

NGHIÊN CỨU PHA TRỘN VUN CAO SU TỪ LỚP XE PHẾ THẢI VÀO HỖN HỢP NHỰA ĐƯỜNG NHẪM NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG MẶT ĐƯỜNG, GIẢM GIÁ THÀNH ĐỒNG THỜI GIẢM Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG

INVESTIGATING THE BLENDING OF SCRAP TIRE RUBBER INTO ASPHALTS MIXTURES FOR SIMULTANEOUSLY INCREASING THE ROAD SURFACE QUALITY AND DECREASING PRICE AND ENVIRONMENTAL POLLUTION

Lê Thị Như Ý

Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng; ltnhuy@dut.udn.vn

Tóm tắt - Sử dụng nhựa đường Polimer (Polymer Modified Bitumens-PMB) nhập khẩu hiện nay được xem như giải pháp duy nhất để kháng lún cho đường bộ Việt Nam. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã tiến hành sử dụng vụn cao su từ lớp xe phế thải thay cho hạt nhựa SBS (Styrene-Butylene-Styrene) trong thành phần của nhựa đường PMB để pha trộn với hỗn hợp nhựa đường, đã không những nâng cao chất lượng của nhựa đường qua việc cải thiện các thông số chính như: độ kim lún, điểm hóa mềm, độ đàn hồi, độ nhớt động học,... mà còn làm giảm giá thành sản phẩm cũng như giảm thiểu ô nhiễm môi trường. Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng hỗn hợp nhựa đường như kích cỡ hạt vụn cao su, tỉ lệ cao su/nhựa đường và nhiệt độ phối trộn đã được khảo sát và các giá trị tối ưu đã được xác định qua việc lập và giải bài toán qui hoạch thực nghiệm. So sánh chất lượng của hỗn hợp tối ưu của nhựa đường và vụn cao su từ lớp xe phế thải với nhựa đường PMBI, cho phép đánh giá tiềm năng tái sử dụng của vật liệu phế thải này.

Từ khóa - vụn cao su phế thải; nhựa đường; mặt đường; nhựa đường polimer; môi trường.

Abstract - Using imported polymer modified bitumens (PMB) are now considered as the only measure to reinforce the subsidence resistance for road network in Vietnam. In this study, the addition of scrap tire rubber (STR) instead of using SBS (Styrene-Butylene-Styrene) polymer grain into the asphalt mixtures will not only enhance the quality of asphalt mixture by improving important specifications such as: the penetration index, the softening point, the elastic modulus and the kinematic viscosity, but also lower the production costs as well as limit environmental pollution. The influence of the principal factors such as: scrap tire rubber size, scrap tire rubber/ asphalt mixtures ratio and temperature on quality of asphalt mixture has been ascertained and their optimum values are determined by establishing and solving an experimental programming problem. Comparing the quality of optimum STR-asphalt mixture with asphalt PMBI allows evaluating the potential reuse of this waste material.

Key words - scrap tire rubber; asphalt; road surface; polymer modified bitumens; environment.

1. Đặt vấn đề

Như chúng ta đã biết, chất lượng nhựa đường có vai trò rất quan trọng đối với chất lượng sử dụng cũng như tuổi thọ của kết cấu đường giao thông [1]. Trong quá trình khai thác, do chịu tác dụng của tải trọng các phương tiện giao thông cũng như chịu ảnh hưởng của các điều kiện môi trường khắc nghiệt như nắng nóng, ngập úng do mưa bão nên không thể tránh khỏi hư hỏng mặt đường, đặc biệt là tình trạng lún vệt bánh xe trên các quốc lộ ngày càng trở nên nghiêm trọng, gây mất an toàn giao thông và ảnh hưởng nghiêm trọng đến lưu thông của các phương tiện (Hình 1).



Hình 1. Một đoạn quốc lộ 1 tại miền Trung bị lún trong đợt nắng nóng hè vừa qua

Do đó, sau một thời gian đưa vào sử dụng, các hệ thống đường bộ cần được tiến hành nâng cấp, cải tạo hoặc làm mới với chi phí khá cao, gây lãng phí rất lớn cho ngân sách nhà nước. Hiện nay giải pháp khắc phục của nước ta là sử dụng nhựa đường polimer (PMB) thay cho nhựa đường thông thường [2-5], nhưng việc sản xuất nhựa đường PMB đòi hỏi chi phí rất cao vì nguồn nguyên liệu hạt nhựa SBS (styrene-butadiene-styrene) dùng để phối trộn cần phải nhập khẩu từ nước ngoài với giá thành đắt, đó chính là điểm mấu chốt của nghiên cứu này.

