

Ảnh hưởng của phương pháp xử lý bề mặt hạt cốt liệu cao su đến một số tính chất của vữa

Effects of rubber aggregate surface treatment on some properties of mortar

> TS TRẦN ĐỨC TRUNG

GV Khoa Vật liệu xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; Email: trungtd@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Cốt liệu cao su (CS) có mô đun đàn hồi rất thấp, bề mặt tương đối phẳng, nhẵn, tính kỵ nước cao nên dễ hình thành nhiều bọt khí bám trên bề mặt, làm giảm đáng kể khả năng bám dính với đá xi măng. Cải thiện bề mặt hạt cao su là một trong những giải pháp làm tăng khả năng bám dính, từ đó nâng cao tính chất cơ lý của vữa và bê tông sử dụng CS. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu một số phương pháp xử lý bề mặt hạt cao su, đồng thời đánh giá ảnh hưởng của hạt cao su sau khi xử lý đến tính chất cơ lý của vữa. Kết quả nghiên cứu cho thấy cấu trúc bề mặt hạt CS được cải thiện rõ rệt khi được ngâm 30 phút trong dung dịch NaOH. Nồng độ NaOH sử dụng hiệu quả là 20% thông qua việc làm tăng cường độ nén từ 20÷27%, cường độ uốn từ 11÷16% và cường độ bám dính từ 21÷24% so với mẫu vữa sử dụng hạt CS không qua xử lý bề mặt.

Từ khóa: Cốt liệu cao su; bề mặt hạt cao su; mô đun độ lớn; dung dịch NaOH; cường độ nén; cường độ uốn; cường độ bám dính.

ABSTRACT

Rubber aggregates have very low elastic modulus, a reasonably smooth surface, and are highly water-repellent, so the air bubbles stuck to surface particles reduce the adhesive between aggregate and cement. The treatments on the surface of rubber particles can improve the adhesive and the mechanical properties of the mortar and concrete. The paper presents the treatment results on the surface of rubber particles and evaluates the modified particles on the mechanical properties of the mortar. The rubber aggregate immersed in NaOH solution for 30 minutes significantly improved the surface structure. The NaOH concentration of 20% enhances the highest in range of 20÷27% compressive strength, 11÷16% bending strength, and 21÷24% adhesive strength of the mortar.

Keywords: Rubber aggregate; surface of rubber particle; fineness modulus; NaOH solution; compressive strength; bending strength; adhesive strength.

1. GIỚI THIỆU

Hạt cao su tái chế từ lốp xe đã được nghiên cứu sử dụng làm cốt liệu cho vữa và bê tông tại Việt Nam và trên thế giới. Các kết quả cho thấy chúng làm giảm hầu hết các tính chất cơ lý của vữa và bê tông, đây là cơ sở quan trọng để khẳng định CS không phù hợp sử dụng cho các hạng mục kết cấu chịu lực của công trình. Tuy nhiên do có ưu điểm nhẹ, tính đàn hồi cao nên chúng được nghiên cứu sử dụng hiệu quả trong chế tạo vữa và bê tông nhẹ, có khả năng cách âm và tiêu âm. Để nâng cao khả năng chịu lực của vữa và bê tông sử dụng cốt liệu cao su, một trong những giải pháp được đưa ra là cải thiện cấu trúc bề mặt hạt của cao su.

Một trong những nguyên nhân làm giảm đáng kể cường độ của vữa và bê tông sử dụng CS là do sự khác nhau về đặc tính bề mặt và sự liên kết với đá chất kết dính của cao su so với cốt liệu tự nhiên. Một số nghiên cứu đã đưa ra giải pháp cải thiện đặc tính bề mặt của hạt cao su, nhằm nâng cao tính bám dính và khả năng liên kết giữa hạt cao su và đá xi măng [1, 5]. Tác giả Ychou, L.H., và cộng sự [16] đã nghiên cứu nhằm cải thiện mối liên kết giữa hạt cao su và các sản phẩm thủy hoá xi măng (C-S-H) bằng cách xử lý bề mặt hạt cao su với hợp chất thải hữu cơ chứa lưu huỳnh từ một nhà máy lọc dầu. Mẫu bê tông sử dụng cốt liệu cao su được ngâm và rửa sạch bề mặt với nước có cường độ nén cao hơn 16% so với bê tông sử dụng CS không được xử lý [2], trong khi CS được xử lý với carbon tetrachlorid (CCl₄) làm tăng cường độ nén lên đến 57%.

Tăng diện tích tiếp xúc giữa CS và đá xi măng thông qua việc sử dụng hạt cao su có kích thước nhỏ hơn 500µm là một trong những phương án được Segre, N., Joekes, I. sử dụng. Kết quả cho thấy hạt cao su có kích thước nhỏ làm tăng khả năng bám dính với đá xi măng. Tuy nhiên, quá trình gia công hạt cao su đến kích thước nhỏ hơn 500µm gặp rất nhiều khó khăn, do cao su có độ đàn hồi cao, dínhбет thành tảng do nhiệt độ cao trong quá trình nghiền [5]. Tác giả này cũng đã nghiên cứu và khẳng định: xử lý bề mặt hạt cao su bằng dung dịch NaOH mang lại hiệu quả cao nhất. Cụ thể, sử dụng dung dịch bão hoà NaOH ngâm hạt cao su trong 20 phút ở nhiệt độ phòng làm tăng khả năng chịu mài mòn, cường độ nén, cường độ uốn của mẫu bê tông. Cũng có thể sử dụng một số hoá chất khác như H₂SO₄, HNO₃ và HClO₄ để xử lý bề mặt hạt cao su. Kết quả cho thấy, H₂SO₄ đem lại hiệu quả cao nhất, trong khi HClO₄ không ảnh hưởng đến tính chất của vật liệu [1]. Tuy nhiên vấn đề rất cần được lưu tâm khi sử dụng H₂SO₄ là tính an toàn cho con người khi thao tác và khả năng các kết cấu bê tông, bê tông cốt thép bị ăn mòn nếu không được xử lý kỹ. Theo nghiên cứu của tác giả [4], sử dụng hồ xi măng để bọc quanh hạt cao su một lớp vỏ mỏng, sau đó lớp vỏ bọc này cứng lại, tạo thành hạt cốt liệu mới rồi mới sử dụng cho bê tông, phương pháp này giúp cải thiện từ 30÷50% cường độ nén, mà còn cải thiện cường độ uốn. Trong thực tế phương pháp này tương đối

