

Nghiên cứu một số chỉ tiêu kỹ thuật của bê tông nhựa sử dụng phụ gia hạt nhựa tái chế (RPE) theo phương pháp trộn ướt

■ PGS. TS. NGUYỄN VĂN HÙNG; TS. NGÔ CHÂU PHƯƠNG; TS. LÊ VĂN PHÚC

Trường Đại học Giao thông vận tải - Phân hiệu tại TP. Hồ Chí Minh

■ THS. NGUYỄN THANH PHONG - Công ty Cổ phần UTC2 (Trường Đại học Giao thông vận tải)

■ KS. THÁI TRƯỜNG GIANG - Công ty Cổ phần Hải Đăng

■ KS. MAI THÁI DUY - Ban Quản lý dự án các công trình giao thông Tây Ninh

TÓM TẮT: Trong những năm qua đã có sự quan tâm ngày càng lớn về sử dụng rác thải nhựa trong chế tạo mặt đường bê tông nhựa (BTN) nhằm cải thiện một số tính chất cơ lý của BTN mặt đường và đồng thời góp phần bảo vệ môi trường. Bài báo phân tích kết quả nghiên cứu bước đầu về đặc tính kỹ thuật của hỗn hợp BTN sử dụng nhựa đường 60/70 pha hạt nhựa tái chế (RPE - Recycled Polyethylene) so sánh với BTN sử dụng phụ gia SBS và BTN polymer, làm cơ sở cho việc nghiên cứu hoàn thiện quy trình sản xuất BTN có sử dụng phụ gia hạt nhựa tái chế theo phương pháp trộn ướt.

TỪ KHÓA: Phụ gia, hạt nhựa tái chế, trộn ướt.

ABSTRACT: In the past few years, there has been increasing interest in the use of recycled plastic in asphalt pavement to improve the performance of the pavement while reducing the amount of waste plastic that contributes to environmental protection. This paper presents research results on the technical properties of asphalt concrete using asphalt mixed recycled polyethylene (RPE), compared with SBS - Asphalt concrete and Polymer Asphalt concrete, as the basis for the production and widespread use of recycled plastic in asphalt concrete pavement.

KEYWORDS: Additive, recycled polyethylene, wet mixing method, asphalt concrete

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, tình trạng ô nhiễm rác thải nhựa, túi nilon rất nghiêm trọng. Nếu trung bình 10% số lượng chất thải nhựa và túi nilon không được tái sử dụng mà thải bỏ hoàn toàn, lượng chất thải nhựa và túi nilon thải bỏ ở Việt Nam sẽ xấp xỉ 2,5 triệu tấn/năm. Số lượng rác thải nhựa, túi nilon thải ra tăng dần sẽ là một "gánh nặng" cho môi trường, thậm chí còn dẫn đến thảm họa "ô nhiễm trắng".

Đã có nhiều nước sử dụng nhựa tái chế như Anh, Ấn Độ, Hoa Kỳ, Úc... làm phụ gia sản xuất BTN, vì về lý thuyết, do cấu tạo là các gốc hydrocarbon nên nhựa sau khi tan chảy sẽ liên kết vật lý dễ dàng với nhựa đường, ngăn không cho hỗn hợp bị rã vỡ ra và phân tán vào môi trường. Điều này không chỉ giúp giảm ô nhiễm rác thải nhựa mà còn tăng khả năng làm việc của BTN [10]. Nghiên cứu ở Trường Đại học GTVT [8] theo phương pháp trộn khô đã cho thấy các loại mảnh nhựa phế thải (mảnh nilon, chai PET, nắp PP) khi sử dụng làm phụ gia giúp tăng độ ổn định Marshall của BTN, trong khi loại hạt nhựa RPE không cho hiệu quả tương tự. Do đó, bài báo trình bày các kết quả bước đầu trong phòng thí nghiệm đánh giá khả năng sử dụng hạt nhựa phế thải làm phụ gia theo phương pháp trộn ướt cải thiện khả năng làm việc của BTN.

2. CÁC ĐẶC TÍNH KỸ THUẬT CỦA BTN SỬ DỤNG PHỤ GIA RPE

Để làm rõ các đặc tính kỹ thuật của hỗn hợp BTN sử dụng phụ gia RPE, nhóm tác giả đã tiến hành thí nghiệm tại Phòng Thí nghiệm kiểm định trọng điểm đường bộ, Môi trường và An toàn giao thông (Las-XD 1398) thuộc Công ty Cổ phần UTC2, Trường Đại học GTVT.