Trong khi đó, mỗi ngày ở Việt Nam cũng như trên thế giới, đặc biệt ở các nước tiên tiến có rất nhiều lốp xe cũ được thải ra mà chưa có hướng xử lý thích hợp, khiến nguy cơ gây ô nhiễm môi trường ngày càng trở nên nghiêm trọng. Xuất phát từ kết quả của một số nghiên cứu trên thế giới chứng minh vụn cao su từ lớp xe phế thải có các tính chất cơ bản tương tự với hạt polimer SBS nên từ năm 2001, nghiên cứu sử dụng nhựa đường cao su (Rubberized Asphalt) đã được thử nghiệm đầu tiên tại bang Arizona và sau đó đã được ứng dụng ở nhiều bang khác của nước Mỹ [6 -10].

Tuy nhiên, ở Việt Nam cho đến nay chưa có công trình nghiên cứu nào thuộc lĩnh vực nghiên cứu trên, nên trong đề tài này chúng tôi đã đề xuất nghiên cứu pha trộn vụn cao su từ lớp xe phế thải thay thế hạt SBS để sản xuất hỗn hợp nhựa đường có chất lượng tương đương với hỗn hợp nhựa đường polimer, vừa giảm giá thành đồng thời giảm ô nhiễm môi trường.

2. Thực nghiệm

2.1. Chọn nguồn vụn cao su và xác định kích cỡ hạt

Theo các nghiên cứu gần đây, nguồn vụn cao su dùng để pha trộn vào nhựa đường được sản xuất từ lốp xe phế thải theo hai phương pháp: nghiền vụn ở điều kiện nhiệt độ thường và nghiền ở điều kiện làm lạnh sâu (cryogenic), sau đó làm sạch bằng cách loại bỏ các tạp chất như sợi vải và vụn thép trong lớp vỏ bên ngoài lốp xe. Nhìn chung, quá trình xử lý rất phức tạp và yêu cầu phải sử dụng các thiết bị chuyên dụng khá đắt tiền. Do vậy, trong nghiên cứu này chúng tôi đã chọn sử dụng hỗn hợp vụn cao su được thải ra trong quá trình mài lớp cao su ngoài để phục hồi các lốp xe cũ trong phân xưởng đắp lớp của nhà máy cao su Đà Nẵng (Hình 2).



Hình 2. Vụn cao su lấy từ phân xưởng đắp lớp của nhà máy cao su Đà Nẵng

Ưu điểm của hỗn hợp vụn cao su này là không bị lẫn các tạp chất như sợi vải và vụn thép do được bào mòn ở bên ngoài của lớp vỏ (gồm cao su được gia cố bằng lớp vải bố có sợi kim loại). Để có thể sử dụng hiệu quả vụn cao su với kích cỡ phù hợp thay thế cho hạt SBS phối trộn vào hỗn hợp nhựa đường, chúng tôi tiến hành xác định thành phần hạt theo TCVN 4198-95 bằng bộ rây có kích thước lỗ: 2; 1,6; 1,25; 1; 0,65; 0,5 và 0,3 mm và máy sàng rung.

2.2. Chọn nguồn nhựa đường

Nhựa đường loại 60/70 được lấy từ bể chứa của Chi nhánh Nhựa đường TP. Đà Nẵng, có các tính chất đặc trưng được trình bày trong Bảng 1.

2.3. Điều kiện phối trộn tạo mẫu

Chất lượng của hỗn hợp nhựa đường phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như: nhiệt độ và thời gian khuấy trộn; tỉ lệ phối trộn giữa nhựa đường/vụn cao su; kích cỡ hạt vụn cao su; lượng dầu gốc (nhằm làm giảm độ nhớt, tạo điều kiện dễ dàng cho quá trình khuấy trộn, tăng độ đồng nhất cho hỗn hợp nhựa đường),...

Sau khi tham khảo số liệu thực tế ở Chi nhánh Nhựa đường TP. Đà Nẵng, chúng tôi đã chọn cố định lượng dầu gốc là 1 wt% và thời gian khuấy trộn là 3 giờ.

Về nhiệt độ khuấy trộn, căn cứ vào nhiệt độ khuấy trộn hỗn hợp nhựa đường PMB I sử dụng 5 wt% hạt nhựa SBS là 180°C và tính chất nhựa đường đặc nóng 60/70 của Cty Nhựa Đường Petrolimex Chi nhánh Đà Nẵng sẽ bị biến đổi và giảm chất lượng ở nhiệt độ > 190°C, chúng tôi đã lựa chọn khoảng nhiệt độ khuấy trộn hỗn hợp nhựa đường/vụn cao su là từ 170°C đến 190°C.

Dựa vào kết quả của một số nghiên cứu trên thế giới [11, 12], chúng tôi chọn tỉ lệ phối trộn của vụn cao su/hỗn hợp nhựa đường dao động trong khoảng từ 10 đến 15 wt%, trong đó theo tiêu chuẩn ASTM D6114, lượng cao su phối trộn vào Asphalt-Rubber không được quá 15 wt% hỗn hợp nhựa đường do tính đến độ trương nở của cao su do hấp thụ dầu trong nhựa đường khi phối trộn vào. Sau đó tiến hành kiểm tra các chỉ tiêu chất lượng của mẫu.

