

TỔNG QUAN VỀ BÊ TÔNG NHỰA NÓNG SỬ DỤNG POLYETHYLENE TÁI CHẾ Ở VIỆT NAM

RECLAIMED POLYETHYLENE MODIFIED HOT MIX ASPHALT IN VIET NAM

Võ Đại Tú¹, Trần Viết Khánh²

¹ Công ty cổ phần đầu tư xây dựng BMT, ²Trường Đại học Giao thông vận tải TP.HCM

Tóm tắt: Bê tông nhựa (BTN) là vật liệu phổ biến được sử dụng làm lớp mặt kết cấu áo đường. Tuy nhiên, trong quá trình khai thác mặt đường BTN bộc lộ khá nhiều hạn chế dưới tác động của sự gia tăng lưu lượng, tải trọng xe và các yếu tố thời tiết, khí hậu. Để cải thiện các đặc tính của BTN có thể sử dụng một số loại phụ gia polymer khác nhau. Bài báo trình bày tổng quan về tình hình nghiên cứu và ứng dụng BTN sử dụng phụ gia polyethylene (PE) tái chế ở Việt Nam và trên thế giới, cho thấy sự cần thiết của việc nghiên cứu chế tạo BTN sử dụng PE tái chế trong điều kiện Việt Nam.

Từ khóa: Bê tông nhựa, bê tông nhựa polymer, nhựa đường polymer, phụ gia, polyethylene.

Chỉ số phân loại: 2.4

Abstract: Asphalt concrete is a common material used as a pavement texture. However, in the process of exploiting the asphalt concrete surface is exposed many restrictions under the impact of the increase in traffic, truck load and weather factors, climate. In order to improve the properties of the asphalt concrete, polymers additives can be used. This paper presents an overview of the research and application of reclaimed polyethylene (PE) in Vietnam and in the world, shows the necessity of studying the manufacture of asphalt concrete using recycled PE in Vietnam condition.

Keywords: Asphalt concrete, polymer modified hot mix asphalt, polymer modified bitumen, addition, polyethylene.

Classification number: 2.4

1

1. Tình hình chung về BTN ở Việt Nam

BTN là vật liệu có nhiều ưu điểm nổi bật nên thường được sử dụng rộng rãi để làm lớp mặt kết cấu áo đường. Tỷ lệ sử dụng mặt đường BTN trên các tuyến đường cấp cao ở trên thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng là rất lớn, hơn 80%. Thực tế cho thấy, mặt đường BTN sau khi đem vào khai thác thường xuất hiện sớm nhiều loại biến dạng và hư hỏng. Bởi vì trong quá trình khai thác, dưới tác động của tải trọng nặng, lưu lượng xe lớn và nhiệt độ môi trường, cấu trúc mặt đường BTN bị thay đổi dẫn đến các đặc trưng về cường độ và biến dạng cũng thay đổi theo, làm giảm chất lượng mặt đường. Những hình thức hư hỏng phổ biến của mặt đường BTN là mất mát vật liệu, nứt và biến dạng [1]. Trong đó, hiện tượng hằn lún vết bánh xe (HLVBX) đang xảy ra rất phổ biến trên các tuyến quốc lộ, các tuyến đường cấp cao từ Bắc vào Nam. Đó là một vấn đề vô cùng cấp bách, thu hút sự quan tâm của cả xã hội và đòi hỏi các nhà khoa học phải tìm ra giải pháp khắc phục.

Bộ GTVT đã cùng các cơ quan chức năng và các nhà khoa học phối hợp nhằm tìm ra các giải pháp hạn chế các hư hỏng nói trên. Một số biện pháp được thực hiện như xử lý xe vượt tải, rà soát cập nhật nhiều tiêu chuẩn, quy định để hoàn thiện công nghệ sản xuất BTN, thi công kết cấu áo đường theo hướng hiện đại hoá, kể cả thiết bị thí nghiệm và kiểm tra [2]. Tuy nhiên, các giải pháp đều chưa mang tính lâu dài, hoặc chỉ kiểm soát các vấn đề chủ quan trong quá trình thiết kế, thi công, nghiệm thu, còn các hư hỏng xuất phát từ bản thân vật liệu BTN thì chưa giải quyết được.

