

# Nghiên cứu thực nghiệm đánh giá cường độ chống cắt trượt giữa hai lớp bê tông nhựa tại một số vị trí mặt đường nhựa đã xuất hiện hư hỏng bề mặt

■ **ThS. NCS. BÙI THỊ QUỲNH ANH; PGS. TS. ĐÀO VĂN ĐÔNG**

*Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải*

■ **PGS. TS. NGUYỄN QUANG PHÚC**

*Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải*

**TÓM TẮT:** Bài báo trình bày nghiên cứu thực nghiệm đánh giá cường độ chống cắt trượt giữa hai lớp bê tông nhựa (BTN) của các mẫu khoan tại hiện trường tại một số vị trí mặt đường nhựa đã xuất hiện hư hỏng bề mặt. Các mẫu khoan được lấy từ những vị trí đã xuất hiện hư hỏng và những vị trí chưa bị hư hỏng của cùng một dự án để đối chiếu và đánh giá. Nghiên cứu được tiến hành trên thiết bị cắt có xét đến ảnh hưởng của áp lực pháp tuyến được chế tạo tại Việt Nam. Kết quả thí nghiệm thu được chỉ ra rằng, trạng thái nứt của mặt đường mềm có ảnh hưởng lớn đến cường độ chống cắt trượt giữa hai lớp BTN.

**TỪ KHÓA:** Cường độ kháng cắt trượt giữa hai lớp, mặt đường bê tông nhựa, mẫu khoan hiện trường, hư hỏng bề mặt, áp lực pháp tuyến.

**ABSTRACT:** The article presents an experimental result on assessing interlayer shear strength of corings from some distress zone of asphalt pavements. The samples were taken from the damaged and undamaged locations of the same project in order to comparing. The study was conducted on shear test with normal pressure which was produced in Vietnam. The results shown that crack state of asphalt pavement has effect significantly on shear strength of asphalt layers.

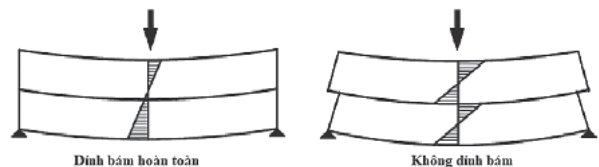
**KEYWORDS:** Interlayer shear strength, asphalt pavement, coring, normal pressure.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mặt đường mềm được cấu tạo từ các lớp BTN và thi công thành từng lớp. Giữa các lớp thường được liên kết bằng lớp dính bám bitum hoặc nhũ tương. Việc phân lớp có ưu điểm về chịu lực, giá thành và công nghệ thi công hiện hành. Tuy nhiên, cấu tạo phân lớp lại làm giảm chất lượng liên kết giữa các lớp BTN trong kết cấu mặt đường.

Cắt trượt ở giữa hai lớp BTN thường dẫn đến những hư hỏng như xô dón, lượn sóng, hằn lún vệt bánh xe, nứt trượt, đặc biệt là ở các khu vực có lưu lượng giao thông cao, thường xuyên chịu tải trọng ngang lớn và những vùng khí hậu nắng nóng. Hư hỏng mặt đường BTN do nguyên nhân trượt có thể làm giảm từ 40% đến trên 80% tuổi thọ khai thác của kết cấu mặt đường [5].

Các mô hình cơ học được nghiên cứu thường dựa trên mô hình đàn hồi lớp và sự thay đổi các thông số trượt giữa các lớp. Nghiên cứu của Shahin và các cộng sự [9] đã chỉ ra rằng, biến dạng kéo lớn nhất xuất hiện ở mặt đáy lớp BTN mặt dưới (*Hình 1.1*) nếu giữa các lớp được dính bám hoàn toàn. Tuy nhiên, nếu các lớp dính bám kém, biến dạng kéo lớn nhất xuất hiện ở đáy mỗi lớp. Khi đó, ứng suất kéo ở đáy lớp mặt trên gây ra ứng nén ở bề mặt trên cùng lớp BTN ngay bên dưới. Điều này dẫn đến sự chuyển dịch tương đối giữa lớp phủ mặt trên và lớp ngay phía dưới tại mặt tiếp xúc giữa hai lớp làm cho ứng suất cắt vượt quá cường độ chống cắt giữa hai lớp và dẫn đến trượt giữa hai lớp. Khi các lớp mất dính bám hoàn toàn, sự trượt ở lớp dính bám xuất hiện cho đến khi các lớp tách hoàn toàn. Một số tác giả đã chỉ ra, ngay cả khi dính bám tốt thì ứng xử trượt giữa các lớp vẫn có thể xuất hiện [6,8].



