệu Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội.
Email: kientt@huce.edu.vn.

TÓM TẮT:

Sản xuất, sử dụng gạch xây không nung đã và đang dần trở nên phổ biến ở Việt Nam, trong đó gạch bê tông (GBT) là loại sản phẩm chiếm tỷ lệ cao nhất. GBT có thể tận dụng các loại phế thải công nghiệp làm nguyên liệu trong quá trình sản xuất và đang được nhà nước khuyến khích phát triển. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu tận dụng phế thải xỉ măng gan (XMG) trong công nghiệp luyện kim để thay thế đá mặt trong sản xuất GBT. Kết quả nghiên cứu cho thấy, khi hàm lượng XMG tăng thì độ ẩm tạo hình và độ hút nước có xu hướng tăng, khối lượng thể tích giảm, cường độ nén của GBT giảm. Tuy nhiên, hoàn toàn có thể sản xuất được các loại GBT đạt mức từ M3,5 đến mức M15 theo TCVN 6477:2016, nhưng lại có khối lượng thể tích giảm 1,2÷15,8% và giá thành thấp hơn 5,4÷18,7% so với GBT đang sản xuất trên thị trường. Hơn nữa, việc phát triển sản xuất loại gạch này không những góp phần giải quyết được lượng lớn phế thải XMG đang tồn chứa gây ô nhiễm môi trường mà còn giảm 361 tấn khí CO₂/năm, tiết kiệm 19 TOE/năm so với sản xuất gạch xây đất nung có cùng công suất.

Từ khóa: Gạch không nung (GKN); gạch bê tông (GBT); xỉ măng gan (XMG); đá mặt (ĐM); phế thải công nghiệp (PTCN).

ABSTRACT:

Production and use of nonfired bricks have gradually become popular in Vietnam, in which concrete bricks (GB) are the product with the highest proportion. GB can use various industrial wastes as raw materials in the production and is being promoted to develop by the state. This paper presents the results of research on recycling of manganese slag waste (MSW) in metallurgy industry to replace crushed stone for GB production. The results showed that, the forming moisture and water absorption tended to increase, the density and the compressive strength of the GB decreased when the MSW content increased. However, it is possible to produce GBs with the grades from M3.5 to M15 according to TCVN 6477:2016, but the density could be reduced 1.2÷15.8% and a lower cost of 5.4÷18.7% compared to the GB being produced in the market. Moreover, the development of this brick production not only contributes to solving the large amount of MSW currently storage, but also reduces 361 tons of CO₂/year, energy saving 19 TOE/year compared to the clay bricks production.

Keywords: Nonfired brick (NB); concrete brick (CB); manganese Slag Waste (MSW); crushed Stone (CS); industrial Waste (IW).

1. GIỚI THIỆU

Việc phát triển nhanh trong các ngành công nghiệp đã và đang làm phát sinh lượng lớn các loại phế thải công nghiệp (PTCN) [4,10,12]. PTCN chủ yếu bao gồm phế thải trong quá trình khai thác khoáng sản (các loại đất đá thải, phế thải các loại quặng), và phế thải là phụ phẩm trong quá trình sản xuất (các loại xỉ của lò luyện kim như gang, thép, măng gan, chì, đồng,...). Xỉ măng gan (XMG) là sản phẩm phụ của quá trình sản xuất hợp kim sắt- măng gan. Có hai loại XMG thường được tạo ra trong quá trình sản xuất hợp kim đó là xỉ sắt- măng gan và xỉ sắt- măng gan- silic [4,7]. XMG làm nguội bằng không khí được gọi là xỉ cục, còn XMG làm mát bằng nước được gọi

là xỉ hạt. Thông thường, để sản xuất mỗi tấn hợp kim sắt- măng gan sẽ tạo ra khoảng 900 kg XMG. Theo Bộ công thương [8], trữ lượng quặng mangan của Việt Nam khá lớn, khoảng 11,1 triệu tấn và tập trung chủ yếu tại các tỉnh Cao Bằng, Tuyên Quang và Hà Giang. Dự báo đến 2025, sản lượng chế biến măng gan của nước ta có thể đạt 70.000 tấn/năm. Qua khảo sát của nhóm tác giả cho thấy, riêng tại tỉnh Cao Bằng đang có ba nhà máy sản xuất với tổng công suất luyện măng gan đạt khoảng 47.000 tấn/ năm [12], thì lượng xỉ thải phát sinh khoảng 43.000 tấn/năm. Lượng xỉ thải này hiện mới chỉ được dùng khoảng 25-30% tổng lượng phát sinh hàng năm để làm vật liệu san lấp mặt bằng nên rất lãng phí tài nguyên. Phần lớn XMG còn lại đang được tồn chứa hoặc chôn lấp tại các bãi đổ (lên tới

khoảng 200.000 tấn). Điều này dẫn đến rất tốn kém chi phí quản lý, tốn nhiều diện tích đất chôn lấp, ô nhiễm đất, nguồn nước ngầm cũng như các vấn đề an toàn môi trường khác [12]. Do đó, việc nghiên cứu sử dụng loại XMG này một cách hiệu quả đối với nhà sản xuất hợp kim của Mn đã trở thành vấn đề ngày càng cấp bách [10].