phức tạp, chất lượng cốt liệu tạo ra không ổn định. Ngoài ra cũng có thể sử dụng các dung dịch hữu cơ như Acetone, Glycerine, CS₂ hoặc các hợp chất vô cơ như MgSO₄, Al₂(SO₄)₃, CaCl₂ hay dung dịch axit acetic, axit clohidric.

Điểm đáng chú ý ở đây là các kết quả nghiên cứu với mẫu sử dụng CS được xử lý bề mặt thường mang lại hiệu quả về cường độ nén cao hơn so với cường độ uốn đối với mẫu sử dụng cốt liệu không qua xử lý bề mặt. Ngâm CS trong nước đến bão hoà cũng là giải pháp giúp cải thiện khả năng bám dính của chúng với đá xi măng. Tuy đây không phải là biện pháp hiệu quả về giải pháp kỹ thuật nhưng chúng lại tương đối an toàn và có chi phí rẻ. Việc gia tăng khả năng bám dính của CS khi ngâm nước bão hoà không đến từ việc cải thiện độ nhám bề mặt của cốt liệu mà có thể do đã loại bỏ được một phần bột khí bám trên bề mặt hạt cao su, từ đó giúp hình thành liên kết tốt hơn với đá xi măng.

Cơ sở của việc sử dụng hoá chất xử lý bề mặt hạt cao su đã được một số tác giả nghiên cứu và minh chứng. Theo đó thành phần của cao su bao gồm các hợp chất hữu cơ như isoprene, styrene butadiene và một số loại phụ gia, chất độn dưới dạng hợp chất silicat. Trong đó isoprene là một hợp chất có vai trò như các mắt xích của cao su thiên nhiên và styren butadiene là các polymer cao su thông dụng nhất trong các lớp xe. Các thành phần này khi tiếp xúc với natri hydroxit NaOH sẽ xảy ra phản ứng hoá học, đầu tiên là trên bề mặt hạt cao su, đồng thời các hợp chất silica trong cao su tổng hợp cũng tham gia phản ứng để tạo ra các hợp chất kiềm-silic (ASR). Hệ quả của phản ứng là làm cho bề mặt của của hạt cao su trở nên nhám ráp và sần sùi, điều đó có thể làm tăng khả năng liên kết giữa cao su và đá xi măng. Bên cạnh đó, để tăng khả năng chống lão hoá cho lớp xe, trong quá trình sản xuất đã đưa thêm vào hợp chất kẽm Stearat (Zn(C₁₈H₃₅O₂)₂). Hợp chất này tồn tại trên bề mặt hạt cao su

làm giảm độ bám dính giữa hạt cao su và đá xi măng, làm cho các hạt cao su trở nên kỵ nước, chúng có xu hướng giữ các bọt khí [15]. Khi có mặt của dung dịch NaOH, kẽm stearate sẽ phản ứng tạo thành natri Stearat, đây là hợp chất bị hòa tan trong nước và được rửa trôi trên bề mặt hạt cao su. Tuy nhiên, ở một khía cạnh khác, việc tạo ra bề mặt hạt cao su nhám ráp, sần sùi ở mức độ rất nhỏ sẽ là điều kiện gia tăng bọt khí bám trên bề mặt hạt cao su trong quá trình trộn và các bọt khí này có thể tồn tại trong hỗn hợp vữa và ra suy giảm cường độ vữa.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu sử dụng

CS được nghiền từ lớp xe phế thải sau đó được sàng phân loại, tùy thuộc vào khoảng cách giữa hai quả nghiền và kích thước mắt sàng sẽ tạo ra cốt liệu cao su có mô đun độ lớn khác nhau. Trong nghiên cứu sử dụng hai loại cốt liệu cao su CS1 và CS2 có mô đun độ lớn khác, đạt tiêu chuẩn (CTC). Ngoài ra còn sử dụng xi măng PC40 Bút Sơn (XM), nước (N) và dung dịch NaOH.

Thành phần hoá, lượng mất khi nung (MKN) của XM được thống kê tại **Bảng 1**. Các tính chất cơ lý của XM được thể hiện tại **Bảng 2**. Tính chất của XM thỏa mãn theo yêu cầu của TCVN 2682-2020 [8]. Nước (N) dùng trong nghiên cứu là nước máy, thỏa mãn theo tiêu chuẩn TCVN 4506: 2012 [9]. Dung dịch NaOH sử dụng để xử lý bề mặt hạt cao su có nồng độ tương ứng là 10%, 20% và 30%.

CTC được sử dụng để đánh giá ảnh hưởng của phương pháp xử lý bề mặt hạt cao su đến tính chất cơ lý của vữa. Các tính chất cơ lý của CS được thể hiện tại **Bảng 3**, thành phần hạt của CS và CTC thể hiện tại **Bảng 4** và **Bảng 5**. Hình dạng và cấu trúc bề mặt của CTC, hạt cao su CS1 và CS2 được thể hiện từ **Hình 1** đến **Hình 5**.

Bảng 1. Thành phần hóa của xi măng PC40 Bút Sơn

Oxit	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	MKN	Tổng
Hàm lượng, %	22,56	5,29	3,47	64,21	2,26	0,61	0,14	0,81	99,35

Bảng 2. Tính chất cơ lý của xi măng PC40 Bút Sơn

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả	Phương pháp thí nghiệm
1	Kích thước hạt trung bình	µm	17,52	Phương pháp lazer
2	Khối lượng riêng	g/cm ³	3,07	TCVN 4030:2003 [10]
3	- Lượng sót sàng 45 µm	%	-	TCVN 4030:2003 [10]
4	- Độ mịn Blaine	cm ² /g	3450	TCVN 4030:2003 [10]
5	Độ dẻo tiêu chuẩn.	%	29,0	TCVN 6017:2015 [11]
6	- Thời gian bắt đầu đông kết	Phút	130	TCVN 6017:2015 [11]
	- Thời gian kết thúc đông kết	Phút	215	
7	Độ ổn định thể tích	mm	2,5	TCVN 6017:2015 [11]
8	- Cường độ nén ở tuổi 3 ngày	MPa	26,7	TCVN 6016:2011 [12]
	- Cường độ nén ở tuổi 28 ngày	MPa	47,5	

Bảng 3. Tính chất cơ lý của hạt CS

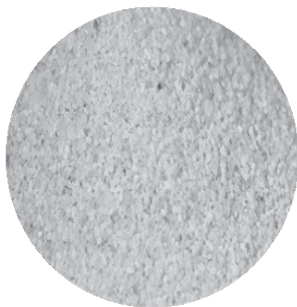
STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	CS1	CS1	CTC	Phương pháp thí nghiệm [13]
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	1,12	1,12	2,76	TCVN 7572-4:2006
2	Khối lượng thể tích	g/cm ³	1,11	1,10	2,73	TCVN 7572-4:2006
3	Độ hút nước	%	0,57	0,64	0,97	TCVN 7572-4:2006
4	Khối lượng thể tích xốp	kg/m ³	470	520	1560	TCVN 7572-6:2006
5	Mô đun độ lớn	-	2,94	2,19	-	TCVN 7572-2:2006

Bảng 4. Thành phần hạt của CS

Cỡ hạt (mm)	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14
Lượng sót tích lũy (%) của CS1	0	9,6	38,5	63,6	82,9	99,4
Lượng sót tích lũy (%) của CS2	0	5,3	16,7	38,4	62,2	95,9

Bảng 5. Thành phần hạt của CTC

Cỡ hạt (mm)	2,00	1,60	1,00	0,50	0,16	0,08
Lượng sót tích lũy Ai(%)	0	6,2	20,0	38,6	61,8	96,5



Hình 1. Hạt CTC



Hình 2. Hạt CS1



Hình 3. Hạt CS2

Kết quả chụp ảnh SEM cho thấy: bề mặt hạt CS tương đối phẳng, nhẵn, đôi khi vẫn còn lẫn những hạt bụi mịn, trong khi hạt CTC có bề mặt khá gồ ghề, nhám ráp. Điểm khác biệt này là một trong những nguyên nhân làm giảm khả năng dính bám, giảm liên kết giữa hạt CS với đá XM so với hạt CTC.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

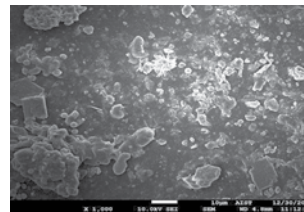
Nghiên cứu đã sử dụng các phương pháp thí nghiệm tiêu chuẩn và phi tiêu chuẩn. Các phương pháp thí nghiệm dựa trên hệ thống tiêu chuẩn của Việt Nam gồm các thí nghiệm xác định các tính chất cơ lý của XM (TCVN 4030:2003 [10], TCVN 6017:2015 [11], TCVN 6016:2011 [12]), cốt liệu cho vữa và bê tông (TCVN 7572:2006 [13]), các tính chất cơ lý của vữa theo TCVN 3121:2022 [14])...Ngoài ra phương pháp thí nghiệm phi tiêu chuẩn được sử dụng để xác định sự phân bố kích thước hạt của XM (phương pháp tán xạ laser), phương pháp chụp ảnh bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM) để xác định cấu trúc bề mặt hạt CTC, hạt CS trước và sau khi ngâm hoá chất. Hiện nay chưa có tiêu chuẩn thí nghiệm riêng đối với cốt liệu CS sử dụng cho vữa và bê tông, do đó trong nghiên cứu đã sử dụng tiêu chuẩn TCVN 7572:2006 đối với cốt liệu tự nhiên để thay thế.

Kết quả thí nghiệm cường độ nén, cường độ uốn được đúc trong khuôn hình lăng trụ có kích thước 40x40x160mm, được thí nghiệm ở tuổi 7 ngày và 28 ngày. Kết quả thí nghiệm cường độ bám dính và độ hút nước được thí nghiệm ở tuổi 28 ngày. Mẫu sau khi đúc 24h được ngâm bảo dưỡng trong nước đến tuổi thí nghiệm.