**Hình 1.1: Phân bố ứng suất tại mỗi lớp BTN [9]**

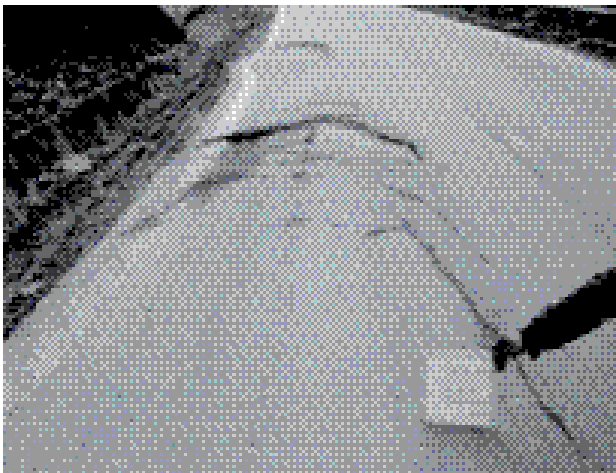
Việt Nam nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới nóng, ẩm. Nhiệt độ cao nhất về mùa hè có thể lên đến 40°C. Bức xạ mặt trời vào những ngày nhiệt độ cao này có thể làm cho nhiệt độ mặt đường BTN lên đến xấp xỉ 70°C. Ở nhiệt độ cao này, chất kết dính bitum trong mặt đường bị chảy mềm dẫn đến khả năng chống cắt giảm. Đồng thời, chất kết dính tại vị trí dính bám cũng chảy mềm, làm giảm cường độ dính bám giữa hai lớp BTN. Mặt khác,

lưu lượng mưa lớn ở nước ta cũng là yếu tố bất lợi đến chất lượng dính bám của mặt đường BTN [2].

Với những bước tiến về vật liệu và những cập nhật về công nghệ, những năm gần đây chất lượng mặt đường BTN ở Việt Nam đã có chất lượng cao hơn. Tuy nhiên, hư hỏng của mặt đường mềm ngay ở giai đoạn đầu khai thác vẫn xảy ra với tỷ lệ cần được quan tâm. Do đó, nghiên cứu đánh giá cường độ chống cắt trượt giữa hai lớp BTN tại một số vị trí mặt đường nhựa đã xuất hiện hư hỏng bề mặt là cần thiết. Việc nghiên cứu ảnh hưởng của mức độ xuống cấp, hư hỏng của mặt đường mềm đến chất lượng dính bám giữa các lớp BTN là cần thiết để qua đó xác định được thời điểm cần sửa chữa, nâng cấp kịp thời mặt đường mềm.



Hình 1.2: Xô trượt lớp mặt BTN trên QL1A (km223 - km232) [3]



Hình 1.3: Lớp mặt bị nứt trên QL3 (km229 - km237) [3]

## 2. KẾ HOẠCH NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ CHỐNG CẮT GIỮA HAI LỚP BTN

Để đánh giá mức độ suy giảm cường độ chống cắt giữa các lớp BTN khi mặt đường bị hư hỏng do nứt của cùng một dự án, các mẫu khoan được thu thập từ các vị trí chưa xuất hiện vết nứt và các vị trí đã xuất hiện các vết nứt. Qua quá trình khoan mẫu cho thấy, các vị trí xuất hiện vết nứt tập trung ở các vị trí làn xe tải nặng,

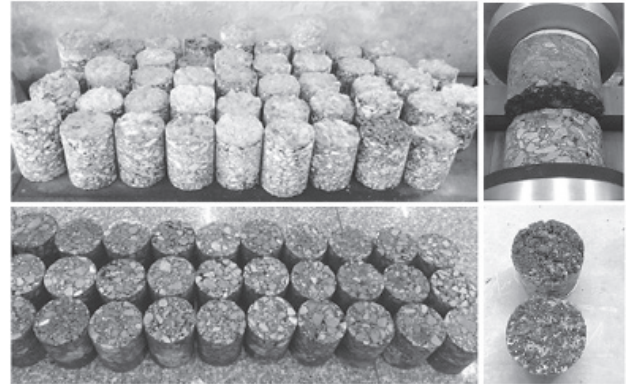
ngã ba, ngã tư chờ đèn giao thông, khu vực đường lên cầu. Đây cũng chính là những khu vực thường xuyên chịu lực ngang lớn trong quá trình khai thác. Kết quả thí nghiệm cho thấy, có sự khác biệt đáng kể về kết quả cường độ chịu cắt của các mẫu khoan lấy từ các vị trí chưa xuất hiện vết nứt và các vị trí đã xuất hiện vết nứt của cùng một dự án.