XMG có thành phần hóa học tương tự với xỉ thép lò cao. Một số nghiên cứu khẳng định rằng XMG có đặc tính thủy lực và hoạt tính puzolan tiềm năng nên có thể sử dụng XMG làm phụ gia khoáng trong sản xuất xi măng [1,3,5,7] hoặc chế tạo chất kết dính kiểm hoạt hóa để thay thế xi măng [4, 6]. Tuy nhiên ở dạng sử dụng này, XMG cần phải nghiền mịn và hoạt hóa cơ học trước khi đưa vào sản xuất xi măng hoặc chất kết dính. Do đó, việc tái chế XMG trở nên khó khăn và tốn kém hơn. Qua nghiên cứu tổng quan cho thấy, hiện nay việc nghiên cứu sử dụng XMG làm cốt liệu nhỏ thay thế cát tự nhiên trong chế tạo vữa và bê tông cũng như sản xuất các loại gạch không nung (GKN), gạch bê tông (GBT) còn rất hạn chế [2,7]. Vì vậy, việc nghiên cứu tận dụng loại phế thải này trong sản xuất các loại vật liệu xây dựng (VLXD) nói chung, GBT nói riêng không những góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường mà còn rất phù hợp với các chiến lược phát triển sản phẩm vật liệu bền vững ở Việt Nam [9,10,16].

Trong những năm gần đây, việc sản xuất và sử dụng GKN và GBT ở Việt Nam đang ngày càng phổ biến. GBT thường sử dụng các loại cốt liệu tự nhiên (cát, đá mịn) làm nguyên liệu nhưng cũng có thể tận dụng các loại PTCN như tro xỉ nhiệt điện, xỉ lò cao, ... Trong khi đó, Cao Bằng là một tỉnh miền núi phía bắc có nguồn đá tự nhiên phong phú. Tuy nhiên từ năm 2018, Cao Bằng đã được UNESCO chính thức công nhận là công viên địa chất non nung cầu nên việc khai thác nguyên liệu cát, đá tự nhiên cho xây dựng bị hạn chế rất nhiều. Điều này làm cho giá thành khai thác các nguyên liệu tự nhiên cũng như chi phí sản xuất vật liệu xây dựng tăng cao, dẫn đến hiệu quả trong sản xuất kinh doanh giảm [10]. Để đảm bảo nguồn nguyên liệu cho sản xuất GKN cũng như tận dụng tối đa nguồn tài nguyên khoáng sản, nghiên cứu tận dụng XMG làm nguyên liệu sản xuất GKN thực sự là cần thiết, có khả năng mở rộng và ứng dụng rộng rãi trong ngành sản xuất vật liệu. Bài báo này nghiên cứu khả năng sử dụng XMG để sản xuất các loại GBT đáp ứng cả ba yêu cầu của tính bền vững bao gồm kỹ thuật- môi trường và kinh tế. Các cấp phối GBT sử dụng hỗn hợp XMG thay thế đá mịn ở các tỷ lệ khác nhau và ảnh hưởng của hàm lượng xi măng đã được nghiên cứu. Các tính chất cơ lý của GBT bao gồm khối lượng thể tích, độ hút nước và thấm nước, cường độ nén và sự phát triển cường độ nén đã được xác định, so sánh đánh giá theo TCVN 6477:2016 [13]. Trên cơ sở hàm lượng XMG và lượng dùng xi măng phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật của gạch đạt mức M10, các thông số công nghệ của quá trình sản xuất GBT (thời gian rung cấp liệu, lực rung ép) cũng được nghiên cứu xác định trên dây chuyền quy mô công nghiệp.

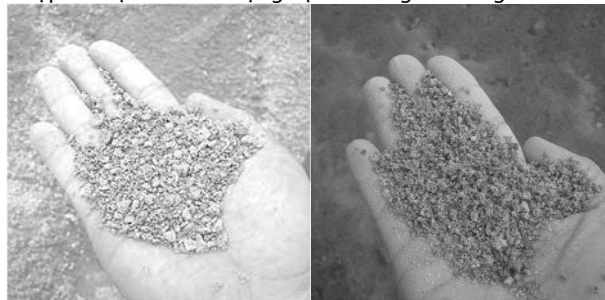
2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu sử dụng