2.4. Tối ưu điều kiện phối trộn

Tiến hành qui hoạch thực nghiệm nhằm mục tiêu xác định giá trị của 03 yếu tố ảnh hưởng gồm: nhiệt độ khuấy trộn hỗn hợp nhựa đường (°C); tỉ lệ phối trộn (%) và kích thước của hạt vụn cao su (mm) để hỗn hợp nhựa đường phối trộn được thỏa mãn 4 hàm mục tiêu (HMT) là: độ kim lún; điểm hóa mềm; độ nhớt động học và độ đàn hồi.

Đầu tiên, chúng tôi tiến hành chọn phương án qui hoạch trực giao cấp 1. Nếu phương án này không tương thích, chúng tôi vùng thực nghiệm đã nằm trong vùng phi tuyến, lúc đó phải dùng mô hình tuyến tính bậc hai, có thể là bài toán qui hoạch trực giao cấp hai của Box-Wilson hoặc qui hoạch quay cấp hai của Box-Hunter.

2.5. Các chỉ tiêu chất lượng của hỗn hợp nhựa đường

Các mẫu hỗn hợp nhựa đường phối trộn được sẽ được kiểm tra chất lượng tại Phòng Kỹ thuật Chi nhánh Nhựa đường TP. Đà Nẵng thông qua năm chỉ tiêu chính ảnh hưởng đến tính năng chống biến dạng gây ra hằn lún vết bánh xe sau:

- Độ kim lún ở 25°C: được xác định bằng thiết bị TB129 (MATEST, Italy) theo TCVN 7495:2005 ASTM D 5-97 (Hình 2a);

- Điểm hóa mềm: được xác định bằng thiết bị B070N1 (MATEST, Italy) theo TCVN 7497:2005 ASTM D 36-00 (Hình 2b);

- Độ đàn hồi: được xác định bằng thiết bị đo độ đàn hồi theo TCVN 7497:2005 ASTM D6084 (Hình 2d);

- Độ nhớt động học ở 135°C: được xác định bằng thiết bị Thermosel MA 02346 (Brookfield, USA) theo TCVN 7502:2005 ASTM D2170 - 01a (Hình 2c);

- Độ bám dính với đá: được xác định theo TCVN 7504:2005.

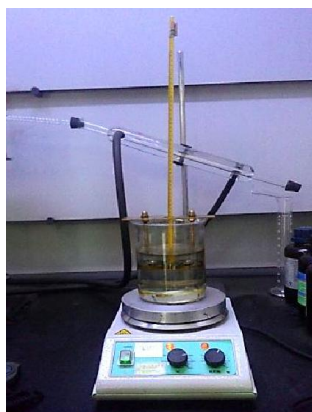
Sau đó so sánh với chất lượng của nhựa đường polymer PMBI (được trình bày trong Bảng 1), loại nhựa đường cải thiện bằng polymer dẻo nhiệt đàn hồi SBS, là sản phẩm cao cấp của Công ty Nhựa đường Petrolimex sử dụng trong xây dựng đường sá, sân bay với tính năng chống tình trạng lún vết bánh xe.

Bảng 1. Một số chỉ tiêu chất lượng của nhựa đường 60/70 và nhựa đường polymer PMBI

Chỉ tiêu	Nhựa đường 60/70	PMBI
Độ kim lún, dmm	46 – 55	50 – 70
Điểm hóa mềm, °C	60 – 70	min 60
Độ đàn hồi, %	-	min 60
Độ nhớt động học, cSt	> 100	max 3000
Chỉ tiêu dính bám	≥ Cấp 3	≥ Cấp 4



Hình 2a. Thiết bị đo độ lún kim của hỗn hợp nhựa đường



Hình 2b. Thiết bị đo điểm hóa mềm của hỗn hợp nhựa đường



Hình 2c. Thiết bị đo độ nhớt động học của hỗn hợp nhựa đường



Hình 2d. Thiết bị đo độ đàn hồi của hỗn hợp nhựa đường

2.6. Khảo sát cấu trúc của các hỗn hợp nhựa đường

Sử dụng kính hiển vi quang học Olympus CX21, model CX21LEDFS1 với độ phóng đại 1000, 400, 100 và 40 lần để khảo sát cấu trúc của các mẫu hỗn hợp nhựa đường.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Xác định độ lẫn tạp chất và hình thái học của vụn cao su phổ thải