Có thể cải thiện chất lượng BTN theo các hướng: sử dụng nhựa đường cải tiến; sử dụng vật liệu gia cường (sợi thủy tinh, sợi cacbon, sợi cellulose phân tán,...) cải tiến thành phần BTN; sử dụng cốt liệu chất lượng tốt, thiết kế cấp phối hợp lý. Trong đó, BTN có sử dụng phụ gia polymer được nghiên cứu và sử dụng nhiều ở trên thế giới với những kết quả vượt trội đã được khẳng định.

2. Tình hình nghiên cứu và ứng dụng

bê tông nhựa polymer (BTNP)

2.1. Nghiên cứu và ứng dụng trên thế giới

BTNP là sản phẩm cải tiến nhằm tăng khả năng ổn định nhiệt của mặt đường dưới tác dụng của tải trọng lớn bằng cách sử dụng chất kết dính đặc biệt, nhựa đường polymer (PMB). Trên thế giới, công nghệ sản xuất PMB bằng cách phối trộn nhựa đường với polymer dẻo nhiệt đã được chấp nhận và sử dụng rộng rãi với sản lượng hàng triệu tấn/năm. Phụ gia polymer dùng cho BTNP được chia làm hai loại chính:

- Các polymer đàn hồi (elastomers) như styrene-butadiene-styrene (SBS), styrene-butadiene-rubber (SBR), crumb-rubber-modifiers (CRM), acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS), ...
- Các polymer dẻo nhiệt có độ bền cao (plastomers) như polyvinyl acetate (PVA), polyethylene (PE), polypropylene (PP), low/high density polyethylene (LDPE /HDPE), ethylene-vinyl acetate (EVA),

Năm 1929, lần đầu tiên cao su tự nhiên (NRL), một polymer elastomer được ứng dụng trong xây dựng đường tại Singapore. Tại Anh, Châu Âu và Mỹ, NRL được nghiên cứu và ứng dụng rộng rãi trong những năm 1950 và 1960. Ở nhiệt độ cao, NRL làm tăng độ dẻo của nhựa đường giúp cho mặt đường ổn định dưới tác dụng của tải nặng. Ở nhiệt độ thấp, NRL làm giảm sự nứt gãy do nhiệt trong liên kết của BTN [3].

SBR là mủ cao su có cấu trúc ngẫu nhiên của copolymer. SBR làm tăng đáng kể nhiệt độ kháng nứt, nhiệt độ hóa mềm, tính ổn định nhiệt và độ bền nhiệt của nhựa đường [4]. Nhũ tương nhựa đường được cải tiến bởi hợp chất nhựa epoxy và SBR có khả năng kháng nứt ở nhiệt độ thấp, ổn định ở nhiệt độ cao, độ bám dính và độ bền tốt hơn nhiều so với nhũ tương nhựa đường thông thường [5].

SBS là elastomer polymer làm tăng tính đàn hồi của nhựa đường, đây có thể là các polymer thích hợp nhất để cải tiến nhựa đường. Nhựa đường biến tính SBS cho thấy sự kết dính vượt trội so với các chất kết dính được biến tính bởi SBR, thậm chí nó có thể phun lên được trên bề mặt ẩm ướt. Nhựa

đường cải tiến SBR chịu kéo tốt hơn, nhưng SBS làm cho khối BTN có độ bền ở trạng thái biến dạng tốt hơn [6].

EVA là một plastomer đã được sử dụng trong xây dựng đường hơn 30 năm qua để cải thiện tính thuận tiện trong thi công và tăng khả năng chống biến dạng của hỗn hợp BTN. Việc sử dụng nhựa đường biến tính EVA làm tăng độ ổn định Marshall và độ rỗng dư, đồng thời làm giảm sự chảy nhựa và khối lượng thể tích của hỗn hợp BTN [7].