Vật liệu sử dụng vật liệu trong các thí nghiệm bao gồm:

- Hạt nhựa tái chế được sản xuất tại Nhà máy Xử lý rác thải Tây Ninh, Công ty CP Công nghệ môi trường Tây Ninh, Tập đoàn Hải Đăng;

- Nhựa 60/70, các loại cốt liệu, bột khoáng lấy tại trạm trộn BTN Giang Tân - Tây Ninh của Tập đoàn Hải Đăng.

2.1. Hỗn hợp bitum - RPE (BRPE)

Hạt RPE được trộn với bitum trước khi sử dụng chế tạo hỗn hợp BTN. Dựa trên các nghiên cứu đã thực hiện [8,9], sử dụng 3 hàm lượng hạt RPE so với khối lượng bitum là: 6%, 8% và 10%. Quy trình trộn như sau:

- Bitum 60/70 được gia nhiệt đến 150 - 160°C;

- Cho hạt RPE vào bitum và khuấy trộn trong thời gian 8 - 9h, tốc độ cánh trộn trong khoảng 30 phút đầu khoảng 400 - 600 vòng/phút, sau đó giảm xuống còn 100 - 200 vòng/phút. Trong suốt thời gian khuấy trộn, nhiệt độ bitum luôn được duy trì ở mức 150 - 160°C.

Bảng 2.1 trình bày kết quả thí nghiệm chỉ tiêu đo kim lún, hóa mềm và xác định nhiệt độ làm việc của hỗn hợp BRPE.

Bảng 2.1. Kết quả thí nghiệm hỗn hợp BRPE

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Hỗn hợp BRPE			Yêu cầu kỹ thuật (YCKT) của nhựa polymer theo 22TCN 319-04		
		6%	8%	10%	PMB-I	PMB-II	PMB-III
1	Đo kim lún (1/10mm)	32,3	28,5	21,8	50-70	40-70	40-70
2	Nhiệt độ hóa mềm (°C)	62,2	68,8	73,5	≥ 60	≥ 70	≥ 80
3	Đo nhớt Brookfield (Pa.s)	1,6	1,5	1,3	≥ 60	≥ 70	≥ 80
4	Nhiệt độ làm việc (°C)						
	-Trên mẫu	168,26	177,32	177,41			176,42
	-Dưới mẫu	163,99	171,09	172,52			174,70

* Xác định thông qua thí nghiệm độ nhớt theo ASTM T-316 [14] và AASHTO R30-02 [15]

Kết quả từ **Bảng 2.1** cho thấy, hỗn hợp BRPE có đặc tính kỹ thuật tương đương với các loại nhựa PMB-I hoặc PMB-II tùy thuộc vào hàm lượng hạt RPE.

2.2. Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của hỗn hợp BTN sử dụng phụ gia RPE

Đầu mẫu BTN sử dụng phụ gia RPE cho hai loại cấp phối C19 và C12.5 được thiết kế theo "Hướng dẫn áp dụng các tiêu chuẩn thí công và nghiệm thu các lớp BTN nóng" của Bộ GTVT tại Quyết định số 858/QĐ-BGTVT [5].

Chế tạo các mẫu bê tông với các tỉ lệ hạt RPE lần lượt là 0% (đối chứng), 6%, 8% và 10%. Quy trình tư chế tạo mẫu được thực hiện theo nghiên cứu trước đây của nhóm tác giả [7].

2.2.1. Phương pháp thí nghiệm và xử lý kết quả thí nghiệm

Các thí nghiệm được thực hiện bao gồm:

- Thí nghiệm độ ổn định, độ dẻo Marshall (MS) theo Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8860-1:2011 về BTN - Phương pháp thử - Phần 1: Xác định độ ổn định, độ dẻo Marshall [1] và nghiệm cứu của nhóm tác giả [6]. Số lượng mẫu thí nghiệm: 6 mẫu/tổ, 4 hàm lượng RPE, hai loại BTN C19, C12.5, tổng cộng 48 mẫu.

- Thí nghiệm cường độ kéo gián tiếp (ITS) theo Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8862:2011 về Quy trình thí nghiệm xác định cường độ kéo khi ép chèn của vật liệu hạt liên kết bằng các chất kết dính [2]. Số lượng mẫu thí nghiệm: 6 mẫu/tổ, 4 hàm lượng RPE, hai loại BTN C19, C12.5, tổng cộng 48 mẫu.

Việc xử lý số liệu các kết quả thí nghiệm được thực hiện trên phần mềm xử lý thống kê Minitab 17 [16] và tuân theo ASTM C670-15 [13].

2.2.2. Kết quả thí nghiệm

Thông kê phân tích kết quả các chỉ tiêu thí nghiệm bằng Minitab 17 đều cho hệ số điều chỉnh $R_{adj} \geq 80\%$, hệ số p-value < 0,05 đảm bảo mức ý nghĩa 95%.

Kết quả thí nghiệm được trình bày ở **Bảng 2.2**, **Bảng 2.3**

Bảng 2.2. Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý BTN C19 sử dụng phụ gia RPE

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	BTN sử dụng phụ gia RPE				YCKT của BTN 60/70	YCKT của BTN Polymer
		0%	8%	8%	10%		
1	Độ ổn định Marshall (kN)	10,79	11,82	12,67	14,56	≥ 8,0	≥ 10,0
2	Độ dẻo Marshall (mm)	3,82	5,57	5,88	5,57	1,5-4,0	3,0-6,0
3	Cường độ kéo gián tiếp (kPa)	906,13	1204,74	1263,24	1315,69		

Bảng 2.3. Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý BTN C12.5 sử dụng phụ gia RPE

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	BTN sử dụng phụ gia RPE			YCKT của BTN 60/70	YCKT của BTN polymer
		0%	6%	8%		
1	Độ ổn định Marshall (kN)	10,27	12,31	13,26	14,52	≥ 8,0
2	Độ dẻo Marshall (mm)	3,90	5,27	5,70	5,67	1,5-4,0
3	Cường độ kéo gián tiếp (kPa)	916,28	1157,99	1213,67	1359,54	

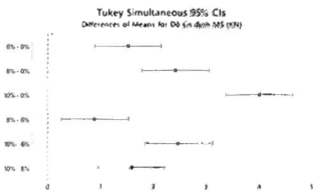
Kết quả từ **Bảng 2.1** và **Bảng 2.2** cho thấy:

- Độ ổn định MS:

- + Độ ổn định MS của các mẫu BTN có phụ gia RPE tăng trong khoảng 10 - 40% so với BTN thường, tùy thuộc vào hàm lượng RPE. Phân tích sự khác biệt bằng phần mềm minitab 17 [15] cũng cho thấy sự khác biệt này là có ý nghĩa thống kê (**Hình 2.1**).

- + BTN có sử dụng phụ gia RPE thỏa mãn yêu cầu của BTN polymer theo tiêu chuẩn ngành về Quy trình công nghệ thí công và nghiệm thu mặt đường BTN sử dụng bitum polymer 22TCN 356-06 [4]:

- Độ ổn định (S) ≥ 10KN đối với BTN dùng cho lớp dưới (BTN C19);
- Độ ổn định (S) ≥ 12KN đối với BTN dùng cho lớp trên (BTN C12.5).



if an interval does not contain zero, the corresponding means are significantly different

Hình 2.1. Phân tích ANOVA - Tukey độ ổn định MS của các loại BTN

- Độ dẻo MS: Độ dẻo MS của các mẫu BTN có sử dụng phụ gia RPE vượt quá giới hạn từ 1,5 - 4mm đối với nhựa 60/70 thông thường [5], tuy nhiên vẫn nằm trong giới hạn cho phép của BTN Polymer từ 3 - 6mm [4].

- Cường độ chịu kéo gián tiếp ITS: BTN có sử dụng phụ gia RPE có giá trị ITS nằm trong khoảng 690 - 1.380 kPa [8].

Từ kết quả thí nghiệm chỉ tiêu MS có thể đề xuất yêu cầu kỹ thuật cho BTN sử dụng RPE tương đương với BTN polymer.

2.3. Khả năng kháng lún vết bánh xe của BTN pha hạt RPE

Các kết quả thí nghiệm độ ổn định MS và ITS trong phạm vi bài báo này đều cho kết quả cao nhất tại hàm lượng RPE 10%. Tuy nhiên, tại hàm lượng RPE 10%, độ dẻo MS có xu hướng giảm (có khả năng dẫn đến khả năng kháng nứt giảm) nên các tác giả chọn hàm lượng hạt RPE tối ưu dùng cho thí nghiệm lún vết bánh xe là 8% Khối lượng thí nghiệm lún vết bánh xe như sau:

- Tỷ lệ hạt RPE 0% (đối chứng): 01 mẫu C19 và 01 mẫu C12.5;

- Tỷ lệ hạt RPE 8%:

+ Thí nghiệm với điều kiện của BTN sử dụng nhựa 60/70 thông thường (môi trường nước, nhiệt độ 50°C, 40.000 lượt): 01 mẫu C19 và 01 mẫu C12.5;

+ Thí nghiệm với điều kiện của BTN sử dụng nhựa polymer (môi trường nước, nhiệt độ 60°C, 40.000 lượt): 01 mẫu C19 và 01 mẫu C12.5;

- Kết quả thí nghiệm được thể hiện như Bảng 2.4 và Hình 2.2. Kết quả thí nghiệm được so sánh với BTN sử dụng SBS (5% so với hàm lượng bitum, phương pháp trộn khô) đã thực hiện trước đó [11,12].

Bảng 2.4. Kết quả thí nghiệm vết lún bánh xe (mm) của BTN C19

STT	Điều kiện thí nghiệm	BTN 60/70	BTN sử dụng phụ gia RPE	BTN sử dụng phụ gia SBS	YCKT của BTN 60/70	YCKT của BTN polymer
1	Môi trường nước, nhiệt độ 50°C, 40.000 lượt	6,76	2,28	2,47	≤ 12,5	
2	Môi trường nước, nhiệt độ 60°C, 40.000 lượt		3,02			≤ 10,0

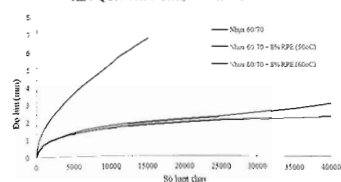
Bảng 2.5. Kết quả thí nghiệm vết lún bánh xe (mm) của BTN C12.5

STT	Điều kiện thí nghiệm	BTN 60/70	BTN sử dụng phụ gia RPE	BTN sử dụng phụ gia SBS	YCKT của BTN 60/70	YCKT của BTN polymer
1	Môi trường nước, nhiệt độ 50°C, 40.000 lượt	7,81	2,47	3,31	≤ 12,5	
2	Môi trường nước, nhiệt độ 60°C, 40.000 lượt		4,20			≤ 10,0

Kết quả thí nghiệm cho thấy, trong cùng điều kiện thí nghiệm, BTN có sử dụng phụ gia RPE cho kết quả kháng lún vượt trội so với nhựa 60/70 thông thường: Độ lún giảm khoảng 02 lần, trong khi số lượt thí nghiệm tăng hơn 2,5 lần. So với BTN sử dụng phụ gia SBS, BTN có sử dụng phụ gia RPE có độ lún giảm 7% (BTN C19) và 25% (BTN C12.5);

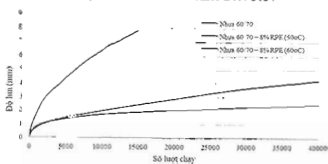
Trong điều kiện thí nghiệm của BTN polymer, BTN có sử dụng phụ gia RPE vẫn đảm bảo yêu cầu kỹ thuật theo tiêu chuẩn ngành 22 TCN 356-06 (≤10mm).

KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VHBX BTN C19



a)

KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VHBX BTN C12.5



b)

Hình 2.2: Kết quả thí nghiệm vết lún bánh xe (a) BTN C19 (b) BTN C12.5

3. KẾT LUẬN

Trên cơ sở các thí nghiệm được phân tích thống kê đảm bảo mức độ tin cậy 95% đưa ra các kết luận và kiến nghị như sau:

- Có thể sử dụng hạt nhựa tái chế RPE (Recycled polyethylene) làm phụ gia theo phương pháp trộn ướt trong sản xuất BTN chất, giúp tăng độ ổn định marshall, cường độ kéo gián tiếp và khả năng kháng lún lún của hỗn hợp BTN. Hàm lượng phụ gia hạt RPE khoảng 6 - 10% khối lượng nhựa;