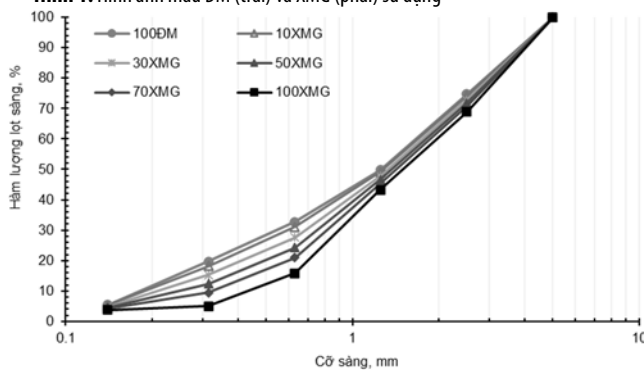
Các vật liệu chính sử dụng trong nghiên cứu bao gồm: Chất kết dính là Xi măng PCB40 Đồng Bành- Lạng Sơn (XM). XM có khối lượng riêng 3,06 g/cm³, độ bền nén ở tuổi 3 ngày và 28 ngày lần lượt đạt 22,8 MPa và 43,5 MPa. Cốt liệu sử dụng gồm đá mịn (ĐM) có nguồn gốc từ đá tự nhiên và XMG (Hình 1). ĐM được sử dụng làm mẫu đối chứng được lấy từ mỏ khai thác đá Tàng Cải- Cao Bằng. XMG sử dụng trong nghiên cứu được lấy từ bãi thải của công ty Khoáng sản Tây Giang, Cao Bằng. Các tính chất cơ bản của ĐM và XMG được nêu ở Bảng 1 và Hình 2.

Từ Hình 1 cho thấy XMG có hình dạng hạt góc cạnh, trên bề mặt nhám ráp và có nhiều lỗ rỗng xốp hơn so với ĐM. Điều này là nguyên nhân dẫn đến độ hút nước của XMG đạt tới 4,6%, lớn hơn nhiều so

với độ hút nước của ĐM (0,7%). Khối lượng thể tích (KLTT) xốp của XMG là 1030 kg/m³, thấp hơn nhiều (lên tới 37,8%) so với KLTT của ĐM là 1655 kg/m³. Kết quả này phù hợp với các kết quả nghiên cứu của Choi và các cộng sự [2]. Từ Hình 2 và Bảng 1 cho thấy ĐM có thành phần hạt mịn hơn so với XMG. Khi tỷ lệ sử dụng XMG tăng thì hỗn hợp cốt liệu có hàm lượng hạt thô tăng lên đáng kể.



Hình 1. Hình ảnh mẫu ĐM (trái) và XMG (phải) sử dụng



Hình 2. Thành phần hạt của hỗn hợp ĐM và XMG ở các tỷ lệ khác nhau

2.3. Thành phần cấp phối và phương pháp nghiên cứu

Dựa vào cấp phối GBT sử dụng ĐM đang sản xuất phổ biến tại các nhà máy sản xuất GBT (100ĐM), cấp phối này có hàm lượng xi măng sử dụng là 10% được sử dụng làm mẫu đối chứng. Sự ảnh hưởng của hàm lượng XMG thay thế 10, 30, 50, 70 và 100% khối lượng ĐM được nghiên cứu thông qua 5 cấp phối GBT được kí hiệu tương ứng là 10XMG, 30XMG, 50XMG, 70XMG và 100XMG. Ảnh hưởng của hàm lượng xi măng 5, 7, 10 và 13% đến các tính chất của GBT sử dụng 50% XMG thay thế ĐM được kí hiệu tương ứng 50XMG-5%, 50XMG-7%, 50XMG-10%, 50XMG-13% cũng được xem xét. Lượng nước trộn, được điều chỉnh nhằm đảm bảo khả năng tạo hình GBT bằng công nghệ rung ép. Tỷ lệ thành phần vật liệu các cấp phối GBT sử dụng trong nghiên cứu được nêu ở Bảng 2.

Các mẫu GBT chế tạo trong phòng thí nghiệm có kích thước 150x100x100mm bằng máy rung ép với lực ép khoảng 0,1MPa. Mẫu GBT sau khi chế tạo được bảo dưỡng bằng cách tưới nước 01 lần/ngày đến 07 ngày giống như bảo dưỡng tại các nhà máy sản xuất GBT hiện nay. Các tính chất của mẫu GBT được xác định bao gồm: độ ẩm tạo hình của hỗn hợp bê tông phối liệu (W_p), KLTT khô và độ hút nước ở tuổi 28 ngày (H_{p28}), cường độ nén ở các tuổi 3, 7 và 28 ngày (R_{n3} , R_{n7} , R_{n28}). Mẫu sản phẩm GBT được sản xuất thử nghiệm trên dây chuyền sản xuất ở quy mô công nghiệp với hai thông số công nghệ điều chỉnh là thời gian rung cấp liệu ($T_r=20, 25, 30, 35s$) và lực rung ép ($P=5, 7, 9, 11$ tấn).

Các tính chất của mẫu GBT và sản phẩm GBT được xác định theo TCVN 6477: 2016 [13]. Để đánh giá tính an toàn môi trường, sản phẩm GBT được thí nghiệm xác định khả năng rò rỉ các thành phần kim loại nặng bằng phương pháp ngâm chiết EPA-1311 theo TCVN 9293 : 2012 [14]. Mỗi giá trị kết quả thể hiện là giá trị trung bình của 03 mẫu thí nghiệm.