Bảng 2.1. Kế hoạch thí nghiệm của nghiên cứu

Mẫu so sánh	2 loại	Tại vị trí đã xuất hiện vết nứt, và chưa xuất hiện vết nứt
Nhiệt độ thí nghiệm (°C)	3 mức	25, 40, 60°C
Áp lực pháp tuyến (MPa)	5 mức	0, 0,14, 0,2, 0,4, 0,6 MPa

## 3. QUÁ TRÌNH THỰC HIỆN

Quá trình khoan lấy mẫu được tuân thủ theo chỉ dẫn TCVN 8860: 2011 [1]. Mẫu khoan tại hiện trường sau khi được cắt bỏ phần móng đường sẽ được capping bề mặt. Mẫu được bảo dưỡng trong môi trường nước tối thiểu là 2h ở các nhiệt độ 25°, 40° và 60°C. Thí nghiệm cắt được tiến hành theo chỉ dẫn AASHTO TP 114-15 [4]. Thí nghiệm được thực hiện trên thiết bị cắt có áp lực pháp tuyến đã chế tạo được với tốc độ không đổi 2,54 mm/min, các cấp áp lực pháp tuyến là 0, 0,14, 0,2, 0,4, 0,6 MPa.



Hình 3.1: Mẫu khoan hiện trường và thí nghiệm xác định cường độ cắt trượt giữa hai lớp BTN

Trị số cường độ cắt trượt giữa hai lớp BTN của mỗi mẫu thử được tính theo công thức sau:

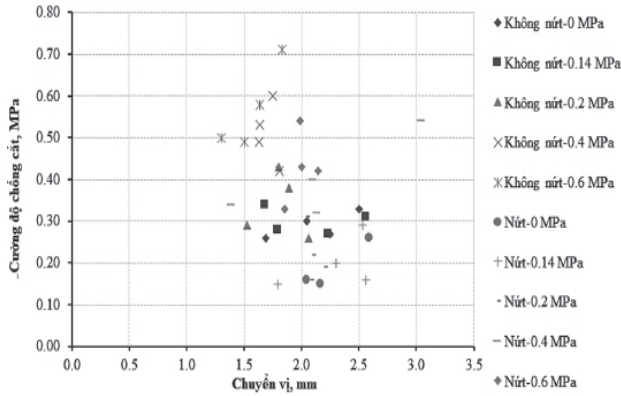
$$ISS = \tau_{max} = \frac{P_u}{\left(\frac{\pi \cdot D^2}{4}\right)}$$

Trong đó: ISS,  $\tau_{max}$  - Cường độ chịu cắt giữa các lớp, MPa;  
 $P_u$  - Lực phá hoại lớn nhất tác dụng lên mẫu, N;  
 D - Đường kính mẫu, mm.

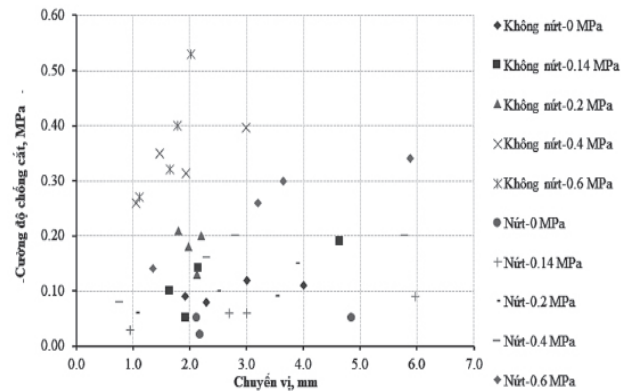
## 4. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

Kết quả nghiên cứu xác định cường độ chống cắt và chuyển vị giữa hai lớp BTN của các mẫu khoan tại các dự án được thể hiện trên các Hình 4.1, Hình 4.2, Hình 4.3. Trên các hình cho thấy, ở 25°C, cường độ chống cắt giữa hai lớp của các dự án trong khoảng 0,15 - 0,71 MPa, chuyển