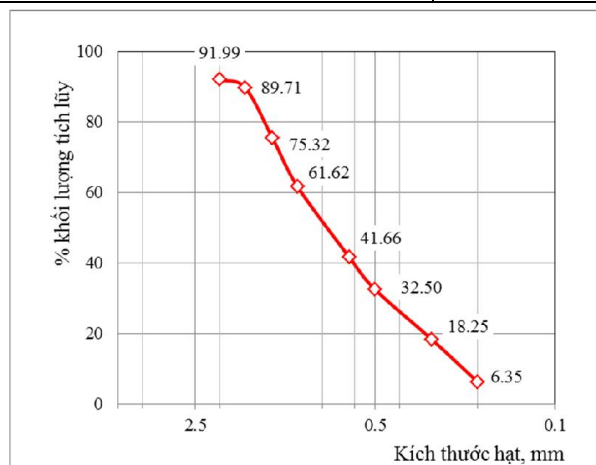
Đầu tiên, quan sát bằng mắt chúng tôi có thể xác định hỗn hợp vụn cao su không bị lẫn các tạp chất như sợi vải, sau đó sử dụng nam châm để xác định không có lẫn vụn thép trong hỗn hợp vụn cao su này. Điều này cũng dễ dàng được giải thích do hỗn hợp vụn cao su này thu được trong quá trình bào mòn phân cao su ở bên ngoài lớp vỏ của các lốp xe cũ như đã trình bày ở trên.

Cân 100g mẫu vụn cao su, cho vào rây trên cùng của bộ rây và lắp vào máy sàng rung, lắc trong 30 phút. Kết quả phân tích thành phần hạt của mẫu vụn cao su được trình bày ở Bảng 2 và Hình 3.

Bảng 2. Thành phần hạt của mẫu vụn cao su

Dưới rây có kích thước lỗ (mm)	Trên rây có kích thước lỗ (mm)	Khối lượng nhóm hạt (g)
-	2	8,01
2	1,6	2,28
1,6	1,25	14,39

1,25	1	13,70
1	0,65	19,96
0,65	0,5	9,16
0,5	0,3	14,25
0,3	0,2	11,90
0,2	-	6,35
Tổng		100



Hình 3. Đường cong phân phối kích thước hạt

Đường cong phân phối kích thước hạt của hỗn hợp vụn cao su có độ dốc đứng lớn, điều đó chứng tỏ sự phân bố không đồng đều của các cỡ hạt, đòi hỏi phải phân chúng thành nhiều nhóm hạt tương thích với các mục đích sử dụng khác nhau.

Căn cứ vào một số kết quả nghiên cứu đã công bố [1, 10, 11] và kích cỡ hạt SBS nhập khẩu được sử dụng ở Công ty nhựa đường TP. Đà Nẵng - khoảng 3 mm, sau khi nghiên cứu kỹ lưỡng kích cỡ khoảng 0,2 - 0,3 mm, đồng thời với mong muốn ứng dụng mô hình bài toán qui hoạch thực nghiệm vào nghiên cứu để tìm ra các giá trị tối ưu, chúng tôi đã tiến hành chọn 3 nhóm cỡ hạt:

- Nhóm 1: cỡ hạt < 1 mm chiếm 61,62 wt%;
- Nhóm 2: cỡ hạt < 0,65 mm chiếm 41,66 wt%;
- Nhóm 3: cỡ hạt < 0,3 mm chiếm 18,25 wt%.

3.2. Tối ưu điều kiện phối trộn

Đầu tiên, chúng tôi tiến hành chọn phương án qui hoạch trực giao cấp 1 với 3 yếu tố ($k = 3$) và 2 mức ($n = 2$) gồm:

- Nhiệt độ khuấy trộn X_1 ($170 \div 190^\circ\text{C}$);
- Tỷ lệ phối trộn giữa vụn cao su/hỗn hợp nhựa đường X_2 ($10 \div 15\%$);

- Kích thước vụn cao su X_3 (từ < 0,3 mm đến < 1 mm).

Số thí nghiệm (TN) cần thực hiện là $N = n^k + n_0 = 2^3 + 3 = 11$, trong đó số TN tại tâm $n_0 = 3$ sao cho thỏa mãn các HMT đạt được giá trị cao nhất.

Thực nghiệm với một số mẫu được khuấy trộn ở nhiệt độ thấp hoặc/và có tỷ lệ lượng vụn cao su cao hoặc/và với kích cỡ lớn (< 1 mm) cho thấy 2 HMT là độ nhớt động học và độ bám dính với đá của các mẫu thí nghiệm trên đều đạt yêu cầu (độ nhớt động học ở 135°C luôn < 3000 cSt và độ bám dính với đá đều $\geq$ cấp 4), nên bài toán sẽ chỉ tập trung vào 3 HMT sau:

- Y_1 - Độ kim lún, dmm;
 Y_2 - Điểm hóa mềm, °C;
 Y_3 - Độ đàn hồi, %.

Tiến hành thực nghiệm theo ma trận và kết quả được trình bày ở Bảng 3.