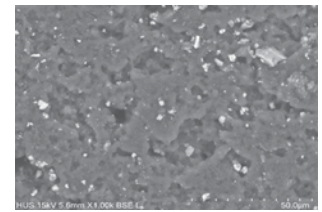
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ BÀN LUẬN

3.1. Xử lý bề mặt hạt cao su bằng dung dịch NaOH

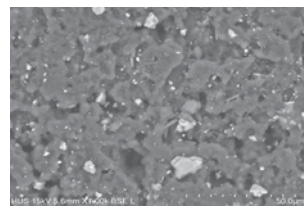
Hạt CS ngâm trong dung dịch NaOH với các nồng độ 10%, 20% và 30% trong thời gian 30 phút, sau đó được vớt ra, rửa lại bằng nước sạch, để khô tự nhiên trong phòng và sấy địu ở 50°C đến khối lượng không đổi. Mẫu đối chứng là mẫu tự nhiên sau quá trình nghiền tại xưởng sản xuất và mẫu được rửa và trong nước 24 giờ để đạt trạng thái bão hoà. Ảnh chụp cấu trúc bề mặt hạt CS trước và sau khi ngâm hoá chất được thể hiện từ Hình 6 đến Hình 11. Các thí nghiệm được thực hiện với cả hạt CS1 và CS2.



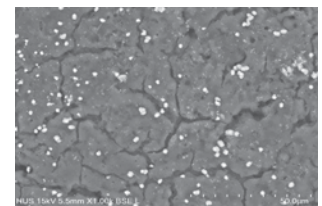
Hình 6. Hạt CS1 không ngâm NaOH



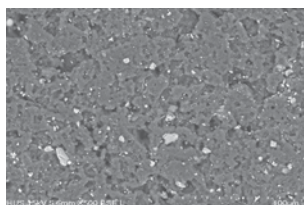
Hình 7. Hạt CS1 ngâm 10%NaOH



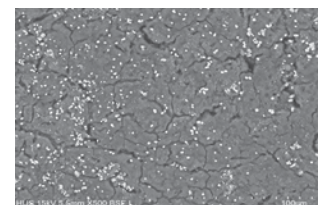
Hình 8. Hạt CS1 ngâm 20%NaOH



Hình 9. Hạt CS1 ngâm 30%NaOH



Hình 10. Hạt CS2 ngâm 20%NaOH



Hình 11. Hạt CS2 ngâm 30%NaOH

Kết quả ảnh chụp SEM cho thấy: Khi ngâm hạt CS 30 phút trong dung dịch 10%NaOH, bề mặt xuất hiện các lỗ nhỏ, đồng thời trở nên nhám ráp, tương tự, khi mẫu được ngâm trong dung dịch 20%NaOH thì số lượng lỗ nhỏ xuất hiện khá dày đặc, kích thước và chiều sâu lỗ nhỏ lớn hơn so với mẫu ngâm trong dung dịch 10%NaOH. Đặc biệt khi ngâm mẫu trong dung dịch 30%NaOH thì các lỗ nhỏ đã mở rộng ra thành các vết nứt đan xen dày đặc trên bề mặt hạt. Như vậy có thể khẳng định dung dịch NaOH đã phản ứng với thành phần của hạt CS làm cho bề mặt hạt cao su bị ăn mòn, tạo ra lớp nhám ráp và lỗ nhỏ trên bề mặt, đồng thời phản ứng cũng phụ thuộc vào nồng độ của dung dịch NaOH.

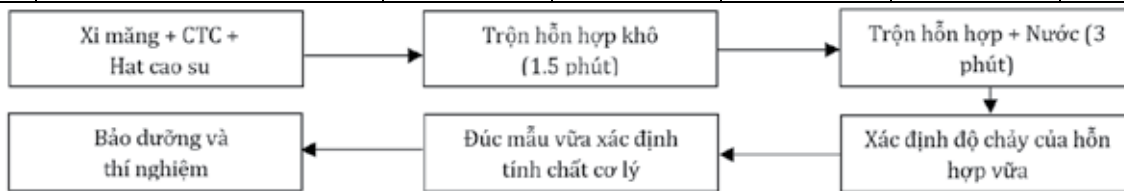
3.2. Ảnh hưởng phương pháp xử lý bề mặt hạt cao su đến tính chất của vữa

3.2.1. Thành phần cấp phối, quy trình chế tạo và thí nghiệm mẫu

Các cấp phối sử dụng cho 1 mẻ trộn gồm: XM = 450g, tỷ lệ theo khối lượng XM:CL là 1:3 (CL là tổng khối lượng của CS và CTC), tỷ lệ về thể tích giữa CS và CTC là 50:50. Quy trình xử lý bề mặt hạt CS được thực hiện như mục 3.1. Do hạt CS1 và CS2 có tỷ diện tích bề mặt khác nhau nên tỷ lệ N/KKD sử dụng đối với hạt CS1 là 0,55 và đối với hạt CS2 là 0,6. Lượng nước này đảm bảo cho hỗn hợp vữa đạt yêu cầu về độ chảy từ 155÷185mm. Các cấp phối được thống kê tại Bảng 6, quy trình trộn và thí nghiệm với hỗn hợp vữa và mẫu vữa thể hiện tại Hình 12.