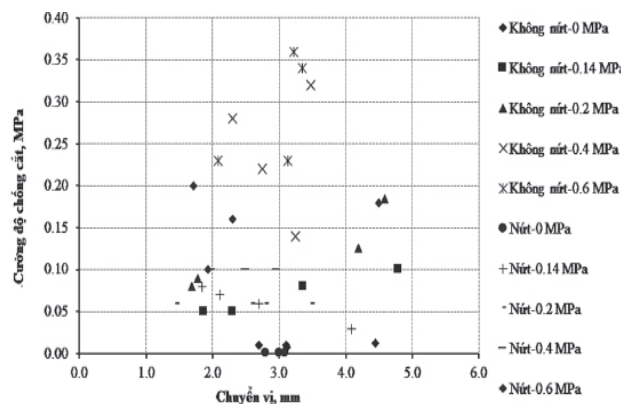
vị từ 1,3 - 3,0 mm. Ở 40°C, cường độ chống cắt giữa hai lớp của các dự án trong khoảng 0,02 - 0,53 MPa, chuyển vị từ 1,1 - 6,0 mm. Ở 60°C, cường độ chống cắt giữa hai lớp của các dự án trong khoảng 0 - 0,36 MPa, chuyển vị từ 1,7 - 4,8 mm.



Hình 4.1: Biểu đồ thể hiện quan hệ giữa cường độ chống cắt giữa hai lớp BTN và chuyển vị ở 25°C



Hình 4.2: Biểu đồ thể hiện quan hệ giữa cường độ chống cắt giữa hai lớp BTN và chuyển vị ở 40°C

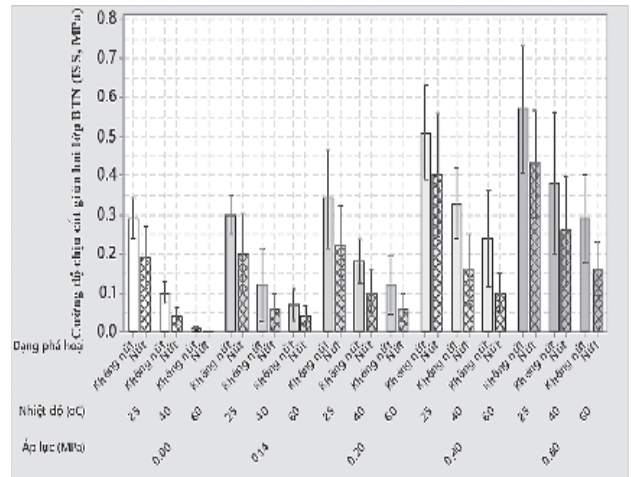


Hình 4.3: Biểu đồ thể hiện quan hệ giữa cường độ chống cắt giữa hai lớp BTN và chuyển vị ở 60°C

### 5. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ

Kết quả tổng hợp về cường độ chịu cắt giữa hai lớp BTN đối với các mẫu nứt và không nứt được thể hiện trên Hình 5.1. Có thể thấy, khi nhiệt độ càng cao sự khác biệt về cường độ chịu cắt giữa mẫu nứt và không nứt càng trở nên rõ rệt. Ở 25°C, cường độ chịu cắt trung bình ở những

vị trí đã có vết nứt thấp hơn 27,5% so với những vị trí chưa có vết nứt. Ở 40°C, cường độ chịu cắt trung bình ở những vị trí đã nứt thấp hơn 45,45% so với những vị trí chưa có vết nứt. Ở 60°C, đối với những khu vực đã nứt, giá trị này thấp hơn 53,33% so với những khu vực chưa có vết nứt.

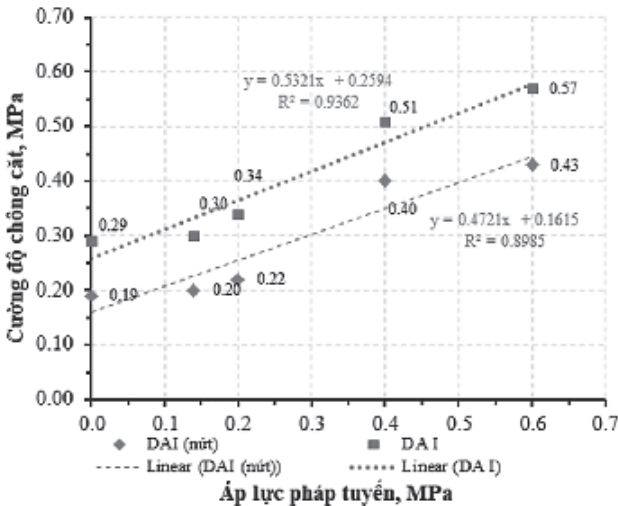


Hình 5.1: Cường độ chịu cắt giữa hai lớp BTN cho các mẫu hiện trường cho hai dự án I và I\* (nứt và không nứt)

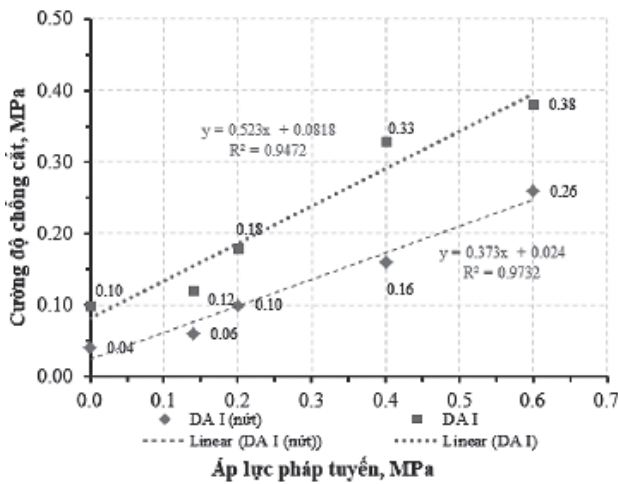
Mặt khác, kết quả cũng cho thấy, khi nhiệt độ càng cao thì ảnh hưởng của áp lực pháp tuyến đến cường độ chống cắt của mẫu khoan tại hai vị trí trên càng rõ ràng hơn. Đối với trường hợp thí nghiệm không có áp lực pháp tuyến, ở 25°C, cường độ chống cắt tại những vị trí đã xuất hiện vết nứt giảm 34,49% so với vị trí chưa bị nứt. Ở 40°C, giá trị này tại những vị trí chưa xuất hiện vết nứt giảm 60% so với vị trí chưa nứt. Tuy nhiên ở 60°C, hai giá trị này có xu hướng giảm sâu và xấp xỉ nhau. Trên thực tế, ở các mẫu khoan tại các vị trí đã có vết nứt khi thí nghiệm ở 60°C, mẫu gần như bị phá hoại ngay. Các kết quả gần như cho giá trị bằng 0. Kết quả thí nghiệm này cũng tương đồng với kết quả thí nghiệm trong báo cáo 712 của Chương trình Nghiên cứu Đường bộ Quốc gia Hoa Kỳ [7]. Do tốc độ gia tải rất chậm, nhiệt độ thí nghiệm cao chính là nguyên nhân dẫn đến bất lợi nhất cho thí nghiệm cường độ chống cắt. Điều này cũng phù hợp với thực tế khai thác, các xuất hiện do nứt trượt, hằn lún vệt bánh xe thường hay xuất hiện ở những khu vực xe tải trọng nặng chạy tốc độ chậm, hãm phanh như trạm thu phí, ngã ba ngã tư, đường cong...

Các Hình 5.2, Hình 5.3, Hình 5.4 thể hiện quan hệ tuyến tính giữa cường độ chống cắt và áp lực pháp tuyến ở các nhiệt độ 25°C, 40°C, 60°C. Dễ dàng nhận thấy có sự khác biệt rất lớn từ 3 đồ thị này. Đường biểu diễn quan hệ cường độ chống cắt ở 25°C của hai vị trí nứt và không nứt gần như song song nhau. Tuy nhiên, khi nhiệt độ tăng dần, độ dốc của các đường đồ thị thay đổi khác nhau. Từ đó, hai đường đồ thị có xu hướng tiến lại gần nhau ở 0 MPa và càng cách xa nhau khi ở áp lực 0,6 MPa. Điều này cũng thể hiện rõ ảnh hưởng của áp lực pháp tuyến tăng lên khi nhiệt độ thí nghiệm tăng lên.