Phụ gia polymer có thể được thêm vào trong quá trình sản xuất nhựa đường, thêm vào sản phẩm nhựa đường hoàn thiện hoặc trong quá trình trộn nóng hỗn hợp BTN. Phương pháp thêm polymer ảnh hưởng lớn đến sự phân bố mạng polymer và các tính chất của PMB. Tỷ lệ tối ưu phụ thuộc vào loại polymer, nhựa đường và sự tương tác của chúng. PMB ứng dụng trong xây dựng đường ở một số nước châu Âu được thống kê trong bảng 1.

Bảng 1. Mức tiêu thụ nhựa đường và PMB năm 2014 một số nước châu Âu [8].

Nước	Lượng nhựa (triệu tấn)	Lượng PMB (%)
Austria	0.37	18.9
Belgium	0.21	26.5
Czech Re.	0.33	21.5
Hungary	0.19	25.0
Romania	0.20	75.0
Slovakia	0.08	29.1
Spain	0.56	15.0

2.2. Tình hình nghiên cứu trong nước

Ở Việt Nam, PMB đã bắt đầu được áp dụng thử nghiệm từ năm 1997 trên một số dự án như đường Bắc Thăng Long - Nội Bài, QL51, QL1 đoạn Pháp Vân - Cầu Giẽ và đã cho kết quả khá tốt. Bộ GTVT cũng đã ban hành tiêu chuẩn 22TCN 319-2004 về PMB, 22TCN 356-2006 về quy trình thi công và nghiệm thu mặt đường BTNP, QĐ số 2790 năm 2016 về BTN sử dụng phụ gia PR-PlastS, Quyết định 1079 năm 2016 về BTN sử dụng nhựa đường cao su hóa.

Một số các nghiên cứu của các tác giả trong nước cũng cho kết quả rất khả quan. Nghiên cứu [9] chỉ ra rằng, sử dụng SBS sẽ làm thay đổi các chỉ tiêu kỹ thuật của nhựa

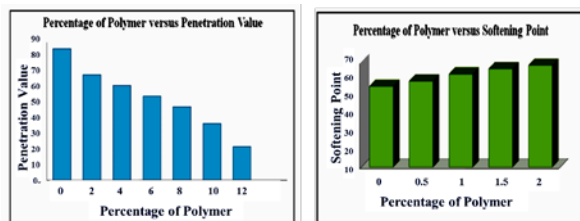
đường 60/70 như độ kim lún, nhiệt độ hóa mềm, độ đàn hồi, độ nhớt, độ ổn định lưu trữ và độ dính bám với đá theo các chiều hướng có lợi, hàm lượng 4% SBS là hàm lượng phù hợp nhất. Nghiên cứu [10] cho thấy sử dụng phụ gia gốc cao su ATR trong BTN làm tăng khả năng chống lại hiện tượng lún trôi của mặt đường. Một số nghiên cứu khác về nhựa đường cải tiến như đề xuất lựa chọn mastic nhựa đường PG phù hợp với điều kiện Việt Nam [11], BTN sử dụng lưới sợi thủy tinh và lưới sợi cacbon [12], cũng cho các kết quả bước đầu rất khả quan. Một số công trình thực tế đã ứng dụng BTNP như tuyến tránh thành phố Vinh, tuyến Vinh – Hà Tĩnh (2014), QL20 Lâm Đồng (2015),... Tuy nhiên, việc áp dụng BTNP ở nước ta vẫn còn hạn chế do PMB là sản phẩm khó kiểm soát chất lượng trong khâu phối trộn, sản xuất và giá thành của BTNP khá cao.

3. Tình hình nghiên cứu và ứng dụng BTN sử dụng PE tái chế

3.1. Nghiên cứu và ứng dụng trên thế giới

PE là một nhựa nhiệt dẻo plastomer polymer có độ bền cao. Các sản phẩm từ PE như túi nilon, các dụng cụ gia đình, các thiết bị nhựa công nghiệp, PE có khả năng tái chế. Việc nghiên cứu sử dụng PE để cải tiến tính chất nhựa đường bắt đầu từ những năm 2000, và các nghiên cứu gần đây đã có những kết quả khả quan.