Bảng 1. Tính chất cơ bản của ĐM và XMG sử dụng

STT	Tính chất	Loại vật liệu		Phương pháp xác định
		Đá mặt (ĐM)	Xi Măng gan (XMG)	
1	Khối lượng riêng, g/cm ³	2,720	2,783	TCVN 7572-4:2006
2	Khối lượng thể tích xốp, kg/m ³	1655	1030	TCVN 7572-6:2006
3	Độ hút nước bão hòa khô bề mặt, %	0,7	4,6	TCVN 7572-4:2006
4	Độ ẩm, %	2,45	6,0	TCVN 7572-7:2006
5	Hàm lượng bụi, bùn, sét, %	1,5	0,3	TCVN 7572-8:2006
6	Hàm lượng hạt >5mm, %	6,3	3,9	TCVN 7572-2:2006
7	Hàm lượng hạt <0,14mm, %	6,3	3,2	TCVN 7572-2:2006
8	Mô đun độ lớn	3,21	3,61	TCVN 7572-2:2006

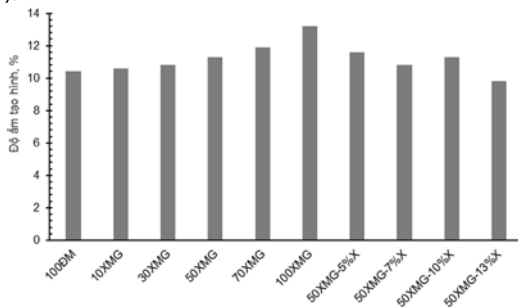
Bảng 2. Thành phần cấp phối GBT sử dụng trong nghiên cứu

Kí hiệu cấp phối	Tỷ lệ vật liệu thành phần, %				Khối lượng vật liệu cho mẻ trộn phối liệu (kg)			
	ĐM	XMG	XM	W _{pl}	Đá mặt	Xi măng gan	Xi măng	Nước
100ĐM	90	0	10	10.4	900	0	100	104
10XMG	81	9	10	9.2	810	90	100	106
30XMG	63	27	10	10.2	630	270	100	108
50XMG	45	45	10	9.6	450	450	100	113
70XMG	27	63	10	10.9	270	630	100	119
100XMG	0	90	10	11.2	0	900	100	132
50XMG-5%	47,5	47,5	5	11.6	475	475	50	116
50XMG-7%	46,5	46,5	7	10.8	465	465	70	108
50XMG-13%	43,5	43,5	13	9.6	435	435	100	98

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Độ ẩm tạo hình

Sự ảnh hưởng của thành phần vật liệu đến độ ẩm tạo hình của các mẫu GBT được thể hiện trên Hình 3. Từ Hình 3 cho thấy, khi tăng hàm lượng sử dụng XMG, độ ẩm tạo hình sản phẩm tăng lên. Ở hàm lượng sử dụng XMG dưới 50% thì độ ẩm gần như không thay đổi (chỉ dao động 10,6-10,8%), còn khi hàm lượng sử dụng XMG từ 50% trở lên thì độ ẩm tạo hình tăng lên rõ rệt 11,3-13,2%. Điều này là do đặc tính hạt XMG rỗng xốp lớn, có độ hút nước cao nên cần lượng nước trộn lớn để đảm bảo khả năng tạo hình của sản phẩm GBT (Bảng 1).



Hình 3. Ảnh hưởng của các thành phần vật liệu đến độ ẩm tạo hình của GBT

3.2. Khối lượng thể tích và Độ hút nước

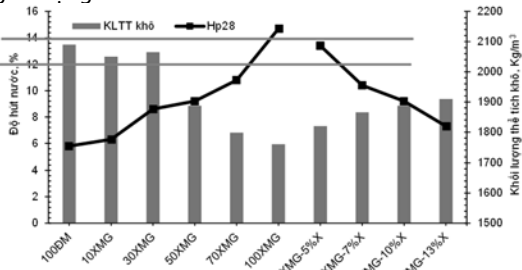
Ảnh hưởng của thành phần vật liệu đến KLTT khô và độ hút nước của các mẫu GBT sau 28 ngày bảo dưỡng được thể hiện ở Hình 4. Nhìn chung, các mẫu GBT khảo sát đều có KLTT khô giảm khi tăng hàm lượng XMG. Mẫu đối chứng sử dụng 100%ĐM có KLTT khô đạt 2090 kg/m³, còn KLTT khô của các mẫu GBT sử dụng XMG đạt trong khoảng 1760-2050 kg/m³ (thấp hơn 1,2-15,8%). Điều này sẽ giảm chi phí vận chuyển các sản phẩm GBT từ nhà máy đến các công trường sử dụng. KLTT khô của GBT giảm nhẹ khi hàm lượng XMG sử dụng ≤30%, và giảm mạnh khi XMG sử dụng 50-100% XMG. Khi tăng hàm