Bảng 3. Kết quả thực nghiệm của bài toán qui hoạch yếu tố toàn phần (TYT) với biến thực

TN	X_1 , °C	X_2 , %	X_3 , mm	Y_1 , dmm	Y_2 , °C	Y_3 , %
1	190	15	1	48,07	59,55	32
2	170	15	1	46,36	57,80	55
3	190	10	1	52,95	56,40	53
4	170	10	1	52,48	55,50	32
5	190	15	0,3	53,80	60,80	76
6	170	15	0,3	48,37	60,80	55
7	190	10	0,3	57,07	60,70	62
8	170	10	0,3	51,38	55,30	55
T1	180	12,5	0,65	50,3	53,4	56
T2	180	12,5	0,65	50,2	54,2	59
T3	180	12,5	0,65	49,8	54,5	57

Trong Bảng 3, các giá trị không đạt yêu cầu so với chỉ tiêu chất lượng của nhựa đường polymer PMBI được in đậm.

Dạng phương trình hồi qui (PTHQ) áp dụng cho phương án qui hoạch trực giao cấp 1:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{123}X_1X_2X_3$$

Tiến hành xác định các hệ số của PTHQ đối với từng HMT, kết quả được trình bày ở Bảng 4.

Bảng 4. Giá trị các hệ số của PTHQ đối với từng HMT

HMT	b_0	b_1	b_2	b_3	b_{12}	b_{13}	b_{23}	b_{123}
Y_1	51,31	1,66	-2,16	-1,35	0,12	-1,12	-0,59	0,19
Y_2	58,36	1,01	2,38	-1,04	-0,57	-0,34	-0,02	0,78
Y_3	52,50	3,25	2,00	-9,50	-3,75	-3,75	-1,50	-7,25

Sau khi kiểm tra ý nghĩa của các hệ số b bằng chuẩn Student và kiểm tra sự tương thích của các PTHQ thu được bằng chuẩn Fisher, chúng tôi đã thiết lập được PTHQ cho các HMT như sau:

$$Y_1 = 51,31 + 1,66X_1 - 2,16X_2 - 1,35X_3 - 1,12X_1X_3 - 0,59X_2X_3 \quad (1)$$

$$Y_2 = 58,36 + 1,01X_1 + 2,38X_2 - 1,04X_3 \quad (2)$$

$$Y_3 = 52,5 + 3,25X_1 - 9,5X_3 - 3,75X_1X_2 - 3,75X_1X_3 - 7,25X_1X_2X_3 \quad (3)$$

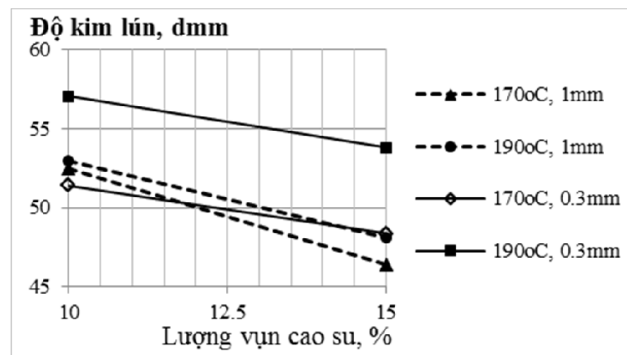
Để có thể xác định được giá trị tối ưu của các yếu tố ảnh hưởng, chúng tôi giả định tầm quan trọng của 3 HMT đến tính năng chống biến dạng gây ra hằn lún vết bánh xe của hỗn hợp nhựa đường là tương đương nhau nên cuối cùng đã qui về một PTHQ như sau:

$$\bar{Y} = 54,06 + 1,97X_1 + 0,07X_2 - 3,96X_3 - 1,25X_1X_2 - 1,62X_1X_3 - 0,2X_2X_3 - 2,42X_1X_2X_3 \quad (4)$$

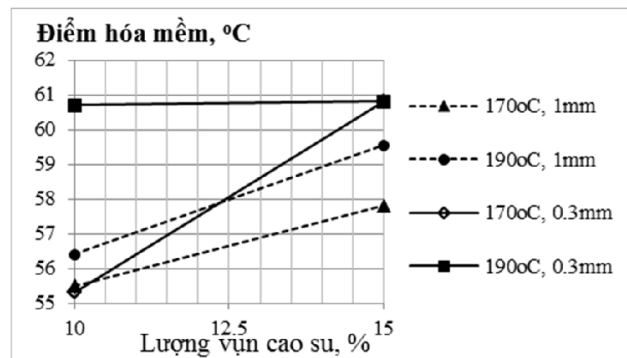
Giải phương trình để hàm $\bar{Y}$ trên đạt giá trị cực đại, chúng tôi xác định được giá trị tối ưu của các biến như sau: $X_1 = 190^\circ\text{C}$; $X_2 = 15\%$; $X_3 = 0,3 \text{ mm}$

Như vậy, các giá trị tối ưu đều nằm ở giá trị biên của miền khảo sát. Điều đó có nghĩa chúng ta có thể tối ưu hơn nữa các giá trị trên. Trên cơ sở các kết quả thu được, chúng