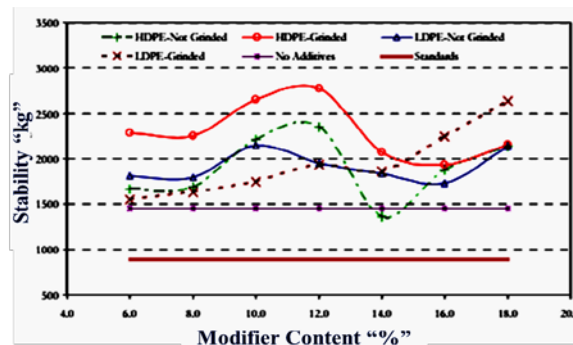
Nghiên cứu [13], [14] cho thấy, sử dụng PE/LDPE sẽ giảm độ kim lún, nhưng tăng nhiệt độ hóa mềm, nhiệt độ bắt lửa và nhiệt độ bốc cháy của nhựa đường 60/70 (hình 1), hàm lượng tối ưu nên dùng là 2% PE và 4-5% LDPE so với khối lượng nhựa đường.



Hình 1. Tính chất của bitum 60/70 sử dụng PE [13]

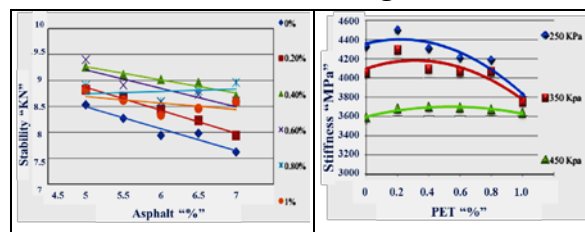
Trong nghiên cứu [15], nhóm tác giả sử dụng HDPE và LDPE ở dạng hạt và dạng bột từ 6%, 8%, 10%, 12%, 14% và 18% so với khối lượng nhựa đường 60/70, tối ưu là 5.4%

trong hỗn hợp BTN nóng [15]. Kết quả cho thấy rằng, sử dụng PE trong BTN làm tăng đáng kể độ ổn định, giảm trọng lượng, tăng nhẹ độ dẻo nhưng chưa vượt quá giá trị tối đa cho phép, tăng nhẹ độ rỗng dư và độ rỗng cốt liệu. Hàm lượng tối ưu là 12% HDPE dạng bột so với nhựa đường. Nhìn chung, BTN nóng sử dụng PE làm giảm biến dạng mặt đường, tăng sức kháng mỏi và tạo sự kết dính tốt hơn giữa nhựa đường và cốt liệu.

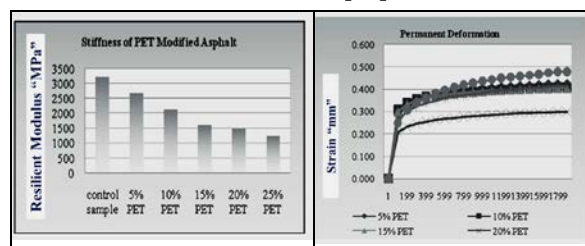


Hình 2. Độ ổn định của BTN có HDPE/LDPE [15].

Năm 2012, Moghaddam và các cộng sự đã nghiên cứu sử dụng polyethylene terephthalate (PET) tái chế dạng hạt trong hỗn hợp SMA (Stone Mastic Asphalt) [16]. PET với các hàm lượng là 0%; 0.2%; 0.4%; 0.6%; 0.8%; 1% so với khối lượng SMA được thêm vào trong quá trình trộn khô SMA-14, nhựa đường PG 80-100. Kết quả cho thấy, SMA sử dụng PET tái chế có độ ổn định tốt hơn, độ dẻo được cải thiện và độ cứng có xu hướng giảm đi so với SMA thông thường (hình 3). Hàm lượng tối ưu là 0.4% PET tái chế so với khối lượng SMA.



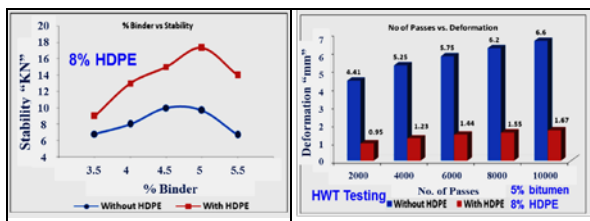
Hình 3. Độ ổn định và độ cứng của SMA khi sử dụng PET tái chế [16].