lượng xi măng thì KLTT khô của mẫu GBT cũng tăng, tuy nhiên mức độ ảnh hưởng thấp hơn so với sự ảnh hưởng của hàm lượng XMG. Còn độ hút nước tăng gần như tuyến tính với hàm lượng XMG thay thế ĐM và giảm theo hàm lượng xi măng. Mẫu 100ĐM chỉ có độ hút nước 5,8%, các mẫu sử dụng XMG có độ hút nước từ 6,2% đến 14,7%. Đặc biệt mẫu sử dụng 100XMG có độ hút nước tới 14,7%, lớn hơn cả giới hạn cho phép của bê tông sử dụng để sản xuất GBT. Điều này là do hạt XMG có cấu trúc rỗng xốp và KLTT của hỗn hợp XMG cũng thấp hơn nhiều so với của hỗn hợp ĐM [2,7]. Hơn nữa, thành phần hạt của hỗn hợp cốt liệu sử dụng 10 và 30% XMG cũng ít thay đổi nên lượng xi măng sử dụng gần đủ đảm bảo lấp đầy các lỗ rỗng trên bề mặt hạt XMG. Nhưng khi hàm lượng XMG lớn (≥50%), lượng hạt XMG lớn đã ko có đủ xi măng lấp đầy nên làm giảm mạnh KLTT khô và tăng độ hút nước của mẫu GBT.

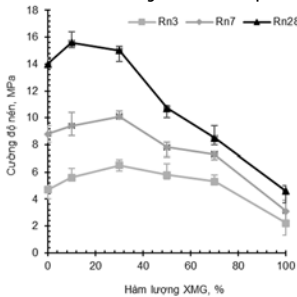
3.3. Cường độ nén và sự phát triển cường độ nén

Sự ảnh hưởng của các thành phần vật liệu đến cường độ nén và sự phát triển cường độ nén của mẫu GBT được thể hiện ở Hình 5 và Hình 6. Cường độ nén của các mẫu GBT phát triển theo thời gian và cường độ nén ở 28 ngày của tất cả các cấp phối khảo sát nằm trong khoảng 4,6-15,6 MPa. Cường độ nén đạt lớn nhất ở cấp phối sử dụng 10% XMG với cường độ đạt 15.6 MPa, còn thấp nhất là 4,6 MPa ở cấp phối sử dụng 100% XMG (Hình 5). Như vậy hoàn toàn có thể chế tạo được các sản phẩm GBT đạt mức từ M3,5 đến M15 sử dụng XMG. Khi tăng hàm lượng XMG trong khoảng 0-30% thì cường độ nén của mẫu GBT cao hơn mẫu GBT đối chứng từ 6,8-19,1% ở tất cả các tuổi bảo dưỡng, tỷ lệ tăng cường độ nén ở các tuổi sớm (3 và 7 ngày) cũng lớn hơn so với cường độ ở tuổi 28 ngày (Hình 5). Điều này có thể do hàm lượng các hạt XMG lớn đã bổ sung cho cấp phối hạt ĐM dẫn đến thành phần hỗn hợp ĐM và XMG đạt hợp lý với lỗ rỗng hỗn hợp cốt liệu giảm thấp hơn của hỗn hợp 100% ĐM (Hình 2). Đồng thời, do đặc tính bề mặt hạt XMG có cấu trúc rỗng xốp, nhám ráp và hút nước mạnh đã thúc đẩy phát triển cường độ xi măng ở các tuổi sớm, cũng như tăng khả năng bám dính giữa bề mặt hạt cốt liệu với

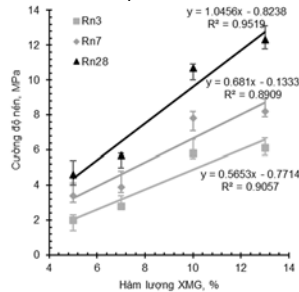
đá xi măng [2] và thúc đẩy quá trình nội bảo dưỡng do lượng nước được giữ trong các lỗ rỗng của XMG. Tuy nhiên khi hàm lượng XMG $\geq 50\%$, cường độ nén của mẫu GBT ở tuổi 28 ngày đều giảm. Điều này là do hạt XMG có cường độ thấp hơn so với hạt ĐM. Kết quả này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Choi và cộng sự [2]. Khi tăng hàm lượng xi măng sẽ làm tăng khả năng lấp đầy lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu và sự liên kết giữa các hạt cốt liệu làm cường độ liên kết đá xi măng và bề mặt hạt cốt liệu tốt hơn cho nên cường độ nén của các mẫu GBT tăng gần như tuyến tính ở tất cả các tuổi bảo dưỡng (Hình 6). Cấp phối GBT 50XMG-10%X đạt mức M10 với lượng xi măng sử dụng ít nhất.



