

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG LỚP ÔTÔ CŨ PHÉ THẢI ĐỂ SẢN XUẤT VẬT LIỆU MỚI

A STUDY ON THE REUSE OF WASTE RUBBER TIRES FOR THE NEW MATERIAL PRODUCTION

Châu Thanh Nam

Sở Khoa học và Công nghệ thành phố Đà Nẵng

TÓM TẮT

Hiện nay, Việt Nam cũng như nhiều nước trên thế giới đang gặp nhiều vấn đề khó khăn trong việc giải quyết ô nhiễm môi trường do lốp ô tô cũ phế thải gây ra. Lốp ô tô cũ thải bỏ vẫn còn độ bền môi trường rất cao, khả năng phân huỷ trong tự nhiên rất lâu đến hàng trăm năm, vì vậy nó có khả năng gây ô nhiễm tiềm tàng cho môi trường sống của con người. Việc nghiên cứu tận dụng lốp ô tô cũ phế thải này để sản xuất loại vật liệu mới sẽ đem lại hiệu quả kinh tế và đồng thời đem lại hiệu quả to lớn về mặt xã hội đó là giảm thiểu ô nhiễm môi trường do lốp ô tô cũ phế thải gây ra.

ABSTRACT

Nowadays, Vietnam as well as other countries in the world are facing difficulties in dealing with the environmental pollution caused by waste rubber tires which are still highly durable in the environment and naturally disintegrated in a very long time up to hundreds of years. Studying the use of waste rubber tires for the new material production will bring good economic effects as well as the wide social effects: the reduction of environmental pollution caused by waste rubber tires.

1. Đặt vấn đề

Trung bình hàng năm tại TP Đà Nẵng và tỉnh Quảng Nam thải ra khoảng 228 tấn lốp ô tô cũ [15]. Trên thế giới, tính riêng ở Mỹ mỗi năm thải ra khoảng 250 triệu lốp phế thải, trong đó có gần 7% lốp loại bỏ được tái sinh, 11% được đốt và 5% được xuất khẩu, còn lại đổ ra bãi rác [16].

Nhìn chung, lốp ô tô cũ phế thải vẫn còn nhiều đặc tính đặc biệt như lốp ô tô lưu hóa ban đầu (tính đàn hồi, chịu dầu mỡ và ozone, mềm dẻo và bền trong môi trường axit, bazơ...). Vì vậy, nếu lốp ô tô cũ được nghiền nhỏ để làm nguyên liệu chất độn cho vật liệu bột ép kết hợp với nhựa (làm chất kết dính) sẽ nghiên cứu tạo ra một vật liệu mới có khả năng ứng dụng trong thực tế.

Trên thực tế, ở một số nước như CHLB Đức, Úc đã sản xuất và ứng dụng các loại sản phẩm đi từ bột cao su lưu hoá lấy từ lốp ô tô cũ phế thải như làm tấm đệm tại phòng tập thể dục, sân chơi trẻ em hoặc gạch lót lề đường (hãng Siempelkamp và Berstorff của Đức). Ở Việt Nam, các loại sản phẩm đi từ bột cao su lưu hoá lấy từ lốp ô tô cũ phế thải là đã bắt đầu được sử dụng như đường chạy điền kinh ở sân vận động Chi Lăng, Thành phố Đà Nẵng.

Trong bài báo này, quy trình tổng hợp vật liệu cũng như các tính chất của vật liệu sau tổng hợp từ lớp cao su phế thải được nghiên cứu với hy vọng có thể mở rộng phạm vi ứng dụng của loại vật liệu mới này.