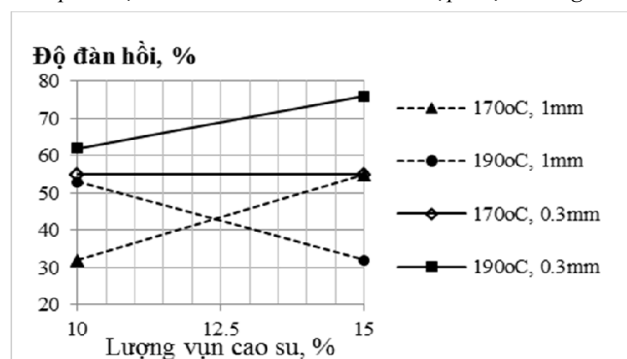
tôi tiến hành khảo sát sự ảnh hưởng của các yếu tố đến các chỉ tiêu chất lượng của hỗn hợp nhựa đường qua các đồ thị được biểu diễn trên Hình 4, 5 và 6.



Hình 4. Ảnh hưởng của nhiệt độ, lượng và kích cỡ vụn cao su phối trộn đến độ kim lún của hỗn hợp nhựa đường



Hình 5. Ảnh hưởng của nhiệt độ, lượng và kích cỡ vụn cao su phối trộn đến điểm hóa mềm của hỗn hợp nhựa đường



Hình 6. Ảnh hưởng của nhiệt độ, lượng và kích cỡ vụn cao su phối trộn đến độ đàn hồi của hỗn hợp nhựa đường

Trên cơ sở các PTHQ xác định được và các đồ thị trên, chúng tôi có thể sơ bộ kết luận: Độ kim lún sẽ tăng khi tăng nhiệt độ phối trộn, giảm lượng vụn cao su và giảm kích cỡ hạt. Điểm hóa mềm sẽ tăng khi tăng nhiệt độ phối trộn, tăng lượng vụn cao su và giảm kích cỡ hạt. Độ đàn hồi sẽ tăng khi tăng nhiệt độ phối trộn và giảm kích cỡ hạt, lượng vụn cao su phối trộn vào ảnh hưởng không đáng kể. Các kết luận trên hoàn toàn phù hợp với các kết quả nghiên cứu gần đây [12].

Một cách khái quát, để tăng giá trị của độ kim lún, điểm hóa mềm và độ đàn hồi của hỗn hợp nhựa đường, cần tăng nhiệt độ khuấy trộn và lượng vụn cao su, đồng thời giảm kích cỡ của hạt vụn cao su, trong đó yếu tố thứ ba là kích cỡ của hạt vụn cao su có ảnh hưởng đáng kể nhất, tiếp đến là yếu tố nhiệt độ khuấy trộn và có ảnh hưởng ít nhất đến

chất lượng của hỗn hợp nhựa đường là lượng vụn cao su phối trộn vào.

Tuy nhiên, đối với yếu tố đầu tiên là nhiệt độ phối trộn, giá trị 190°C là giá trị nhiệt độ giới hạn để đảm bảo không làm thay đổi chất lượng của nhựa đường, nên không thể tăng được nữa.

Yếu tố thứ hai là lượng vụn cao su phối trộn, chúng tôi đã thử tăng lượng sử dụng lên 20 wt% thì độ nhớt của hỗn hợp nhựa đường trở nên rất lớn, rất khó khuấy trộn, phải tăng thời gian khuấy trộn để đạt độ đồng đều, tuy nhiên độ bám dính với đá vẫn không đạt yêu cầu, chỉ đạt < cấp 3. Chúng tôi lại tiếp tục giảm lượng vụn cao su xuống 17 wt% nhưng độ bám dính với đá vẫn không đạt yêu cầu.

Còn đối với yếu tố thứ ba là kích cỡ hạt vụn cao su, chúng tôi không mong muốn giảm cỡ hạt vụn cao su phối trộn vào để có thể tận dụng nhiều hơn lượng cao su phế phẩm này vì dựa theo đường cong phân phối kích thước hạt ở Hình 3: Với kích cỡ hạt < 0,3 mm chúng ta có thể sử dụng 18,25% tổng lượng vụn cao su phế thải so với việc chỉ sử dụng được 6,35% nếu dùng hạt có kích cỡ < 0,2 mm).

Như vậy, ở điều kiện tối ưu xác định được, chúng tôi đã phối trộn 15 wt% vụn cao su từ lốp xe phế thải với kích cỡ < 0,3 mm vào nhựa đường 60/70, khuấy trộn và gia nhiệt ở 190°C trong 3 giờ sẽ cho hỗn hợp nhựa đường - vụn cao su (mẫu tối ưu) có chất lượng cao hơn nhựa đường 60/70, đồng thời đạt các chỉ tiêu chất lượng khi so sánh với yêu cầu chất lượng của nhựa đường polymer PMBI (Bảng 5).

Bảng 5. Chỉ tiêu chất lượng của hỗn hợp tối ưu nhựa đường và vụn cao su

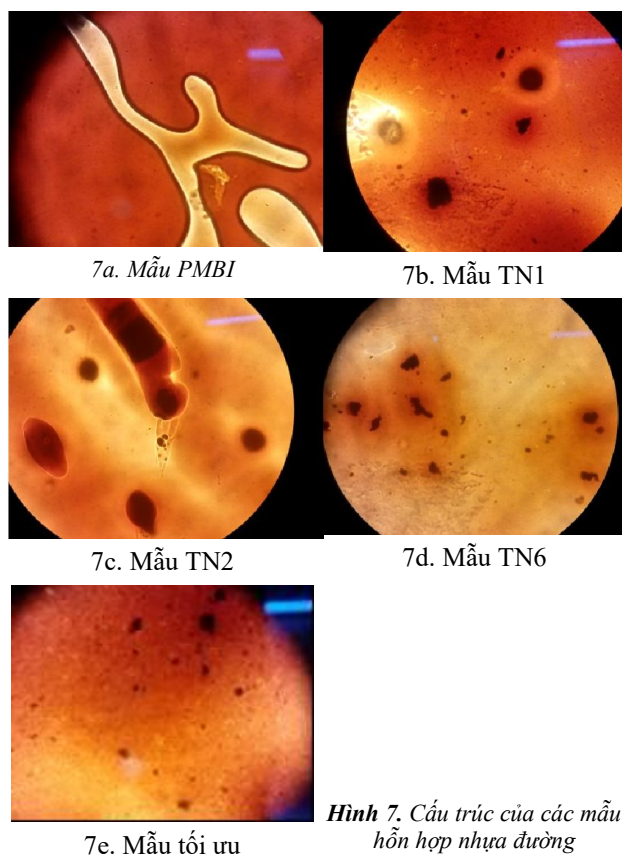
Chỉ tiêu	Hỗn hợp tối ưu nhựa đường và vụn cao su
Độ kim lún, dmm	53,8
Điểm hóa mềm, °C	60,8
Độ đàn hồi, %	76
Độ nhớt động học, cSt	930
Chỉ tiêu dính bám	≥ Cấp 4

Kết quả đạt được của nghiên cứu này có thể được đánh giá là tốt hơn so với kết quả của Adão Francisco de Almeida Júnior và các cộng sự [12]. Theo nghiên cứu này, kết quả tốt nhất được thực hiện với loại nhựa đường 50/70 phối trộn với 15% vụn cao su có kích cỡ 40 mesh ($\approx 0,4$ mm), kết quả cho hỗn hợp nhựa đường có độ kim lún là 69 dmm, điểm hóa mềm là 55°C, độ đàn hồi là 51% và độ nhớt động học ở 135°C là 3950 cSt. Như vậy so với yêu cầu chất lượng của PMBI thì hỗn hợp nhựa đường trên chỉ đạt duy nhất một chỉ tiêu về độ kim lún.

3.3. Khảo sát cấu trúc của các hỗn hợp nhựa đường và vụn cao su

Sử dụng kính hiển vi quang học Olympus CX21 với độ phóng đại 400 lần để khảo sát cấu trúc của 5 mẫu hỗn hợp nhựa đường: PMBI, mẫu ở TN1, TN2, TN6 và mẫu tối ưu. Kết quả được thể hiện ở Hình 7.

Khảo sát cấu trúc của mẫu nhựa đường polymer PMBI (Hình 7a) cho thấy, các hạt nhựa SBS sau khi qua nghiền và phối trộn với nhựa đường 60/70 ở 180°C trong 3 giờ đã hầu như hòa tan gần hết, chỉ có thể thấy các đốm mờ không rõ.



Hình 7. Cấu trúc của các mẫu hỗn hợp nhựa đường

Với mẫu TN1 và TN2 (Hình 7b và 7c) sử dụng 15% vụn cao su có kích cỡ < 1 mm ở nhiệt độ phối trộn lần lượt là 190°C và 170°C, chúng ta dễ dàng quan sát thấy tồn tại nhiều hạt vụn cao su kích cỡ lớn và phân bố không đồng đều, nhất là mẫu TN2 được phối trộn ở nhiệt độ thấp hơn. Như vậy, việc phối trộn vào nhựa đường vụn cao su có kích thước lớn có thể làm giảm hiệu quả sử dụng của vụn cao su, từ đó ảnh hưởng xấu đến chất lượng của hỗn hợp nhựa đường sản phẩm, một phần do các nhóm cỡ hạt lớn sẽ có bề mặt riêng nhỏ, làm giảm khả năng tiếp xúc của hạt vụn cao su với nhựa đường, giảm độ bám dính với đá, đồng thời khả năng hòa tan các hạt vụn cao su lớn trong nhựa đường nóng sẽ rất khó.