Hình 4. Ảnh hưởng của các thành phần vật liệu đến KLTT khô và độ hút nước của mẫu GBT



Hình 5. Ảnh hưởng của hàm lượng XMG đến cường độ nén của mẫu GBT



Hình 6. Ảnh hưởng của hàm lượng xi măng đến cường độ nén của mẫu GBT

3.4. Nghiên cứu tối ưu các thông số công nghệ trên dây chuyền sản xuất tại nhà máy ở Cao Bằng

Từ các kết quả phân tích ở trên, cấp phối hợp lý đảm bảo khả năng sản xuất GBT đặc đạt mức M10 là 50XMG với 10% xi măng. Cấp phối này sẽ được sử dụng để sản xuất thử và tối ưu các thông số công nghệ trên dây chuyền sản xuất GBT có công suất 10 triệu viên QTC/năm của Công ty cổ phần sản xuất Vật liệu xây dựng Cao Bằng (Hình 7). Các thông số công nghệ khảo sát để tối ưu bao gồm: Thời gian rung cấp liệu 20, 25, 30 và 35s; lực rung ép 5, 7, 9 và 11 tấn. Số lần rải liệu và thời gian rung ép được cố định là 2 lần và 7s. Kết quả ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến các chỉ tiêu chất lượng và sự phát triển cường độ của sản phẩm GBT được nêu ở Hình 8 và Hình 9.

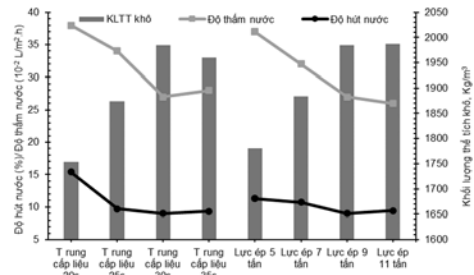
Từ Hình 8 cho thấy, khi thời gian rung cấp liệu tăng và lực rung ép tăng thì KLTT khô tăng, độ hút nước và độ thấm nước có xu hướng giảm. Tuy nhiên, khi thời gian rung cấp liệu thấp 20-25s, lực rung ép nhỏ 5-7 tấn thì KLTT khô khá thấp, độ hút nước và độ thấm

nước khá cao (lớn hơn 12% và 0,3 L/m².h). Điều này chứng tỏ thời gian rung cấp liệu phải hợp lý để lượng phối liệu bê tông được cung cấp đủ vào khuôn, và lực rung ép phải đủ lớn để cấu trúc sản phẩm GBT được rung ép đặc chắc hơn [17]. Khi thời gian rung cấp liệu quá lớn (35s) và lực rung ép nhỏ thì KLTT khô của sản phẩm bị giảm là do lực rung ép không đủ lên chặt và giữ phối liệu theo chiều cao của khuôn nên cấu trúc sản phẩm bị rỗng xốp.

Từ Hình 9 cho thấy, cường độ nén của các sản phẩm GBT ở 28 ngày đều đạt 9,6-13,6 MPa. Khi thời gian rung cấp liệu tăng và lực rung ép tăng thì cường độ nén của sản phẩm cũng tăng ở tất cả các tuổi bảo dưỡng. Kết hợp với kết quả ở Hình 8 ta chọn được thông số công nghệ hợp lý là thời gian rung cấp liệu 30s và lực rung ép 9 tấn thì sản phẩm GBT đạt yêu cầu kỹ thuật của mức M10 theo TCVN 6477:2016 [13].



Hình 7. Sản xuất thử nghiệm GBT sử dụng XMG trên dây chuyền sản xuất thực tế tại nhà máy



Hình 8. Ảnh hưởng của thời gian rung cấp liệu và lực rung ép đến KLTT khô, độ thấm nước và độ hút nước của sản phẩm GBT sử dụng XMG

3.5. Đánh giá tính an toàn môi trường của sản phẩm GBT sử dụng XMG

Bảng 3 trình bày các kim loại rửa trôi từ các mẫu sản phẩm GBT. Từ Bảng 3 ta thấy hàm lượng các kim loại nặng nguy hại theo thứ tự là Zn > Pb > As > Cd. Tuy nhiên tất cả các giá trị đều thấp hơn nồng độ chất ô nhiễm tối đa cho phép của US-EPA [15] về đặc điểm độc tính và ngưỡng chất thải nguy hại (CTNH) theo yêu cầu của QCVN 07:2009/BTNMT [11]. Vì vậy, kết quả rửa trôi kim loại đã chứng minh sản phẩm GBT sử dụng XMG rất an toàn khi sử dụng trên thực tế vì không gây hại đến môi trường.