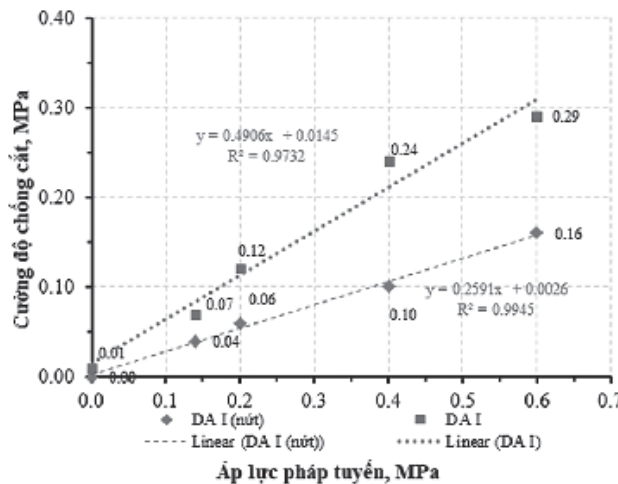




Hình 5.2: Phương trình biểu diễn cường độ chịu cắt và áp lực pháp tuyến ở 25°C



Hình 5.3: Phương trình biểu diễn cường độ chịu cắt và áp lực pháp tuyến ở 40°C



Hình 5.4: Phương trình biểu diễn cường độ chịu cắt và áp lực pháp tuyến ở 60°C

**6. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ**

Từ các kết quả thực nghiệm thu được trong nghiên cứu này có thể rút ra một số kết luận sau:

Trạng thái chất lượng mặt đường mềm có ảnh hưởng nhiều đến chất lượng dính bám giữa hai lớp BTN của kết cấu mặt đường đó. Khi mặt đường đã xuất hiện vết nứt thì cường độ chịu cắt trượt tại đó giảm mạnh so với khu vực mặt đường chưa xuất hiện vết nứt.

Khi nhiệt độ tăng, mức độ phân tán kết quả thí nghiệm càng tăng. Mức độ phân tán kết quả tại các vị trí đã xuất hiện vết nứt lớn hơn nhiều so với vị trí chưa xuất hiện vết nứt.

Áp lực pháp tuyến càng tăng thì sự khác biệt về cường độ chịu cắt giữa các mẫu thử tại vị trí chưa nứt và vị trí đã nứt càng lớn, điều này dẫn đến việc khi mặt đường mềm đã bị hư hỏng nứt thì nguy cơ trượt của lớp BTN phía trên mặt đường mềm càng cao.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu sinh được hỗ trợ bởi Chương trình học bổng đào tạo tiến sĩ trong nước của Quỹ Đổi mới sáng tạo Vingroup.

**Tài liệu tham khảo**

- [1]. Bộ GTVT (2011), *TCVN 8860: 2011 - BTN - Phương pháp thử*.
- [2]. PGS. TS. Vũ Đức Chính (2015), *Nghiên cứu lựa chọn kết cấu và vật liệu cho kết cấu áo đường mềm trên các tuyến đường có xe tải trọng nặng phù hợp với điều kiện nhiệt ẩm*, Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp Bộ GTVT, mã số ĐT14407.
- [3]. Nguyễn Ngọc Lân, Đào Văn Đông và Phạm Duy Hữu (2013), *Nghiên cứu đánh giá hư hỏng mặt đường bê tông asphalt có liên quan đến xô dón và nứt trượt trên một số quốc lộ ở Việt Nam*, Tạp chí GTVT, số 08.
- [4]. *AASHTO TP114-15 Determining the Interlayer Shear Strength (ISS) of Asphalt Pavement Layers*, chủ biên.
- [5]. Khweir K et al (2003), *Influence of Layer Bonding on the Prediction of Pavement Life*, Proceedings of the Institution of Civil Engineering Transport (156), pp.73-83.
- [6]. Hansen KN (2004), *Avoid Slippage by Using Good Tack Coat Practices*, Hot Mix Asphalt Technology(9), tr.33-37.
- [7]. National Cooperative Highway Research Program (2012), *NCHRP Report 712, Optimization of Tack Coat for HMA Placement*, Washington DC.
- [8]. Raab. C and Partl MN (1999), *Methoden zur beurteilung des schichtenverbunds von asphaltbelegen*, Eidgenossisches Department fur Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation/Bundessamt fur Strassen, Forschungsanfrage 12/94, Eidgenossische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, Report Nr442, Zurich, Switzerland.
- [9]. Shahin MY, Kirchner K and Blackmon E (1987), *Analysis of asphalt concrete layer slippage and its effect on pavement performance and rehabilitation design*, Proceedings of 6th Inter-national Conference Structural Design of Asphalt Pavements. vol.987.

**Ngày nhận bài: 15/3/2020**  
**Ngày chấp nhận đăng: 24/4/2020**  
**Người phản biện: TS. Lý Hải Bằng**  
**TS. Nguyễn Minh Khoa**