- Hỗn hợp BTN có sử dụng hạt RPE có các chỉ tiêu kỹ thuật thỏa mãn yêu cầu của tiêu chuẩn ngành 22TCN 356-06;

- Kiến nghị: Nghiên cứu thêm tác dụng của phụ gia RPE đến khả năng kháng nứt mỏi của BTN; tiếp tục nghiên cứu ảnh hưởng của phụ gia RPE với nhiều loại cốt liệu dùng để sản xuất BTN khác nhau; nghiên cứu hoàn thiện dây chuyền sản xuất và triển khai ở hiện trường.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Bộ Khoa học và Công nghệ (2011), *Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8860-2011-1, BTN - Phương pháp thử - Phần 1: Xác định độ ổn định, độ dẻo Marshall*.
- [2]. Bộ Khoa học và Công nghệ (2011), *Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8862:2011, Quy trình thí nghiệm xác định cường độ kéo khi ép chèn của vật liệu hạt liên kết bằng các chất kết dính*.
- [3]. Bộ GTVT (2004), *Tiêu chuẩn ngành 22TCN 319-04, Tiêu chuẩn vật liệu nhựa đường polymer*.
- [4]. Bộ GTVT (2006), *Tiêu chuẩn ngành 22TCN 356-06, Quy trình công nghệ thi công và nghiệm thu mặt đường BTN sử dụng nhựa đường polymer*.
- [5]. Bộ GTVT (2014), *Quyết định số 858/QĐ-BGTVT Hướng dẫn áp dụng các tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu các lớp BTN nóng*.
- [6]. Nguyễn Văn Hùng, Nguyễn Quang Phúc, Lương Xuân Chiểu, Nguyễn Thanh Phong (2015), *Phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến độ ổn định và độ dẻo Marshall của BTN*, Tạp chí GTVT, số tháng 8.
- [7]. Nguyễn Văn Hùng, Nguyễn Quang Phúc, Phạm Hoàng Anh, Nguyễn Thanh Phong (2016), *Đánh giá một số tổn tại trong việc chế tạo mẫu BTN trong phòng thí*

thực nghiệm ở Việt Nam và đề xuất giải pháp khắc phục, Tạp chí GTVT, số tháng 6.

[8]. Nguyễn Quang Phúc, Nguyễn Hồng Quân, Lê Tuấn Anh (2018), *Nghiên cứu sử dụng phế thải nhựa làm phụ gia theo phương pháp trộn khô tăng cường độ ổn định Marshall của bê tông asphalt*, Tạp chí GTVT, số tháng 1+2.

[9]. Nguyễn Hồng Quân, Nguyễn Quang Phúc, Lương Xuân Chiêu, Nguyễn Hữu Thành (2018), *Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng phụ gia phế thải LDPE đến một số chỉ tiêu cơ học của BTN nóng trong phòng thí nghiệm*, Tạp chí GTVT, số tháng 12.

[10]. Trần Bá Thoai (2019), *MR6: Bê tông thảm đường từ rác nhựa thải*, Báo Dân trí điện tử, ngày 29/5/2019.

[11]. Công ty Cổ phần UTC2 (2019), *Báo cáo kết quả thiết kế thành phần cấp phối BTN C19 giai đoạn thiết kế hoàn chỉnh*, Báo cáo số 26351/LAS-XD 1398.

[12]. Công ty Cổ phần UTC2 (2018), *Báo cáo kết quả thiết kế thành phần cấp phối BTN C19 giai đoạn thiết kế hoàn chỉnh*, Báo cáo số 26403/LAS-XD 1398.

[13]. C670-2015 (2015), *Standard Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials*.

[14]. AASHTO T316 (2019), *Standard Method of Test for Viscosity Determination of Asphalt Binder Using Rotational Viscometer*.

[15]. AASHTO R30-02 (2019), *Standard Practice for Mixture Conditioning of Hot-Mix Asphalt (HMA)*.

[16]. Phần mềm Minitab 17, *Phân tích, đánh giá thống kê số liệu thí nghiệm*.

Ngày nhận bài: 05/3/2020

Ngày chấp nhận đăng: 19/4/2020

Người phản biện: TS. Lê Anh Thắng

TS. Trần Thị Trúc Liễu