3.5. Hiệu quả kinh tế- môi trường của GBT sử dụng XMG

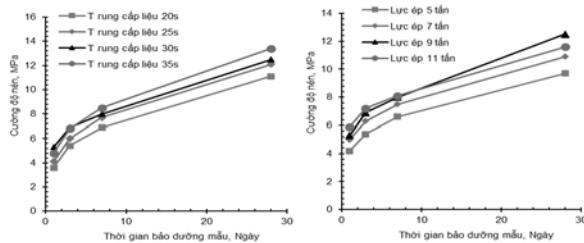
Dựa theo giá nguyên vật liệu của các đơn vị cung cấp vào quý I năm 2022 tại thị trường tỉnh Cao Bằng, chi phí vật liệu để sản xuất một viên GBT quy tiêu chuẩn (QTC) 220x105x60 mm được tính như Bảng 3. Từ Bảng 4 cho thấy chi phí vật liệu trung bình để sản xuất 1 viên GBT QTC sử dụng phế thải XMG là 529-689 đồng, thấp hơn 5,4÷18,7% so với GBT sử dụng đá mặt thông thường.

Bảng 3. Thành phần các chất nguy hại trong dung dịch chiết mẫu GBT sử dụng XMG

Kết quả	Nồng độ ngậm chiết của các thành phần nguy hại, mg/l								
	As	Cd	Zn	Hg	Pb	Fe	Cu	Cr6+	Mn
Sản phẩm GBT	0,152	0,012	0,871	KPH	0,352	7,210	1,836	KPH	0,628
Ngưỡng CTNH theo US-EPA658-09 [15]	5	1	300	0,2	5	-	5	5	-
Ngưỡng CTNH QCVN 07:2009/BTNMT [11]	≤ 2	≤ 0,5	≤ 250	≤ 0,2	≤ 15	-	-	≤ 5	-

Bảng 4. Bảng tính toán chi phí giá vật liệu sản xuất gạch bê tông theo các cấp phối

Mức gạch	Cấp phối	Giá vật liệu sản xuất		Lượng CO ₂ phát thải		Năng lượng tiêu thụ	
		Đ/Viên QTC	%	Kg/ Viên QTC	%	MJ/ Viên QTC	%
M5,0	100ĐM-5%X	716	0.0	0.156	0.0	0.220	0.0
	50XMG-7%X	623	-13.0	0.177	13.5	0.153	-30.7
	100XMG-10%X	611	-14.7	0.225	44.0	0.113	-48.5
M7,5	100ĐM-7%X	824	0.0	0.216	0.0	0.244	0.0
	70XMG-10%X	671	-18.6	0.234	8.3	0.148	-39.7
M10	100ĐM-10%X	906	0.0	0.286	0.0	0.258	0.0
	50XMG-10%X	736	-18.7	0.249	-12.7	0.177	-31.3
M12,5	100ĐM-10%X	906	0.0	0.286	0.0	0.258	0.0
	30XMG-10%X	841	-7.1	0.277	-3.1	0.218	-15.4
M15	50XMG-13%X	857	-5.4	0.325	13.8	0.204	-21.1
	100ĐM-12%X	1041	0.0	0.358	0.0	0.290	0.0
	10XMG-10%X	871	-16.4	0.278	-22.2	0.241	-16.9



Hình 9. Ảnh hưởng của thời gian rung cấp liệu và lực rung ép đến sự phát triển cường độ nén của sản phẩm GBT sử dụng XMG

Lượng khí CO₂ phát thải và năng lượng tiêu thụ trong quá trình sản xuất và vận chuyển nguyên vật liệu giảm đáng kể (3,1÷22,2% và 15,4÷48,5%) so với việc sử dụng đá mặt trong sản xuất. Tính cho nhà máy sản xuất GBT đặc đạt mức M10, có công suất 10 triệu viên QTC/năm thì mỗi năm sẽ giải quyết được khoảng 12.000 tấn XMG. Việc tăng cường sản xuất và sử dụng CKN sử dụng XMG có chất lượng tốt, không những góp phần thay thế dần gạch đất sét nung, tiết kiệm đất nông nghiệp, mà còn giảm thiểu phát thải khoảng 361 tấn khí CO₂ gây hiệu ứng nhà kính và mức tiêu thụ năng lượng tiết kiệm khoảng 19 TOE/năm so với việc nhà máy sử dụng 100% cốt liệu từ đá mặt.

4. KẾT LUẬN

Dựa trên các kết quả nghiên cứu có thể đưa ra một số kết luận như sau:

- Việc tối ưu hoá cấp phối vật liệu và các thông số công nghệ sản xuất gạch bê tông cho nhà máy phụ thuộc rất lớn vào tính chất các vật liệu đầu vào tại địa phương. Qua kết quả nghiên cứu và sản xuất thử nghiệm trên dây chuyền thực tế, khi sử dụng xỉ măng gan để sản xuất gạch bê tông hoàn toàn có thể giảm được khoảng 5,4-18,7% giá thành sản phẩm mà các tính chất kỹ thuật của sản phẩm vẫn đạt yêu cầu kỹ thuật của gạch mức M5, M7,5, M10, M12,5 và M15 theo TCVN 6477 : 2016.

- Khi tăng hàm lượng xỉ măng gan thì khối lượng thể tích khô giảm 1,2-15,8%, cường độ nén giảm khi hàm lượng dùng vượt quá 30% tổng cốt liệu, độ hút nước và độ thấm nước tăng nhưng vẫn nhỏ hơn 14% và 0,35 L/m².h.