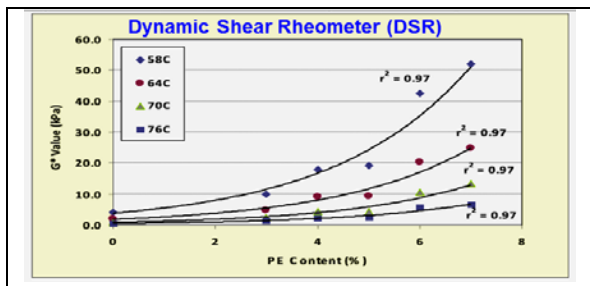
Hình 4. Độ cứng và biến dạng của BTN khi sử dụng PET tái chế [17].

Nghiên cứu của Rahman và Wahab [17] vào năm 2012 sử dụng PE tái chế từ 5-25% khối lượng nhựa đường, với hàm lượng nhựa trong hỗn hợp BTN nóng là 5%. Kết quả cho thấy, BTN sử dụng PE tái chế có mô đun độ cứng giảm so với BTN thông thường, điều này chứng tỏ PE tái chế không làm tăng độ cứng của BTN. Đồng thời, PE tái chế giúp BTN hạn chế được biến dạng dư một cách đáng kể (hình 4). Hàm lượng PE tái chế tối ưu là 20% so với nhựa đường.

Nghiên cứu [18] sử dụng HDPE từ các chai nước giải khát, xé nhỏ thành sợi và thêm vào hỗn hợp BTN nóng như là một phụ gia polymer. Cốt liệu được nung đến 170°C, HDPE được thêm vào cốt liệu trước với các hàm lượng lần lượt là 4%, 6%, 8%, 10%, 12%, 14% so với hàm lượng nhựa đường, nhựa đường 60/70 được thêm vào sau đó sao cho tổng lượng chất kết dính là 5% so với hỗn hợp BTN. Kết quả cho thấy, với hàm lượng 8% HDPE, BTN có độ ổn định cao nhất. Ngoài ra, khi thay đổi hàm lượng chất kết dính từ 3.5%, 4.0%, 4.5%, 5.0% và 5.5%, thì hỗn hợp chứa 8% HDPE cho độ ổn định cao hơn, giá trị độ dẻo Marshall giảm từ 3.03 mm ở 0% HDPE xuống 2.67 mm ở mức 8% HDPE. Hàm lượng chất kết dính 5% với 8% HDPE cho kết quả tối ưu nhất về độ ổn định, độ dẻo Marshall và giảm đáng kể vết hằn lún bánh xe so với BTN thông thường (hình 5).



Hình 5. Độ ổn định và độ hằn lún của BTN được cải thiện khi sử dụng HDPE tái chế [18].



Hình 6. Mô đun cắt động của nhựa đường sử dụng phụ gia PE [19]

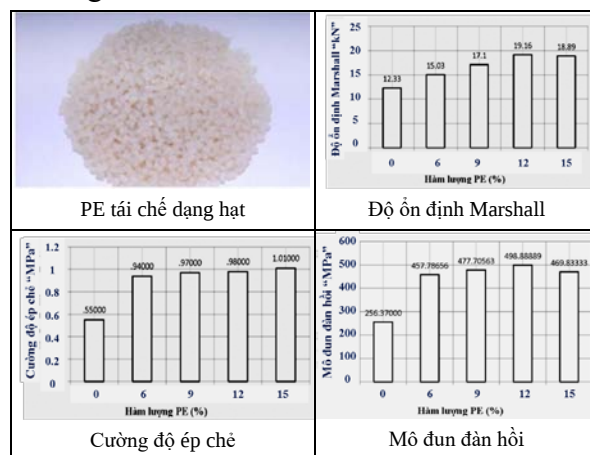
Nghiên cứu [19] về mô đun cắt động của

nhựa đường 60/70 sử dụng phụ gia PE cho thấy, việc tăng hàm lượng PE trong nhựa đường (PE/B) làm tăng mô đun cắt động (G^*) và độ nhót quay (RV) của chất kết dính. Tuy nhiên, tỷ số PE/B không ảnh hưởng đáng kể đến góc lệch pha (δ). Với việc bổ sung PE, nhựa đường cải thiện được độ đàn hồi, tăng sức kháng HLBVX. Hàm lượng PE 6% trở lên là không khả thi vì giá trị độ nhót quay khá cao. Hàm lượng PE tối ưu là ở mức 3%, khi đó mô đun cắt động (G^*) tăng, cải thiện được sức kháng HLBVX, độ nhót quay vẫn trong giới hạn khả thi (hình 6).