Trong khi đó, quan sát Hình 7d và 7e của mẫu TN6 và mẫu tối ưu với 15% vụn cao su có kích cỡ < 0,3 mm được phối trộn lần lượt ở 170°C và 190°C thì vẫn còn các hạt vụn cao su nhỏ. Tuy nhiên, các hạt có kích cỡ nhỏ hơn và được phân tán tương đối đồng đều hơn ở mẫu tối ưu do nhiệt độ phối trộn mẫu này cao hơn. Như vậy, ở nhiệt độ khuấy trộn 190°C trong 3 giờ, các hạt vụn cao su kích cỡ nhỏ có thể đã bị nóng chảy và hòa tan một phần, làm tăng độ bám dính của nhựa đường vào đá, tăng độ chịu nước và chống xói mòn, từ đó làm tăng tuổi thọ của mặt đường. Đồng thời, chính các hạt vụn cao su nhỏ chưa hòa tan hết này có khả năng sẽ tăng cường độ đàn hồi của hỗn hợp nhựa đường trong quá trình sử dụng, giảm hiệu quả tình trạng biến dạng mặt đường, dẫn đến hiện tượng hằn lún vệt bánh xe.

4. Kết luận

Bước đầu đã nghiên cứu thành công việc sử dụng vụn cao su từ lốp xe phế thải phối trộn vào hỗn hợp nhựa đường thay cho hạt nhựa SBS phải nhập khẩu đắt tiền, không

những nâng cao chất lượng của nhựa đường, còn làm giảm giá thành sản phẩm đồng thời giảm ô nhiễm môi trường.

Hỗn hợp nhựa đường đạt được mục tiêu nghiên cứu được phối trộn từ nhựa đường 60/70 và hạt vụn cao su có kích cỡ < 0,3 mm với tỉ lệ phối trộn (wt %): Nhựa đường: Vụn cao su: Dầu gốc = 94: 15: 1 được gia nhiệt và khuấy trộn ở nhiệt độ 190°C trong thời gian 3 giờ. Kết quả nghiên cứu này càng khẳng định tiềm năng tái sử dụng vụn cao su từ lốp xe phế thải trong định hướng cải thiện tính năng chống biến dạng gây ra hằn lún vết bánh xe của hỗn hợp nhựa đường trong quá trình sử dụng.

Tuy nhiên để kết quả nghiên cứu của đề tài được hoàn thiện hơn, nên tiến hành thêm các thí nghiệm (với chi phí khá đắt) về khảo sát độ lún vết bánh xe với mẫu hỗn hợp nhựa đường được phối trộn ở điều kiện tối ưu. Đồng thời, nên nghiên cứu nâng cao tiềm năng tái sử dụng vụn cao su từ lốp xe phế thải qua việc khảo sát thêm một số yếu tố khác có khả năng ảnh hưởng đến chất lượng của hỗn hợp nhựa đường như: lượng dầu gốc phối trộn; thời gian gia nhiệt;... để có thể tăng lượng hoặc kích cỡ hạt vụn cao su phối trộn vào nhựa đường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Soon-Jae Lee, Chandra K. Akisetty, Serji N. Amirkhanian. *The effect of crumb rubber modifier (CRM) on the performance*

properties of rubberized binders in HMA pavements. ScienceDirect Construction and Building Materials 22 (2008) 1368–1376.

- [2] <http://www.plc.petrolimex.com.vn/nd/nhua-duong-polime/nhua-duong-polime/default.aspx>
- [3] <http://www.baogiaothong.vn/nhua-duong-cai-tien-polime-khang-lun-hieu-qua-d58195.html>
- [4] <http://otp-flc.vn/tin-tuc/toa-dam-ve-ung-dung-ra-tai-viet-nam-ngay-16-03-2015.html>
- [5] <http://otp-flc.vn/tin-tuc/le-ky-ket-hop-dong-cho-du-an-nhua-duong-cau-su-hoa-rubberized-asphalt-.html>
- [6] Ni, Haifeng, 2003. Application of asphalt rubber technology to recreational trails - University of Denver.
- [7] Detection of Recycled Asphalt Pavement (RAP) in Bituminous Mixtures, William Buttlar, F. Eugene Rebholz and Walid Nassar, FINAL REPORT, Project IA-H1, FY 02 June 2004.
- [8] Japan Road Association “Guidelines for pavement design and work” (2010).
- [9] Asphalt: Rheology and Strengthening through Polymer Binders, 2013, Nii Attoh-Okine, Rutgers, Patrick Szary, CAIT Project, Center for Advanced Infrastructure and Transportation.
- [10] Manual of “Stabilizing construction method”, In-place stabilization, in-place recycling of base course, SAKAI Heavy Industries, 2010.
- [11] Serji N. Amirkhanian, Utilization of Crumb Rubber in Asphaltic Concrete Mixtures – South Carolina’s Experience., Report2001.
- [12] Adão Francisco de Almeida Júnior, Rosane Aparecida Battistelle, Barbara Stolte Bezerra, Rosani de Castro, Use of scrap tire rubber in place of SBS in modified asphalt as an environmentally correct alternative for Brazil, Journal of Cleaner Production 33 (2012) 236-238.

(BBT nhận bài: 01/09/2016, phản biện xong: 16/09/2016)