- Khi sử dụng xỉ măng gan sản xuất gạch bê tông thì lượng khí CO₂ phát sinh và tổng năng lượng tiêu thụ của nhà máy giảm 361 Tấn CO₂/năm và 19 TOE/năm so với việc nhà máy sử dụng đá mặt từ đá tự nhiên để sản xuất.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Dự án tăng cường sản xuất và tiêu thụ gạch không nung tại Việt Nam. Tác giả trân trọng cảm ơn Công ty Cổ phần sản xuất VLXD Cao Bằng đã sự hỗ trợ và phối hợp thực hiện sản xuất thử; Cảm ơn những ý kiến đóng góp của KS. Vũ Bảo Lân và TS. Nguyễn Tiến Dũng trong quá trình thực hiện nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Allahverdi A., Ahmadnezhad S. (2014) *Mechanical activation of silicomanganese slag and its influence on the properties of Portland slag cement*. Powder Technol, Vol.251(2014) 41-51,
- [2] Choi, Hong-Beom, Kim J.M. (2020) *Properties of silicon manganese slag as an aggregate for concrete depending on cooling conditions*. Journal of Material Cycles and Waste Management, Vol.22, 1067-1080 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10163-020-01003-8>.
- [3] Frias M., Sánchez de Rojas M. I., Santamaría J. (2006) *Recycling of silicomanganese slag as pozzolanic material in Portland cements: basic and engineering properties*. Cement and Concrete Research, Vol.36 (2006) 487-491. doi.org/10.1016/j.cemconres.2005.06.014.
- [4] Marsh A.T.M., Yanga T., Adu-Amankwah S., Bernala S.A. (2021) *Utilization of metallurgical wastes as raw materials for manufacturing alkali-activated cements*. In: de Brito, J, Thomas, C, Medina, C and Agrela, F, (eds.) Waste and By-Products in Cement-Based Materials: Innovative Sustainable Materials for a Circular Economy. Elsevier , pp. 335-383. ISBN 978-0-12-820549-5. Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering 2021.
- [5] Nath S. K, Kumar S. (2016) *Evaluation of the suitability of ground granulated silico-manganese slag in Portland slag cement*. Construction and Building Materials, 125(2016) 127-134. doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.08.025.
- [6] Nath S.K., Kumar S. (2017) *Reaction kinetics, microstructure and strength behavior of alkali activated silico-manganese (SiMn) slag-Fly ash blends*. Construction and Building Materials, Vol.147(2017) 371-379.
- [7] Nath S. K., Randhawa N. S., Sanjay K. (2022) *A review on characteristics of silico-manganese slag and its utilization into construction materials*. Resources, Conservation & Recycling Vol.176 (2022) 105946. doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105946
- [8] Quyết định số 33/QĐ-BCT (2007), *Phê duyệt quy hoạch phân vùng thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng crômít, mangan giai đoạn 2007-2015, định hướng đến năm 2025*. Bộ Công thương.
- [9] Quyết định 567/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ ngày 28/4/2010 về *Chương trình phát triển vật liệu không nung đến năm 2020*. Thủ tướng chính phủ Việt Nam.
- [10] Tống Tôn Kiên và Các cộng sự, (2019), *Báo cáo tư vấn nghiên cứu sử dụng xỉ măng gan làm nguyên liệu thay thế đá mặt để sản xuất gạch không nung của công ty cổ phần sản xuất vật liệu xây dựng cao bằng*. Ban Quản lý DA Tăng cường sản xuất và sử dụng Gạch không nung ở Việt Nam.
- [11] QCVN 07: 2009/BTNMT *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về ngưỡng chất thải nguy hại*. Bộ tài nguyên và Môi trường.
- [12] Shakir A. A, Naganathan S., Mustapha K.N.B., (2013) *Development of bricks from waste material: a review paper*. Australian Journal of Basic and Applied Sciences Vol.7 (8), p812-818.
- [13] TCVN 6477:2016, *Gạch bê tông*. Tiêu chuẩn Quốc gia Việt Nam - Bộ Khoa học và Công nghệ,
- [14] TCVN 9239:2012 (2012) *Chất thải rắn - Quy trình chiết độc tính*. Tiêu chuẩn quốc gia - Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam
- [15] USEPA 658/09, *Solid waste disposal, Supporting documentation for draft Guideline for solid waste: criteria for assessment, classification and disposal of waste*. United States Environmental Protection Agency.
- [16] Quyết định số 1266/TTg 2021 *Chiến lược phát triển vật liệu xây dựng Việt Nam thời kỳ 2021 - 2030, định hướng đến năm 2050*. Thủ tướng chính phủ.
- [17] Tống Tôn Kiên và cộng sự (2018) *Nghiên cứu tối ưu cấp phối và thông số công nghệ sản xuất gạch bê tông sử dụng tro bay nhiệt điện*. Tạp chí Vật liệu xây dựng, số 04/2018, trang 68-72.