Một số nghiên cứu khác cũng cho kết quả khả quan khi sử dụng PE tái chế để cải thiện các tính chất của nhựa đường và BTN.

3.2. Tình hình nghiên cứu trong nước

Ở Việt Nam, việc nghiên cứu và ứng dụng PE tái chế cải tiến BTN còn rất hạn chế. Một trong những nghiên cứu đầu tiên về vấn đề này là của nhóm tác giả Nguyễn Mạnh Tuấn [20] được thực hiện vào năm 2015. Nhóm tác giả sử dụng nhựa PE tái chế từ chai nhựa được cắt, nghiền mịn rồi phối trộn với BTN C12.5 ở nhiệt độ 150°C với các hàm lượng 0%, 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8% khối lượng cấp phối đá. Kết quả cho thấy, BTN sử dụng PE tái chế có độ ổn định lớn nhất đạt 13.36kN, tăng đáng kể so với BTN thông thường là 11.67kN.



Hình 7. Các chỉ tiêu của BTN C12.5 sử dụng PE tái chế dạng hạt

Nghiên cứu [21] sử dụng PE tái sinh dạng hạt trộn với cốt liệu đã được đun nóng trước khi cho thêm nhựa đường 60/70. Hàm lượng PE được sử dụng từ 0,6,9,12,15% so với hàm lượng nhựa đường. Kết quả cho thấy

độ ổn định Marshall và mô đun đàn hồi BTN C12.5 được cải thiện tốt nhất với hàm lượng PE tái chế là 12%, cường độ ép chẻ cũng được cải thiện một cách đáng kể (hình 7).

4. Kết luận

Sử dụng BTNP là một giải pháp hiệu quả làm tăng chất lượng khai thác và kéo dài tuổi thọ của mặt đường.

Trong xây dựng đường sử dụng nhiều loại phụ gia polymer khác nhau, một trong số đó là PE tái chế. Trên thế giới, PE tái chế đã được nghiên cứu khá nhiều như là một phụ gia polymer trong BTN và đã cho kết quả khả quan, tuy nhiên đa số vẫn là nghiên cứu trong phòng thí nghiệm, mức độ ứng dụng vào thực tế vẫn còn khá hạn chế.

Ở Việt Nam đã có những nghiên cứu bước đầu về việc sử dụng PE tái chế trong BTN, tuy nhiên các nghiên cứu còn rất hạn chế và chưa được ứng dụng vào thực tế. Cần thêm nhiều nghiên cứu nữa để có đủ cơ sở khoa học cho việc ứng dụng loại vật liệu này vào thực tế.

Việc nghiên cứu về BTN nóng sử dụng PE tái chế là rất cần thiết, có ý nghĩa khoa học và thực tiễn ở Việt Nam, vừa nâng cao chất lượng mặt đường BTN, vừa góp phần giải quyết vấn đề môi trường.