Bảng 6. Cấp phối vữa sử dụng cốt liệu CS xử lý bằng dung dịch NaOH

Ký hiệu	Cách xử lý hạt	XM	CS1	CS2	CTC	N
CP1	Không ngâm nước	450	390	0	960	248
CP2	Ngâm nước 24h	450	390	0	960	248
CP3	Ngâm 10%NaOH	450	390	0	960	248
CP4	Ngâm 20%NaOH	450	390	0	960	248
CP5	Ngâm 30%NaOH	450	390	0	960	248
CP6	Không ngâm	450	0	390	960	270
CP7	Ngâm nước 24h	450	0	390	960	270
CP8	Ngâm 10%NaOH	450	0	390	960	270
CP9	Ngâm 20%NaOH	450	0	390	960	270
CP10	Ngâm 30%NaOH	450	0	390	960	270



Hình 12. Quy trình trộn và thí nghiệm với hỗn hợp vữa và mẫu vữa

Sau khi trộn, hỗn hợp vữa được thí nghiệm xác định độ lưu động bằng phương pháp bàn dần và độ đồng nhất bằng quan sát cảm quan. Bên cạnh yêu cầu về độ lưu động, hỗn hợp vữa cần có độ đồng nhất tốt, không bị phân tầng, tách nước hoặc rời rạc, kém liên kết. Hỗn hợp vữa đạt yêu cầu về độ lưu động được đúc mẫu thí nghiệm cường độ nén, cường độ uốn và cường độ bám dính. Quy trình đúc, dưỡng hộ, uốn và nén mẫu vữa được thực hiện theo TCVN 3121-11:2022 ở tuổi 7 ngày và 28 ngày. Quy trình thí nghiệm cường độ bám dính được thực hiện theo TCVN 3121-12:2022.

3.2.2. Cường độ nén của vữa

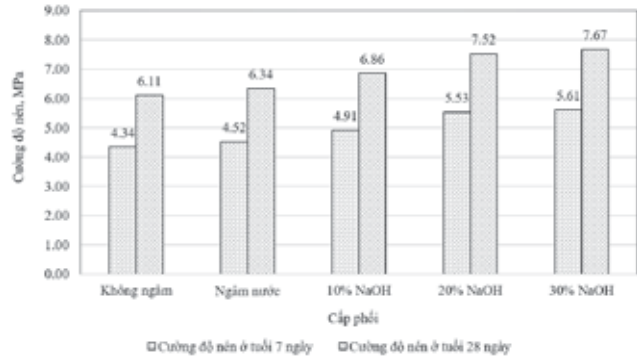
Hỗn hợp vữa sau khi đạt yêu cầu về độ chảy được đúc mẫu thí nghiệm cường độ nén. Kết quả nghiên cứu được thực hiện ở tuổi 7 ngày và 28 ngày, thể hiện tại **Bảng 7**, **Hình 13** và **Hình 14**.

Bảng 7. Ảnh hưởng của phương pháp xử lý hạt CS đến cường độ nén của vữa

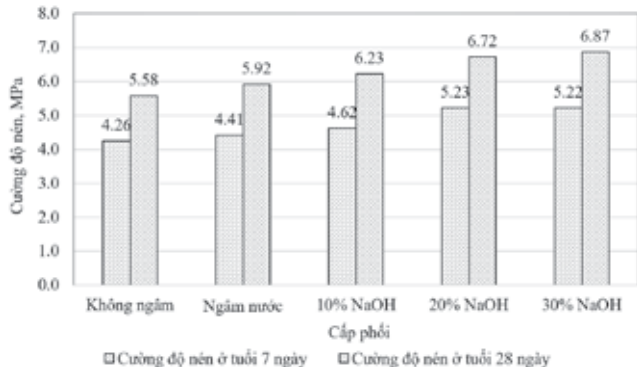
STT	Cách xử lý hạt	Loại hạt	Cường độ nén tuổi (MPa)	
			7 ngày	28 ngày
1	Không ngâm nước	CS1	4,34	6,11
2	Ngâm nước 24h		4,52	6,34
3	Ngâm 10%NaOH		4,91	6,86
4	Ngâm 20%NaOH		5,53	7,52
5	Ngâm 30%NaOH		5,61	7,67
6	Không ngâm nước	CS2	4,26	5,58
7	Ngâm nước 24h		4,41	5,92
8	Ngâm 10%NaOH		4,62	6,23
9	Ngâm 20%NaOH		5,23	6,72
10	Ngâm 30%NaOH		5,22	6,87

Kết quả nghiên cứu cho thấy: Mẫu vữa sử dụng hạt cao su rửa và ngâm nước trong 24 giờ có cường độ nén ở tuổi 7 ngày cao hơn khoảng 3% (khi sử dụng hạt CS2) và khoảng 4% (khi sử dụng hạt CS1), ở tuổi 28 ngày cao hơn khoảng 6% (khi sử dụng hạt CS2) và khoảng 4% (khi sử dụng hạt CS1) so với mẫu vữa sử dụng hạt cao su không qua ngâm rửa, mức tăng này là không đáng kể. Bên cạnh đó kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra rằng khi ngâm hạt cao su trong dung dịch NaOH với nồng độ từ 10÷30% làm tăng cường độ nén ở tuổi 7 ngày của mẫu vữa khoảng 9÷22% khi sử dụng hạt CS2 và khoảng 13÷29% khi sử dụng hạt CS1, cường độ nén ở tuổi 28 ngày tăng từ 12÷23% khi sử dụng hạt CS2 và khoảng 12÷26% khi sử dụng hạt

CS1. Với mẫu sử dụng hạt cao su ngâm 20%NaOH có cường độ nén tăng khoảng 12÷13% so với mẫu sử dụng hạt cao su ngâm 10%NaOH ở tuổi 7 ngày và ở tuổi 28 ngày giá trị cường độ nén tăng khoảng 8÷10% đối với cả mẫu CS2 và mẫu CS1, tuy nhiên cường độ nén có xu hướng tăng không nhiều hoặc không tăng đối với mẫu vữa sử dụng hạt cao su ngâm 30%NaOH ở cả tuổi 7 ngày và 28 ngày, với cả hạt CS2 và CS1. Như vậy có thể thấy việc xử lý bề mặt hạt cao su bằng dung dịch NaOH có hiệu quả tốt, đồng thời với nồng độ 20%NaOH có hiệu quả tốt nhất đối với cường độ nén của mẫu vữa. Kết quả nghiên cứu còn cho thấy hiệu quả cải thiện cường độ nén của mẫu vữa sử dụng hạt CS1 đã xử lý bề mặt lớn hơn chút ít so với mẫu vữa sử dụng hạt CS2.



Hình 13. Cường độ nén của mẫu vữa sử dụng hạt CS1



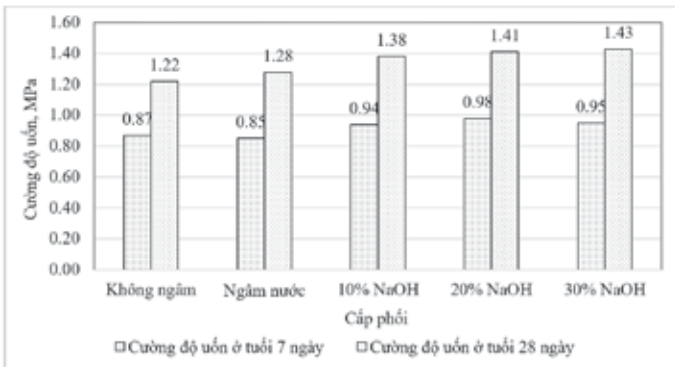
Hình 14. Cường độ nén của mẫu vữa sử dụng hạt CS2

3.2.3. Cường độ uốn của vữa

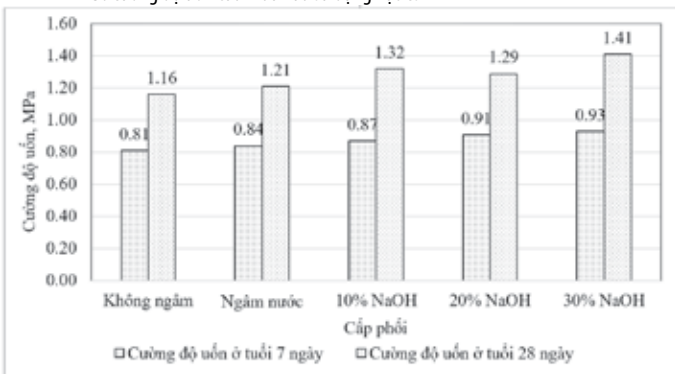
Kết quả thí nghiệm cường độ uốn của mẫu vữa thực hiện ở tuổi 7 ngày và 28 ngày, được thống kê tại **Bảng 8**, **Hình 15** và **Hình 16**.

Bảng 8. Ảnh hưởng của phương pháp xử lý hạt CS đến cường độ uốn của vữa

Ký hiệu	Cách xử lý hạt	Loại hạt	Cường độ uốn tuổi (MPa)	
			7 ngày	28 ngày
1	Không ngâm nước	CS1	0,87	1,22
2	Ngâm nước 24h		0,85	1,28
3	Ngâm 10%NaOH		0,94	1,38
4	Ngâm 20%NaOH		0,98	1,41
5	Ngâm 30%NaOH		0,95	1,43
6	Không ngâm nước	CS2	0,81	1,16
7	Ngâm nước 24h		0,84	1,21
8	Ngâm 10%NaOH		0,87	1,32
9	Ngâm 20%NaOH		0,91	1,29
10	Ngâm 30%NaOH		0,93	1,41



Hình 15. Cường độ uốn của mẫu vữa sử dụng hạt CS1



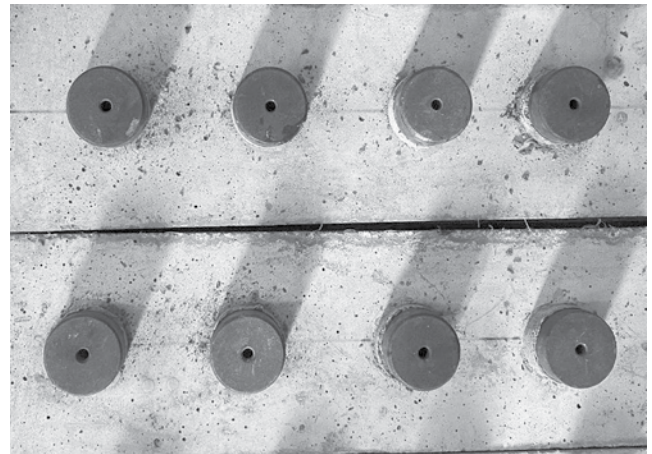
Hình 16. Cường độ uốn của mẫu vữa sử dụng hạt CS2

Khi so sánh đối chứng với mẫu sử dụng hạt cao su không qua ngâm rửa thì kết quả nghiên cứu cho thấy: mẫu vữa sử dụng hạt cao su rửa và ngâm nước trong 24 giờ có cường độ uốn ở tuổi 7 ngày gần tương đương (đối với cả hạt CS1 và CS2), ở tuổi 28 ngày giá trị cường độ uốn cao hơn từ 4÷5% (đối với cả hạt CS1 và CS2). Cũng tương tự như cường độ nén, mức tăng này là không đáng kể. Với mẫu vữa sử dụng hạt CS1 ngâm trong dung dịch 10÷30%NaOH làm tăng cường độ uốn ở tuổi 7 ngày lên khoảng 8÷12%, ở tuổi 28 ngày lên 13÷17%. Mẫu sử dụng hạt CS2 ngâm trong dung dịch 10÷30%NaOH có mức độ tăng cường độ uốn lên khoảng 7÷15%, ở tuổi 7 ngày và từ 11÷22% ở tuổi 28 ngày. Với mẫu sử dụng hạt cao su ngâm 20%NaOH có cường độ uốn tăng khoảng 5÷8% so với mẫu sử dụng hạt cao su ngâm 10%NaOH ở tuổi 7 ngày và ở tuổi 28 ngày đối với mẫu sử dụng hạt CS1 và từ 4÷10% đối với mẫu sử dụng hạt CS2. Khi nồng độ NaOH tăng từ 20% lên 30% thì cường độ uốn của

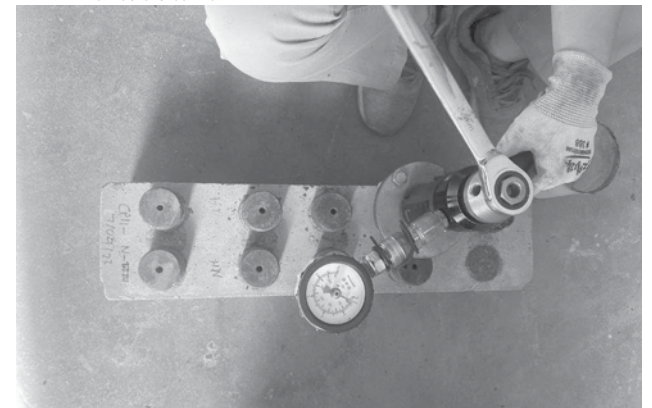
mẫu vữa có xu hướng giảm ở tuổi 7 ngày và tăng không đáng kể ở tuổi 28 ngày đối với hạt CS1 và tăng không đáng kể ở tuổi 7 ngày nhưng tăng đến 11% ở tuổi 28 ngày đối với hạt CS2. Như vậy có thể thấy tương tự như cường độ nén, việc xử lý bề mặt hạt cao su bằng dung dịch NaOH có hiệu quả tốt đối với cường độ uốn của mẫu vữa, tuy nhiên mức độ ảnh hưởng đối với cường độ uốn không lớn bằng cường độ nén. Nồng độ 20%NaOH có thể xác định là nồng độ sử dụng hiệu quả hơn cả đối với cường độ uốn của mẫu vữa, đồng thời mức độ ảnh hưởng đối với hạt CS1 và hạt CS2 gần tương đương nhau.

3.2.4. Cường độ bám dính của vữa

Mẫu vữa được thí nghiệm cường độ bám dính ở tuổi 7 ngày và 28 ngày. Quá trình thực hiện được mô tả tại **Hình 17** và **Hình 18**. Kết quả thí nghiệm được thống kê tại **Bảng 9**, thể hiện tại **Hình 19** và **Hình 20**.



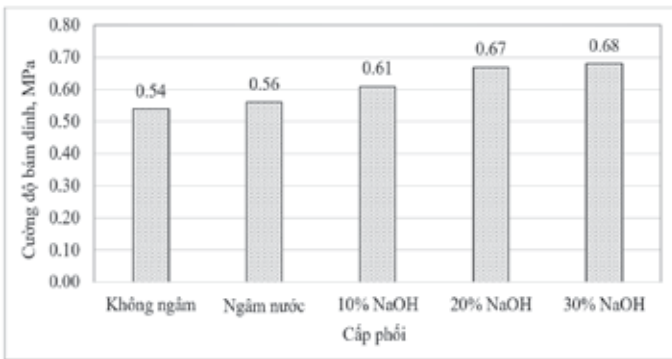
Hình 17. Mẫu thử bám dính



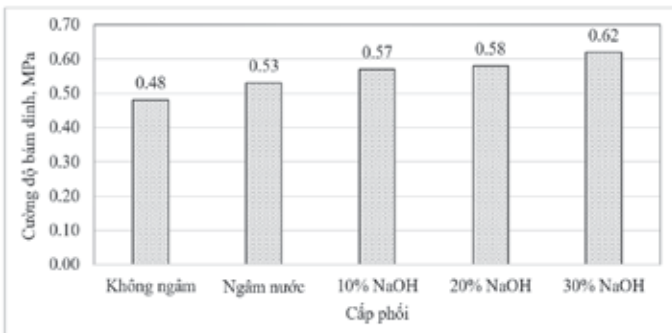
Hình 18. Thí nghiệm bám dính

Bảng 9. Ảnh hưởng phương pháp xử lý hạt CS đến cường độ bám dính của vữa

Ký hiệu	Cách xử lý hạt	Loại hạt	Cường độ bám dính (MPa)
1	Không ngâm nước	CS1	0,54
2	Ngâm nước 24h		0,56
3	Ngâm 10%NaOH		0,61
4	Ngâm 20%NaOH		0,67
5	Ngâm 30%NaOH		0,68
6	Không ngâm nước	CS2	0,48
7	Ngâm nước 24h		0,53
8	Ngâm 10%NaOH		0,57
9	Ngâm 20%NaOH		0,58
10	Ngâm 30%NaOH		0,62



Hình 19. Cường độ bám dính của vữa sử dụng hạt CS1



Hình 20. Cường độ bám dính của vữa sử dụng hạt CS2

Kết quả nghiên cứu cho thấy: Mẫu vữa sử dụng cốt liệu ngâm trong dung dịch 20%NaOH có cường độ bám dính cao hơn từ 21÷24% so với mẫu vữa sử dụng cốt liệu không ngâm NaOH và cao hơn từ 2÷10% so với mẫu vữa sử dụng cốt liệu ngâm trong dung dịch 10%NaOH. Các mẫu vữa sử dụng cốt liệu CS1 ngâm trong dung dịch 30%NaOH có cường độ bám dính gần tương đương với mẫu vữa ngâm trong dung dịch 20%NaOH, trong khi mẫu vữa sử dụng cốt liệu CS2 ngâm trong dung dịch 30%NaOH có cường độ bám dính cao hơn khoảng 7% so với mẫu vữa ngâm trong dung dịch 20%NaOH. Như vậy việc ngâm cốt liệu cao su trong dung dịch NaOH làm tăng đáng kể cường độ bám dính của vữa và nồng độ NaOH hiệu quả là 20%. Các quy luật này khá tương đồng kết quả nghiên cứu cường độ nén.

4. KẾT LUẬN

- Sử dụng phương pháp rửa và ngâm trong nước hoặc trong dung dịch NaOH đều mang lại hiệu quả nhất định trong việc xử lý bề mặt hạt CS, trong đó phương pháp ngâm trong dung dịch NaOH mang lại hiệu quả kỹ thuật cao hơn.

- Dung dịch NaOH với nồng độ từ 10÷30% đã cải thiện rõ rệt cấu trúc bề mặt của hạt CS, giúp cải thiện khả năng liên kết giữa hạt CS và đá XM, từ đó làm tăng cường độ nén của mẫu vữa từ 13÷29% đối với hạt CS1, 9÷23% đối với hạt CS2, cường độ uốn tăng từ 8÷17% đối với hạt CS1, 7÷22% đối với hạt CS2 tùy thuộc vào tuổi thí nghiệm là 7 ngày hay 28 ngày và cường độ bám dính tăng từ 21÷24%.

- Với thời gian ngâm 30 phút, dung dịch NaOH có nồng độ 20% được xem là phù hợp và hiệu quả nhất trong việc xử lý bề mặt hạt CS. Mẫu vữa được chế tạo từ hạt CS sau khi xử lý, tùy thuộc vào tuổi thí nghiệm (7 ngày hay 28 ngày), loại hạt CS1 hay CS2 mà có cường độ nén cao hơn từ 20÷27%, cường độ uốn cao hơn từ 11÷16% và cường độ bám dính cao hơn 21÷24% so với mẫu vữa sử dụng hạt CS không qua xử lý bề mặt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Cairns, R. A., Kew, H. Y, Kenny, M. J. (2004). The use of recycled rubber tyres in concrete construction. *Final Report. The Onyx Environmental Trust, University of Strathclyde, Glasgow.*
- Eldin, N. N., Senouci, A. B. (1993). Rubber tire particles as concrete aggregate. *Journal of Materials in Civil Engineering*, Volume 5, Issue 4: Pages 478-496
- Ling, T. C., Nor, H. M., Hainin, M. R., Chik, A. A. (2009). Laboratory performance of crumb rubber concrete block pavement. *International Journal of Pavement Engineering*, Volume 10, Issue 5: Pages 361-374.
- Pacheco-Torgal, F., Ding, Y. Jalali, S. (2012). Properties and durability of concrete containing polymeric wastes (tyre rubber and polyethylene terephthalate bottles): An overview. *Construction and Building Materials*, Volume 30, Pages 714-724.
- Segre, N., Joeke, I. (2000). Use of tire rubber particles as addition to cement paste. *Cement and Concrete Research*, Volume 30, Issue 9: Pages 1421-1425.
- Sukontasukkul, P., Chaikaew, C. (2006). Properties of concrete pedestrian block mixed with crumb rubber. *Construction and Building Materials*, Volume 20, Issue Number 7: Pages 450-457.
- TCVN 4314-2022, *Vữa xây dựng - Yêu cầu kỹ thuật*. Bộ KH&CN, Việt Nam.
- TCVN 2682-2020, *Xi măng poóc lăng*. Bộ KH&CN, Việt Nam.
- TCVN 4506: 2012, *Nước cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật*. Bộ KH&CN, Việt Nam
- TCVN 4030:2003, *Xi măng - Phương pháp xác định độ mịn*. Bộ KH&CN, Việt Nam
- TCVN 6017:2015, *Xi măng - Phương pháp xác định thời gian đông kết và độ ổn định thể tích*. Bộ KH&CN, Việt Nam
- TCVN 6016:2011, *Xi măng - Phương pháp thử - Xác định cường độ*. Bộ KH&CN, Việt Nam
- TCVN 7572:2006, *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử*. Bộ KH&CN, Việt Nam.
- TCVN 3121:2022, *Vữa xây dựng - Phương pháp thử*. Bộ KH&CN, Việt Nam.
- Tiwari, V., Shukla, A., Bose, A. (2004). Acoustic properties of cenosphere reinforced cement and asphalt concrete. *Applied Acoustics*, Volume 65, Issue 3: Pages 263-275.
- Ychou, L.H., et al. (2010). Improving rubber concrete by waste organic sulfur compounds. *Waste Management & Research*, Volume 28(1): Pages. 29-35.