2. Thực nghiệm

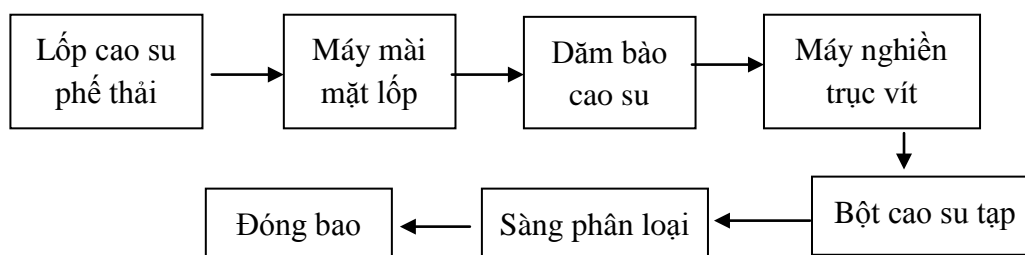
2.1. Phương pháp nghiên cứu

Bao gồm: Phương pháp điều tra; Phương pháp tổng hợp hữu cơ; Phương pháp phân tích hoá học; Phương pháp kiểm tra đánh giá các tính chất cơ, lý, hóa của sản phẩm; Phương pháp toán học (qui hoạch thực nghiệm).

2.2. Chuẩn bị mẫu, nguyên liệu

a. Chuẩn bị bột cao su

Để có thể tái sử dụng nguồn lớp ô tô cũ phế thải thì cần phải nghiền nhỏ lớp tạo thành bột cao su, từ đó mới trộn thêm các loại hoá chất, phụ gia khác để có thể tạo ra các loại sản phẩm khác nhau có khả năng ứng dụng trong đời sống. Quy trình chuẩn bị bột cao su được trình bày ở Hình 1.



Hình 1. Sơ đồ công nghệ sản xuất bột cao su lưu hóa tại Công ty cao su Đà Nẵng

b. Tổng hợp nhựa Phenol-Formaldehyt

Nguyên liệu tổng hợp nhựa: Phenol (99%), Formalin (37%), NaOH (10%).

Dụng cụ, thiết bị: bình cầu 3 cổ, nhiệt kế 300⁰C, mô tơ, cánh khuấy, sinh hàn hồi lưu, bếp điện, cốc, ống đong, pipet, buret, giấy quỳ...

Điều kiện tổng hợp nhựa (nhựa Resole): Độ pH = 7,5-8,5; Tỷ lệ mol P:F = 6:7 (thừa một ít Formaldehyd); Nhiệt độ ổn định 98-100⁰C; Thời gian phản ứng: 100 phút.

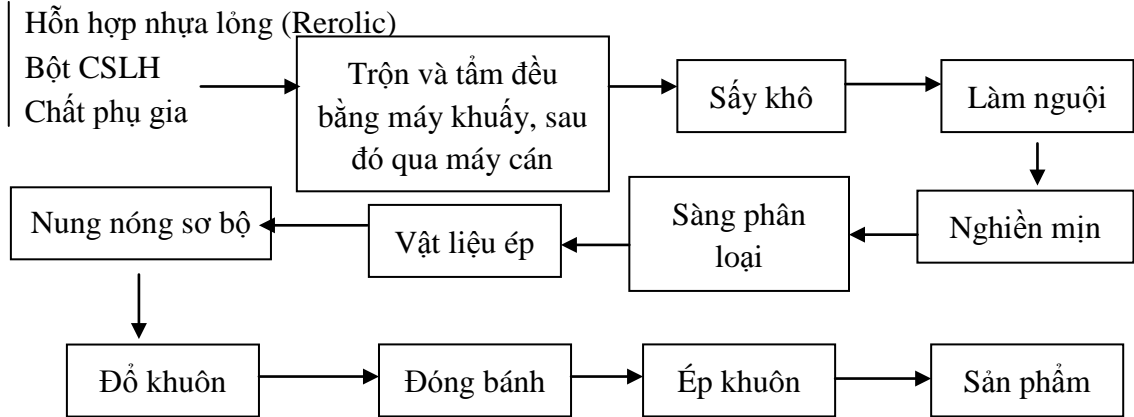
c. Dụng cụ, thiết bị ép mẫu thí nghiệm

- **Khuôn ép mẫu:** 20 x 20 x 150 mm.

- **Máy ép thủy lực:** Đây là hệ thống đồng bộ điều khiển tự động, có chế độ cài đặt sẵn nhiệt độ, thời gian và áp lực ép. Công suất máy ép: 5Kwh, 200Kgl/cm², 2000C.

- **Các dụng cụ thí nghiệm:** cối, chày sứ, sàng rây các cỡ, máy khuấy trộn, máy cán thí nghiệm, khay kim loại, máy sấy chân không...

d. Quá trình ép tạo mẫu



Hình 2. Sơ đồ gia công vật liệu ép từ bột cao su lưu hóa

Nhiệt độ ép: 150°C; Áp lực ép: 100 kg/cm², Thời gian ép: 1 phút/1mm chiều dày mẫu hay 20 phút/1 mẫu. Sơ đồ gia công vật liệu được trình bày ở Hình 2.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Ảnh hưởng của tỉ lệ nhựa/bột cao su đến khối lượng riêng của vật liệu

Kết quả ảnh hưởng của tỷ lệ nhựa/bột cao su đến khối lượng riêng của vật liệu được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1. Kết quả đo đặc khối lượng riêng trung bình của vật liệu bột ép (g/cm³)

Stt	Tỉ lệ	10/90	20/80	30/70	40/60	50/50	60/40	70/30	80/20	1.1.1.a.1.1. 1.1 TB
1	Lần 1	0,995	1,108	1,118	1,076	1,134	1,043	1,054	1,214	1,093
2	Lần 2	0,975	1,249	1,020	1,113	1,036	1,009	1,081	1,110	1,074
	TB	0,985	1,179	1,069	1,095	1,085	1,026	1,067	1,162	1,083

Nhìn chung, khối lượng riêng của vật liệu chênh nhau không nhiều ở các tỉ lệ nhựa/bột cao su khác nhau. Khối lượng riêng cao nhất là 1,249 g/cm³ ở tỉ lệ 20/80.

3.2. Ảnh hưởng của tỉ lệ nhựa/cao su đến độ bền cơ lý

Bảng 2. Kết quả đo độ bền uốn (N/mm²)

Tỉ lệ N:CS	Lần 1	Lần 2	Lần 3	TB
10/90	2,888	3,400	3,504	3,264
20/80	4,425	6,463	6,944	5,944
30/70	6,700	6,975	8,338	7,338
40/60	7,950	9,875	9,231	9,019
50/50	4,988	5,625	4,913	5,175
60/40	7,500	8,625	9,019	8,381
70/30	7,875	11,213	9,713	9,600
80/20	8,125	7,900	8,144	8,056

Bảng 3. Kết quả đo độ bền nén (N/mm²)

Tỉ lệ N:CS	Lần 1	Lần 2	Lần 3	TB
10/90	-	-	-	-
20/80	-	-	-	-
30/70	-	-	-	-
40/60	13,750	15,275	14,250	14,425
50/50	6,638	8,172	8,197	7,669
60/40	13,637	13,253	13,910	13,600
70/30	19,125	18,253	18,478	18,619
80/20	25,950	25,756	25,732	25,813

Nhìn chung, độ bền cơ học (uốn, nén) của loại vật liệu mới này thấp (uốn: 9,019

N/mm² ở tỉ lệ 40/60 và 9,6 N/mm² ở tỉ lệ 70/30; nén: 25,813N/mm² ở tỉ lệ 80/20). Bởi vì bột cao su tái sinh này là bột đã được lưu hoá chỉ bị đứt mạch do va chạm cơ học trong quá trình nghiền, nên nó còn rất bền và khả năng thấm nhựa qua mạch là rất khó, mặt khác nhựa Phenol-Formaldehyt chỉ tương hợp nhiều trong cao su có độ phân cực lớn, nhưng cao su tái sinh từ lớp ô tô phế thải phần lớn là cao su thiên nhiên, vì vậy khả năng tương hợp nhựa với bột cao su thấp, làm cho vật liệu có độ bền cơ lý thấp.

3.3. Độ bền môi trường của các mẫu với tỉ lệ nhựa/cao su khác nhau

Bảng 4. Độ trương của mẫu vật liệu bột ép trong các môi trường ngâm (%)

T T	Tỷ lệ nhựa:caosu	10/90	20/80	30/70	40/60	50/50	60/40	70/30	80/20
1	Trong môi trường NaCl 10%								
	7 ngày	0,402	0,219	0,047	0,003	0,055	0,353	0,666	1,135
	14 ngày	0,471	0,233	0,048	0,021	0,063	0,416	0,696	1,194
2	Trong môi trường H ₂ O								
	7 ngày	1,825	0,431	0,491	0,346	0,375	0,720	0,734	0,991
	14 ngày	2,561	0,801	0,991	0,351	0,645	1,619	1,659	1,104
3	Trong môi trường H ₂ SO ₄ (10%)								
	7 ngày	1,398	0,329	0,278	0,113	0,174	0,282	1,673	2,182
	14 ngày	2,149	1,329	0,296	0,181	0,356	0,582	2,137	4,024
4	Trong môi trường NaOH (10%)								
	7 ngày	23,889	3,479	1,254	3,762	6,577	10,876	12,684	-
	14 ngày	33,656	23,612	8,231	9,991	10,379	15,847	15,913	-
5	Trong môi trường Xăng A92								
	7 ngày	111,189	59,229	45,188	33,002	28,503	23,913	13,593	6,591
	14 ngày	120,187	74,159	59,639	45,996	38,058	27,221	18,986	9,962
6	Trong môi trường Dầu hoá								
	7 ngày	78,404	59,729	26,161	15,215	15,121	13,129	9,059	5,461
	14 ngày	81,011	60,875	34,050	20,672	17,870	17,756	14,138	10,651

Bảng 5. Độ tan của mẫu vật liệu bột ép trong các môi trường ngâm (%)

T T	Tỷ lệ nhựa:cao su	10/90	20/80	30/70	40/60	50/50	60/40	70/30	80/20
1	Trong môi trường NaCl 10%								
	7 ngày	0	0	0	0	0	0	0	0

	14 ngày	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Trong môi trường H ₂ O								
	7 ngày	0	0	0	0	0	0	0	0
	14 ngày	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Trong môi trường H ₂ SO ₄ (10%)								
	7 ngày	0,518	0	0	0	0	0	0	0
	14 ngày	0,740	0,070	0	0	0	0	0	0
4	Trong môi trường NaOH (10%)								
	7 ngày	6,443	1,934	1,634	1,485	1,722	2,131	2,595	-
	14 ngày	11,686	10,939	3,377	3,234	4,962	5,205	6,055	-
5	Trong môi trường Xăng A92								
	7 ngày	11,318	8,575	7,201	5,734	1,941	0	0	0
	14 ngày	12,830	10,653	8,736	5,990	2,816	0	0	0
6	Trong môi trường Dầu hoả								
	7 ngày	19,907	14,285	6,512	2,460	0,235	0	0	0
	14 ngày	26,125	22,603	12,517	6,226	4,113	3,138	2,811	0

Độ trương của vật liệu bột ép trong các môi trường ngâm theo thứ tự như sau: NaOH>H₂O>H₂SO₄>NaCl và tăng theo chiều hàm lượng nhựa tăng, chất độn giảm, nhất là trong môi trường NaOH thì vật liệu kém bền và nếu tỉ lệ nhựa nhiều sẽ bị phá hủy trong môi trường NaOH. Trong môi trường xăng, dầu thì loại vật liệu bột ép đều kém bền và độ trương giảm theo hàm lượng nhựa tăng và khi tăng hàm lượng nhựa, tức tăng tính bền xăng dầu cho vật liệu, nên độ trương giảm xuống.

Vật liệu bột ép hầu như không tan trong các môi trường NaCl, H₂O chỉ tan ít trong môi trường H₂SO₄ ở khoảng tỉ lệ nhựa ít, khi tăng hàm lượng nhựa lên thì hầu hết là không tan. Do kém bền trong môi trường NaOH, xăng và dầu hỏa, nên loại vật liệu bột ép cũng tan nhiều trong môi trường này. Khi tăng thời gian ngâm thì độ trương và độ tan cũng tăng theo, tuy nhiên trong môi trường NaCl, H₂O, H₂SO₄ thì tăng ít hơn, còn trong môi trường NaOH, xăng, dầu thì tăng nhiều hơn.

3.4. Áp dụng mô hình toán để tính toán điều kiện tối ưu cho sản phẩm

Phương trình hồi quy thực nghiệm có dạng sau :

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{33}X_3^2$$

X1%: tỉ lệ nhựa PF - bột cao su lưu hóa; X2%: hàm lượng chất độn rắn nhựa Urotropin; X3%: hàm lượng lưu huỳnh lưu hóa cao su; Y (N/mm²): Độ bền uốn.

Bảng 7. Bảng ma trận thí nghiệm và kết quả

TT	Thực			Mã							Kết quả đo			
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₀	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁ .X ₂	X ₁ .X ₃	X ₂ .X ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y _R
1	60	2	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	7,97	7,22	7,59	7,59
2	80	2	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	6,78	6,63	7,03	6,81
3	60	6	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	7,50	7,31	6,38	7,06
4	80	6	1	1	1	1	-1	1	-1	-1	5,06	8,44	6,75	6,75
5	60	2	2	1	-1	-1	1	1	-1	-1	8,25	8,06	8,16	8,16
6	80	2	2	1	1	-1	1	-1	1	-1	8,72	5,81	7,27	7,27
7	60	6	2	1	-1	1	1	-1	-1	1	7,13	6,28	6,70	6,70
8	80	6	2	1	1	1	1	1	1	1	6,47	6,03	6,91	6,47
9	53,18	4	1,5	1	-1,682	0	0	0	0	0	5,53	5,53	6,66	5,91
10	86,82	4	1,5	1	1,682	0	0	0	0	0	4,73	4,32	5,43	4,83
11	70	0,64	1,5	1	0	-1,682	0	0	0	0	6,34	6,28	7,06	6,56
12	70	7,36	1,5	1	0	1,682	0	0	0	0	5,53	7,50	6,52	6,52
13	70	4	0,66	1	0	0	-1,682	0	0	0	4,13	6,24	5,39	5,25
14	70	4	2,34	1	0	0	1,682	0	0	0	11,47	11,59	13,03	12,03
15	70	4	1,5	1	0	0	0	0	0	0	11,13	11,56	11,44	11,37
16	70	4	1,5	1	0	0	0	0	0	0	9,97	9,29	10,36	9,88
17	70	4	1,5	1	0	0	0	0	0	0	9,40	9,50	9,78	9,56
18	70	4	1,5	1	0	0	0	0	0	0	11,31	11,8	10,64	11,25
19	70	4	1,5	1	0	0	0	0	0	0	10,63	11,58	11,92	11,37
20	70	4	1,5	1	0	0	0	0	0	0	9,63	9,36	10,23	9,74

Trong đó: Y₁, Y₂, Y₃: số liệu 3 lần đo, Y_R: số liệu trung bình

Giải phương trình hồi qui nói trên (Phương pháp lên dốc đứng - phương pháp Gradient), ta có kết quả như sau: Sản phẩm bột ép đi từ bột cao su l ưu hóa có độ bền uốn đạt cực đại Y_{Rmax}=11,47N/mm² khi X₁=70/30, X₂=4% và X₃= 2,3%. Ta thấy kết quả trên phù hợp với khoảng lựa chọn ban đầu của các yếu tố đầu vào. So sánh với kết quả thí nghiệm thực tế, ta thấy ở thí nghiệm thứ 14 thì cho kết quả tối ưu. Sai số tính toán giữa phương trình hồi qui lý thuyết và thực tế nằm trong giới hạn cho phép (<5%).

4. Kết luận

Với phương pháp quy hoạch thực nghiệm, chúng tôi đã tìm được điều kiện tối ưu để có được sản phẩm từ lốp cũ ô tô. Độ bền cơ học của sản phẩm bột ép đi từ bột cao su lưu hóa (có nguồn gốc từ lốp ô tô phế thải) là không cao lắm do khả năng tương tác thích với nhựa nền kém. Điều này dẫn đến độ bền môi trường của vật liệu không cao.

Tuy vậy, vật liệu này có thể ứng dụng làm vật liệu không yêu cầu cao về tính cơ học như: vật liệu cách âm, tấm lót sàn, vật liệu gạch lót lề đường, gạch lót sàn trang trí, tấm ngói.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, *Kỹ thuật sản xuất chất dẻo*, Hóa lý polymer.
- [2] Phạm Minh Hải, *Vật liệu chất dẻo: Tính chất và công nghệ gia công*, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, 1991.
- [3] Đào Hùng Cường, *Giáo trình cơ sở lý thuyết hóa học hữu cơ*, Đại học Đà Nẵng, 1996.
- [4] X.L. Akhnadarova, V.V. Kapharop, *Tối ưu hóa thực nghiệm trong hóa học và kỹ thuật hóa học*, Trường Đại học Kỹ thuật TP Hồ Chí Minh, 1994.
- [5] Ngô Phú Trù, *Kỹ thuật chế biến và Gia công cao su*, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, 1995.
- [6] R.J. Crawford, *Plastics engineering*, Butterworth Heinemann, 1998.
- [7] Ferdinand Rodriguez, *Principles of polymer systems*, Ferdinand Rodriguez, 1996.
- [8] Donald G. Baird, Dimitris I. Collias, *Polymer processing principles and design*, A Wiley-Interscience publication, John Wiley & Sons, Inc, 1998.
- [9] J. Brandrup, E.H. Immergut, E.A. Grulke, *Polymer handbook*, A Wiley - Interscience publication, John Wiley & Sons, Inc, 1999.
- [10] Đỗ Trường Thiện, “Xác định chỉ số khâu mạch của nhựa Caedanol Formandehit trong lưu hóa cao su”, *Tuyển tập báo cáo Hội nghị hóa học toàn quốc lần thứ 3, Hội hóa học Việt Nam*, Hà Nội, 1998.
- [11] Đào Hùng Cường, “Nghiên cứu một số phụ gia cho quá trình tái sinh cao su”, *Tạp chí Hóa học và ứng dụng*, 2002, số 12, Tr.24-27.
- [12] Đỗ Trường Thiện, Nguyễn Văn Khôi, “Tổ hợp vật liệu từ cao su thiên nhiên (NR) với nhựa Cardanol (CNR)”, *Tạp chí Hóa học*, 1995, T.33, số 3, Tr.36-38.
- [13] Đỗ Trường Thiện, Đặng Văn Luyến, Nguyễn Văn Khôi, Đỗ Quang Kháng, “Nghiên cứu tăng cứng cao su bằng nhựa Caedanol-Phenol-Formandehyt”, *Tạp chí Hóa học*, 1996, T.34, số 2, Tr.88-91.
- [14] Đào Hùng Cường, Nghiên cứu nâng cao chất lượng cao su tái sinh, *Đề tài cấp bộ*, mã số B2001-III-02, Đà Nẵng, 2002.
- [15] Số liệu thống kê của Sở Giao thông vận tải.
- [16] Polymer Recycling.