Tài liệu tham khảo

- [1] Phạm Duy Hữu, Vũ Đức Chính, Đào Văn Đông, Nguyễn Thanh Sang (2010), *Bê tông asphalt*, NXB GTVT.
- [2] Bộ GTVT, (2014), *Quyết định 858/QĐ-BGTVT*, Quyết định Bộ GTVT.
- [3] S.R.Colin (2004), *The Efficient Use of Environmentally Friendly Natural Rubber Latex in Road Construction Past, Present and the Future*, Seminar Rubber in Transport, Breda, Netherlands.
- [4] K.Takamura (March 2001), *SBR Latexes for Asphalt Modification: Advantages of Fine Polymer Network Formation*, ISSA Annual Meeting, Maui Hawaii.
- [5] R.Zhang and Y.He (2007), *An Asphalt Emulsion Modified by Compound of Epoxy Resin and Styrene-Butadiene Rubber Emulsion*, International Journal of Mathematical Models And Methods In Applied Sciences, Vol. 1.
- [6] Serfass, J.P., Joly, A., and Samanos, (2002) *SBS-Modified Asphalts For Surface Dressing - A Comparison between Hot-Applied and Emulsified Binders*, American Society for Testing and Materials, ASTM.
- [7] M.Panda and M.Mazumdar (1999), *Engineering Properties of EVA-Modified Bitumen Binder for Paving Mixes*, Journal of Materials in Civil Engineering, Vol. 11.
- [8] Pysh'yev S., Gunka V., Grytsenko Yu., Bratychak M. (2016), *Polymer modified bitumen review*, Lviv Polytechnic National University, Vol. 10.
- [9] Nguyễn Mạnh Tuấn, Trần Phong Thái, Trần Ngọc Huân (2014), *Ảnh hưởng Styrene-Butadiene-Styrene đến các chỉ tiêu kỹ thuật của nhựa đường 60/70*, Tạp chí GTVT.
- [10] Võ Đại Tú (2014), *Bê tông nhựa cải tiến cao su - giải pháp đa năng*, <http://www.baogiaothong.vn/>
- [11] Vũ Đức Chính, Đặng Minh Hoàng, Nguyễn Quang Phúc (2016), *Đề xuất lựa chọn các mức nhựa đường PG phù hợp với điều kiện nhiệt độ môi trường và đặc tính dòng xe lưu thông tại VN*, Tạp chí GTVT, số 09/2016.
- [12] Lê Văn Bách (2014), *Nghiên cứu sử dụng vật liệu lưới sợi thủy tinh và lưới sợi cacbon để tăng cường khả năng chịu lực cho BTN*. Tạp chí GTVT.
- [13] T. Ali, N. Iqbal, M. Ali, K. Shahzada (2014), *Sustainability Assessment of Bitumen with Polyethylene as Polymer*, IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering.
- [14] M. Sadeque, K.A. Patil (2013), *Rheological properties of recycled low density polyethylene and polypropylene modified bitumen*, International Journal of Advanced Technology in Civil Engineering.
- [15] M.T. Awwad and L. Shbeeb (2007), *The Use of Polyethylene in Hot Asphalt Mixtures*, American Journal of Applied Sciences.
- [16] T.B. Moghaddam and M.R. Karim (2012), *Properties of SMA mixtures containing waste polyethylene terephthalate*, World Academy of Science, Engineering and Technology.
- [17] W.M.N.W.A.Rahman, A.F.A.Wahab (2012), *Green Pavement Using Recycled Polyethylene Terephthalate (PET) as Partial Fine Aggregate Replacement in Modified Asphalt*, Malaysian Technical Universities Conference on Engineering & Technology.
- [18] Muhammad B.K., Sarfraz Ahmed, Muhammad Irfan, Sajid Mehmood (2013), *Comparative Analysis of Conventional and Waste Polyethylene Modified Bituminous Mixes*, International Conference on Remote Sensing.
- [19] Khalid A. Ghuzlan, Ghazi G. Al-Khateeb, Yazeed Qasem (2014), *Rheological Properties of Polyethylene-Modified Asphalt Binder*, Athens Journal of Technology & Engineering.
- [20] Nguyễn Mạnh Tuấn, Nguyễn Việt Huy (2015),

Ứng dụng nhựa phế thải (PET) trong hỗn hợp BTNN ở Tp.HCM, Tạp chí GTVT, số ngày 29/09/2015.

- [21] Nguyễn Mạnh Tuấn, Hà Trần Minh Văn (2017), *Đánh giá hiệu quả của nhựa tái sinh polyethylene trong hỗn hợp BTN chặt*, Tạp chí GTVT, số ngày 05/04/2017.
-

Ngày nhận bài:

Ngày chuyển phản biện:

Ngày hoàn thành sửa bài:

Ngày chấp nhận đăng: