

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 13150-3:2024

Xuất bản lần 1

**LỚP VẬT LIỆU TÁI CHẾ NGUỘI TẠI CHỖ DÙNG CHO
KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG Ô TÔ - THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU -
PHẦN 3:TÁI CHẾ NÔNG SỬ DỤNG NHỰA ĐƯỜNG BỌT
VÀ XI MĂNG**

*Cold in - place recycled material layer for road pavement
- Construction and acceptance -*

Part 3: Shallow - depth recycling with foamed asphalt and cement

HÀ NỘI – 2024

Mục lục

1 Phạm vi áp dụng	5
2 Tài liệu viện dẫn	6
3 Thuật ngữ và định nghĩa	7
4 Yêu cầu kỹ thuật đối với hỗn hợp nhựa tái chế	9
5 Yêu cầu đối với vật liệu dùng cho hỗn hợp nhựa tái chế	10
6 Thiết kế thành phần hỗn hợp nhựa tái chế	12
7 Thiết bị thi công	13
8 Thi công lớp hỗn hợp nhựa tái chế	16
9 Kiểm tra, giám sát và nghiệm thu lớp hỗn hợp nhựa tái chế	20
10 Thi công lớp vật liệu phủ phía trên	26
11 An toàn lao động và bảo vệ môi trường	26
Phụ lục A (Quy định): Hướng dẫn thiết kế hỗn hợp nhựa tái chế nguội nguội sử dụng nhựa đường bột và xi măng	27
Phụ lục B (Quy định): Kết cấu áo đường có sử dụng lớp hỗn hợp nhựa tái chế nguội	36
Phụ lục C (Tham khảo): Tình trạng mặt đường cũ có thể áp dụng công nghệ tái chế nguội tại chỗ	37

Lời nói đầu

TCVN 13150 do Viện Khoa học và Công nghệ Giao thông vận tải biên soạn, Bộ Giao thông vận tải đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ tiêu chuẩn TCVN 13150, *Lớp vật liệu tái chế nguội tại chỗ dùng cho kết cấu áo đường ô tô - Thi công và nghiệm thu* gồm 3 phần:

TCVN 13150-1:2020, *Phần 1: Tái chế sâu sử dụng xi măng hoặc xi măng và nhũ tương nhựa đường*

TCVN 13150-2:2020, *Phần 2: Tái chế sâu sử dụng nhựa đường bột và xi măng*

TCVN 13150-3:2024, *Phần 3: Tái chế nông sử dụng nhựa đường bột và xi măng*

Lớp vật liệu tái chế nguội tại chỗ dùng cho kết cấu áo đường ô tô - Thi công và nghiệm thu -

Phần 3: Tái chế nông sử dụng nhựa đường bọt và xi măng

Cold in-place recycled material layer for road pavement - Construction and acceptance - Part 3: Shallow - depth recycling with foamed asphalt and cement

1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này quy định những yêu cầu kỹ thuật về vật liệu, thiết kế hỗn hợp, thi công, kiểm tra và nghiệm thu lớp hỗn hợp nhựa tái chế theo phương pháp nguội tại chỗ (gọi là tái chế nông) sử dụng vật liệu gốc là nhựa đường bọt và xi măng dùng cho kết cấu áo đường ô tô.

1.2 Công nghệ này được dùng để sửa chữa, cải tạo và nâng cấp kết cấu áo đường mềm cũ có sử dụng lớp mặt trên cùng là hỗn hợp nhựa sau một thời gian khai thác đã bị xuống cấp hoặc hư hỏng, phát sinh các biến dạng như nứt, lún, lún vệt bánh xe, ổ gà,... ảnh hưởng tới chất lượng khai thác và an toàn giao thông. Công nghệ này áp dụng đối với trường hợp nền đường, móng đường còn tốt (tham khảo Phụ lục C).

1.3 Lớp hỗn hợp nhựa tái chế phù hợp để làm các lớp mặt dưới, lớp móng của mặt đường cấp cao chủ yếu A1 hoặc lớp mặt của mặt đường cấp cao thứ yếu A2 trong kết cấu áo đường đường ô tô cao tốc (theo TCVN 5729), đường ô tô (theo TCVN 4054), đường giao thông nông thôn (theo TCVN 10380), đường đô thị (TCVN 13592), bến bãi, quảng trường. Kết cấu áo đường có sử dụng lớp hỗn hợp nhựa tái chế xem Phụ lục B.

CHÚ THÍCH:

- 1) Tiêu chuẩn này cũng có thể được tham khảo áp dụng cho công tác cải tạo, nâng cấp kết cấu áo đường trong sân bay.
- 2) Công nghệ tái chế này chỉ áp dụng trong phạm vi chiều sâu lớp (các lớp) lớp hỗn hợp nhựa, không bao gồm lớp móng hoặc một phần lớp móng.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm các sửa đổi bổ sung (nếu có).

TCVN 2682, *Tiêu chuẩn xi măng poóc lăng - Yêu cầu kỹ thuật*

TCVN 4054, *Đường ô tô - Yêu cầu thiết kế.*

TCVN 4197, *Đất xây dựng - Phương pháp xác định giới hạn dẻo và giới hạn chảy trong phòng thí nghiệm.*

TCVN 4506, *Nước trộn bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật.*

TCVN 5729, *Đường ô tô cao tốc - Yêu cầu và thiết kế.*

TCVN 6017, *Xi măng - Xác định thời gian đông kết và tính ổn định thể tích*

TCVN 6260, *Xi măng poóc lăng hỗn hợp - Yêu cầu kỹ thuật*

TCVN 7495, *Bitum - Phương pháp xác định độ kim lún.*

TCVN 7572-2, *Cốt liệu bê tông và vữa - Phương pháp thử - Phần 2: Xác định thành phần hạt*

TCVN 8817-1, *Nhũ tương nhựa đường a xít – Phần 1: Yêu cầu kỹ thuật*

TCVN 8818-1, *Nhựa đường lỏng – Phần 1: Yêu cầu kỹ thuật.*

TCVN 8860-2, *Bê tông nhựa – Phương pháp thử - Phần 2: Xác định hàm lượng nhựa bằng phương pháp chiết sử dụng máy quay li tâm*

TCVN 8860-3, *Bê tông nhựa – Phương pháp thử - Phần 3: Xác định thành phần hạt*

TCVN 8860-5, *Bê tông nhựa – Phương pháp thử - Phần 5: Xác định tỷ trọng khối, khối lượng thể tích của bê tông nhựa đã đầm nén*

TCVN 8862, *Quy trình thử nghiệm xác định cường độ kéo khi ép chèn của vật liệu hạt liên kết bằng các chất kết dính*

TCVN 8863, *Mặt đường láng nhựa nóng - Thi công và nghiệm thu*

TCVN 8864, *Mặt đường ô tô - Xác định độ bằng phẳng bằng thước dài 3,0 mét*

TCVN 8865, *Mặt đường ô tô - Phương pháp đo và đánh giá xác định độ bằng phẳng theo chỉ số độ gồ ghề quốc tế IRI*

TCVN 9505, *Mặt đường láng nhũ tương nhựa đường axit - Thi công và nghiệm thu*

TCVN 10380, *Đường giao thông nông thôn – Yêu cầu thiết kế.*

TCVN 11633, *Bê tông nhựa - Thu hồi nhựa đường từ dung dịch sau khi chiết bằng phương pháp*

Abson

TCVN 12790, *Đất, đá dăm dùng trong công trình giao thông – Đầm nén Proctor*

TCVN 12792, *Vật liệu nền, móng mặt đường – Phương pháp xác định tỷ số CBR trong phòng thí nghiệm*

TCVN 13150-1, *Lớp vật liệu tái chế nguội tại chỗ dùng cho kết cấu đường ô tô - Thi công và nghiệm thu - Phần 1 : Tái chế sâu sử dụng xi măng hoặc xi măng và nhũ tương nhựa đường*

TCVN 13150-2, *Lớp vật liệu tái chế nguội tại chỗ dùng cho kết cấu đường ô tô - Thi công và nghiệm thu - Phần 2 : Tái chế sâu sử dụng nhựa đường bột hoặc nhựa đường bột và xi măng.*

TCVN 13567-1, *Lớp mặt đường bằng hỗn hợp nhựa nóng - Thi công và nghiệm thu - Phần 1 : Bê tông nhựa chặt sử dụng nhựa đường thông thường.*

TCVN 13592, *Đường đô thị - Yêu cầu thiết kế.*

AASHTO T 27, *Standard Method of Test for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates (Phương pháp thử nghiệm phân tích thành phần hạt của cốt liệu nhỏ và cốt liệu lớn).*

AASHTO T 191, *Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method (Thử nghiệm xác định khối lượng thể tích của đất tại hiện trường bằng phương pháp phễu rót cát).*

CHÚ THÍCH: Khi có TCVN mới được công bố có nội dung tương tự như tiêu chuẩn nước ngoài được viện dẫn trong Điều này thì ưu tiên dùng TCVN.

3 Thuật ngữ và định nghĩa

3.1

Công nghệ tái chế nông sử dụng nhựa đường bột và xi măng (Shallow - depth recycling with foamed asphalt and cement)

Cào bóc, làm tươi tại chỗ toàn bộ hoặc một phần của lớp (hoặc các lớp) hỗn hợp nhựa cũ của kết cấu áo đường mềm đến một chiều sâu nhất định; sau đó trộn đều hỗn hợp nhựa cũ với cốt liệu bổ sung (nếu có), nước (nếu có) và vật liệu gia cố để tạo thành hỗn hợp nhựa tái chế; hỗn hợp nhựa tái chế được chuyển vào máy rải hỗn hợp nhựa (máy rải bê tông nhựa) và được rải, lu lèn để tạo thành lớp hỗn hợp nhựa tái chế. Chiều sâu lớp hỗn hợp nhựa tái chế nông không quá 18 cm. Công nghệ này sử dụng một hệ thống thiết bị thi công chuyên dụng, trong đó máy chủ là máy tái chế. Công nghệ này còn được gọi là công nghệ tái chế hỗn hợp nhựa theo phương pháp nguội tại chỗ sử dụng chất gia cố là nhựa đường bột và xi măng.

3.2

Máy tái chế (Recycling machine)

Loại máy chuyên dụng, tự hành, trong khi di chuyển có thể thực hiện đồng thời các công việc: Cào bóc, làm tươi tại chỗ lớp (hoặc các lớp) hỗn hợp nhựa cũ; sau đó trộn đều hỗn hợp nhựa cũ với cốt

TCVN 13150-3:2024

liệu bổ sung (nếu có), nước (nếu có) và vật liệu gia cố để tạo thành hỗn hợp vật liệu tái chế.

3.3

Hỗn hợp nhựa cũ (Reclaimed asphalt pavement)

Hỗn hợp vật liệu đã được cào bóc, làm tươi từ lớp hỗn hợp nhựa cũ của mặt đường, trước khi được trộn với cốt liệu bổ sung và vật liệu gia cố.

3.4

Cốt liệu bổ sung (Virgin aggregate)

Cốt liệu được trộn thêm vào hỗn hợp nhựa cũ để hỗn hợp nhựa tái chế có thành phần cấp phối và các chỉ tiêu cơ lý thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật.

3.5

Vật liệu gia cố (Stabilization agent)

Vật liệu được trộn thêm vào hỗn hợp vật liệu cũ để được hỗn hợp vật liệu tái chế; trong tiêu chuẩn này, vật liệu gia cố là nhựa đường bọt hoặc dùng kết hợp cả nhựa đường bọt và xi măng.

3.6

Hỗn hợp nhựa tái chế (Recycled asphalt mixture)

Hỗn hợp vật liệu gồm hỗn hợp nhựa cũ, cốt liệu bổ sung (nếu có), vật liệu gia cố và phụ gia (nếu có) được trộn đều với nhau theo tỷ lệ thiết kế.

3.7

Nhựa đường bọt (Foamed asphalt)

Nhựa đường đặc được gia nhiệt ở nhiệt độ (160 + 180) °C và được trộn với một lượng nước nguội (thông thường từ (2,5 + 3,5) % theo khối lượng nhựa) trong buồng giãn nở chuyên dùng.

3.8

Tỷ lệ giãn nở (Expanding rate)

Thước đo độ nở của bọt, sử dụng để đánh giá mức độ bọt phân tán trong cấp phối hạt đá; là tỷ lệ giữa thể tích tối đa của bọt tương đối với thể tích ban đầu của bọt. Ký hiệu là ER.

3.9

Chu kỳ bán hủy (Half - life)

Thước đo độ bền của bọt và cung cấp một chỉ thị về tốc độ xẹp của bọt trong quá trình trộn lẫn; được xác định bằng thời gian (tính bằng giây, s) cần để bọt xẹp tới một nửa thể tích tối đa. Ký hiệu là $\tau_{1/2}$.

3.10

Hỗn hợp nhựa (Asphalt Mixture)

Hỗn hợp bao gồm các cốt liệu (cốt liệu lớn, cốt liệu nhỏ, có hoặc không có bột khoáng) có thành phần cấp phối liên tục, cấp phối gián đoạn, cấp phối hở hoặc cấp phối bán hở, nhựa đường và phụ gia (nếu có) theo tỷ lệ xác định, được trộn đều với nhau. Hỗn hợp nhựa sau đó được rải thành lớp, được lu lên đến độ chặt quy định để tạo thành lớp mặt đường hỗn hợp nhựa.

4 Yêu cầu kỹ thuật đối với hỗn hợp nhựa tái chế

4.1 Yêu cầu về thành phần cấp phối: Thành phần cấp phối của hỗn hợp nhựa tái chế trước khi được gia cố nhựa đường bột và xi măng cần thỏa mãn yêu cầu về thành phần cấp phối được nêu trong Bảng 1 (xác định theo AASHTO T27).

Bảng 1 - Thành phần cấp phối của hỗn hợp nhựa tái chế

Kích cỡ lỗ sàng vuông, mm	Tỷ lệ lọt sàng, % theo khối lượng
37,5	85 + 100
25	73 + 100
19	60 + 100
12,5	51 + 90
9,5	42 + 80
4,75	28 + 62
2,36	18 + 47
1,18	11 + 36
0,6	7 + 28
0,3	4 + 22
0,15	2 + 17
0,075	1 + 12

4.2 Yêu cầu về các chỉ tiêu cơ lý: Hỗn hợp nhựa tái chế phải có các chỉ tiêu cơ lý thỏa mãn các quy định trong Bảng 2.

Bảng 2 - Yêu cầu về các chỉ tiêu cơ lý đối với hỗn hợp nhựa tái chế

Tên chỉ tiêu	Mức		Phương pháp thử
	Thử nghiệm trên mẫu chế tạo theo phương pháp Marshall, đường kính mẫu D=101,6 mm	Thử nghiệm trên mẫu chế tạo theo phương pháp Proctor cải tiến, đường kính mẫu D=152 mm ⁽¹⁾	
1. Cường độ kéo khi ép chèn ở 25 °C, trạng thái khô (ITS _k) ⁽²⁾ , kPa	≥ 250	≥ 225	TCVN 8862 (Mẫu được chế tạo, bảo dưỡng theo Phụ lục A)

Bảng 2 (kết thúc)

Tên chỉ tiêu	Mức		Phương pháp thử
	Thử nghiệm trên mẫu chế tạo theo phương pháp Marshall, đường kính mẫu D=101,6 mm	Thử nghiệm trên mẫu chế tạo theo phương pháp Proctor cải tiến, đường kính mẫu D=152 mm ⁽¹⁾	
2. Cường độ kéo khi ép chèn ở 25 °C, trạng thái ướt (ITS _u) ⁽³⁾ , kPa	≥ 125	≥ 100	TCVN 8862 (Mẫu được chế tạo, bảo dưỡng theo Phụ lục A)
3. Cường độ kéo khi ép chèn ở 25 °C, trạng thái độ ẩm cân bằng (ITS _{cb}) ⁽⁴⁾ , kPa	-	≥ 175	
4. Hệ số cường độ kéo khi ép chèn (TSR = ITS _u / ITS _k)	≥ 0,8	≥ 0,6	
<p>⁽¹⁾ Thử nghiệm trên mẫu chế tạo theo phương pháp Proctor cải tiến được sử dụng khi đánh giá hỗn hợp tái chế với mức độ tin cậy cao hơn; dùng cho đường ô tô cao tốc, đường ô tô từ cấp III (theo TCVN 4054) trở lên, đường đô thị cấp đô thị và cấp khu vực.</p> <p>⁽²⁾ Thử nghiệm trên mẫu được bảo dưỡng khô: Mẫu được bảo dưỡng trong tủ sấy khoảng 72 h tại 40 °C, sau đó lấy ra và để nguội tới nhiệt độ phòng.</p> <p>⁽³⁾ Thử nghiệm trên mẫu được bảo dưỡng ướt (bảo hòa): Mẫu được ngâm trong nước ở 25°C ± 1°C trong 24 h.</p> <p>⁽⁴⁾ Thử nghiệm trên mẫu được bảo dưỡng ở độ ẩm cân bằng: Mẫu được bảo dưỡng trong tủ sấy khoảng 20 h tại 30°C (hoặc đến khi độ ẩm giảm xuống còn xấp xỉ 50 % độ ẩm tối ưu); lấy mẫu ra khỏi tủ sấy, để mẫu trong túi nhựa bít kín (ít nhất có thể tích gấp đôi mẫu) và bảo dưỡng trong tủ sấy khoảng 48 h tại 40 °C. Sau đó lấy ra, tháo túi nhựa bọc mẫu và để nguội tới nhiệt độ phòng.</p>			

5 Yêu cầu đối với vật liệu dùng cho hỗn hợp tái chế

5.1 Hỗn hợp nhựa cũ

- Hỗn hợp nhựa cũ phải có chỉ số CBR lớn hơn 80 % và chỉ số dẻo nhỏ hơn 10 %.
- Hỗn hợp nhựa cũ được coi là có hoạt tính khi nhựa đường thu hồi (nhựa đường cũ) có độ kim lún lớn hơn 10, hoặc có cường độ kéo khi ép chèn ở trạng thái ướt (ITS_u) ở 25 °C lớn hơn 100 kPa (mẫu đường kính 101,6 mm được chế bị theo phương pháp Marshall ở 70 °C, sau đó ngâm mẫu trong nước ở 25 °C ± 2 °C trong 24 h).

5.2 Nhựa đường bột

5.2.1 Nhựa đường mác (cấp) 60/70, 85/100, 120/150 thường được dùng để tạo nhựa đường bột. Mác nhựa đường sử dụng phải thỏa mãn các yêu cầu quy định tại Phụ lục A của TCVN 13567-1.

5.2.2 Nhiệt độ nhựa đường trước khi tạo bột từ (160 + 180) °C.

5.2.3 Các đặc tính tạo bọt của nhựa đường: Nhựa đường dùng để tạo bọt phải được kiểm tra trong phòng thử nghiệm để xác định các đặc tính tạo bọt thông qua tỷ lệ giãn nở (ER) và chu kỳ bán hủy ($\tau_{1/2}$), các chỉ tiêu kiểm tra phải thỏa mãn quy định trong Bảng 3.

Bảng 3 - Giới hạn đặc tính tạo bọt của nhựa đường

Nhiệt độ hỗn hợp tái chế (T)	$10\text{ }^{\circ}\text{C} \leq T \leq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$	$T > 25\text{ }^{\circ}\text{C}$	Phương pháp thử
Tỷ lệ giãn nở (ER), lần	≥ 10	≥ 8	Phụ lục B của TCVN 13150-2
Chu kỳ bán hủy ($\tau_{1/2}$), s	≥ 8	≥ 6	

5.2.4 Hàm lượng nhựa đường bọt nên dùng cho hỗn hợp tái chế thông thường nằm trong khoảng từ 1,6 % đến 2,3 % khối lượng hỗn hợp cốt liệu khô (gồm RAP và cốt liệu bổ sung); hàm lượng nhựa đường bọt tối ưu được xác định qua thiết kế hỗn hợp tái chế theo Phụ lục A.

5.2.5 Phụ gia tạo bọt

Trong trường hợp cần thiết, có thể cần phải sử dụng phụ gia tạo bọt để tác động đến các tính chất tạo bọt của nhựa đường. Trong trường hợp sử dụng, hầu hết các chất phụ gia tạo bọt được đưa vào nhựa đường trước khi nung nóng đến nhiệt độ quy định; sau khi cho phụ gia vào nhựa đường, nhựa đường bọt được sử dụng trong khoảng thời gian 2 h. Loại và tỷ lệ phụ gia sử dụng phải được quy định cụ thể trong hồ sơ thiết kế hỗn hợp.

5.3 Xi măng

5.3.1 Xi măng có tác dụng làm tăng khả năng dính bám của nhựa đường với cốt liệu, tăng khả năng phân tán của nhựa đường trong hỗn hợp nhựa tái chế, tăng độ cứng của hỗn hợp nhựa tái chế và tăng tốc độ cố kết của hỗn hợp nhựa tái chế khi đầm nén.

5.3.2 Xi măng sử dụng là loại phù hợp với quy định tại TCVN 2682 hoặc TCVN 6260; ngoài ra, xi măng phải có thời gian bắt đầu đông kết tối thiểu là 120 min (thử nghiệm theo TCVN 6017).

5.3.3 Hàm lượng xi măng sử dụng được xác định khi thiết kế hỗn hợp nhựa tái chế sao cho hỗn hợp nhựa tái chế thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật. Hàm lượng xi măng (tính theo % khối lượng khô của hỗn hợp cốt liệu tái chế) không quá 1,0 %. Hàm lượng xi măng được xác định qua thiết kế hỗn hợp nhựa tái chế theo Phụ lục A.

5.4 Cốt liệu bổ sung

5.4.1 Cốt liệu bổ sung được sử dụng để đáp ứng một hoặc nhiều mục đích sau đây:

- Cải thiện thành phần cấp phối của hỗn hợp nhựa cũ.
- Thay đổi các tính chất cơ học của hỗn hợp nhựa tái chế.

TCVN 13150-3:2024

- Nâng cao khả năng kháng cắt của hỗn hợp nhựa tái chế. Nên sử dụng thêm cốt liệu bổ sung (thông thường là 15 % cốt liệu nhỏ đối với hỗn hợp nhựa cũ không hoạt tính hoặc 30 % cốt liệu lớn đối với hỗn hợp nhựa cũ có hoạt tính).

5.4.2 Loại và lượng cốt liệu bổ sung (nếu có) được xác định khi thiết kế hỗn hợp theo Phụ lục A sao cho hỗn hợp nhựa tái chế thỏa mãn các quy định trong Bảng 1, Bảng 2. Cốt liệu bổ sung phải thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật quy định tại Điều 5 của TCVN 13567-1.

5.5 Nước

Nước dùng để trộn ẩm hỗn hợp nhựa tái chế khi thiết kế hỗn hợp nhựa tái chế, thi công hỗn hợp nhựa tái chế, dùng để tạo bọt cho nhựa đường. Nước phải thỏa mãn các quy định của TCVN 4506.

5.6 Vật liệu dùng cho lớp dính bám

Trước khi thi công lớp hỗn hợp nhựa phía trên lớp hỗn hợp nhựa tái chế, có thể dùng một trong các loại sau:

- Nhũ tương a xít phân tách chậm CSS-1h (TCVN 8817-1) với lượng tưới từ $(0,3 + 0,6)$ L/m². Thời gian từ lúc tưới dính bám đến khi rải lớp hỗn hợp nhựa phía trên phải đủ để nhũ tương phân tách hoàn toàn (khi nhũ tương dính bám chuyển sang màu đen), thông thường sau ít nhất là 4 h.
- Nhũ tương a xít phân tách nhanh CRS-1 (TCVN 8817-1) với lượng tưới từ $(0,3 + 0,6)$ L/m². Thời gian từ lúc tưới dính bám đến khi rải lớp hỗn hợp nhựa phía trên phải đủ để nhũ tương phân tách hoàn toàn (khi nhũ tương dính bám chuyển sang màu đen), thông thường sau ít nhất từ 2 h đến 4 h.
- Nhựa lỏng đông đặc nhanh RC70 (TCVN 8818-1) với lượng tưới từ $(0,3 + 0,5)$ L/m². Thời gian từ lúc tưới dính bám đến khi rải lớp hỗn hợp nhựa phía trên phải đủ để nhựa lỏng RC70 đông đặc hoàn toàn, thông thường sau ít nhất là 4 h.

CHÚ THÍCH:

- Cũng có thể sử dụng loại vật liệu khác phù hợp để tưới dính bám.
- Trong trường hợp sử dụng RC70, cần thực hiện theo đúng khuyến cáo sử dụng của đơn vị cung ứng RC70 để không gây cháy, nổ. Lượng dầu có trong RC70 nếu chưa được bay hơi hoàn toàn có thể ảnh hưởng không tốt đến chất lượng dính bám giữa hai lớp.

6 Thiết kế thành phần hỗn hợp nhựa tái chế

6.1 Mục đích của công tác thiết kế thành phần hỗn hợp nhựa tái chế là tìm ra được tỷ lệ phối hợp của các thành phần vật liệu (hỗn hợp nhựa cũ, cốt liệu bổ sung, nhựa đường bọt, xi măng, nước,...) để tạo ra hỗn hợp nhựa tái chế thỏa mãn các yêu cầu quy định trong Bảng 1 và Bảng 2.

6.2 Khảo sát, đánh giá mặt đường cũ phục vụ công tác thiết kế hỗn hợp nhựa tái chế và thiết kế kết cấu áo đường:

6.2.1 Trước khi thiết kế thành phần hỗn hợp nhựa tái chế và thiết kế kết cấu áo đường phải tiến hành khảo sát, đánh giá mặt đường cũ. Về nguyên tắc, thiết kế kết cấu áo đường theo tiêu chuẩn nào thì việc khảo sát, đánh giá mặt đường cũ phải tuân thủ theo các quy định tại tiêu chuẩn tương ứng.

6.2.2 Phân chia đường thành những đoạn tương đối đồng nhất

6.2.2.1 Chia đường thành những đoạn tương đối đồng nhất dựa trên: Tình trạng và mức độ hư hỏng mặt đường cũ; chiều dày các lớp hỗn hợp nhựa cũ, đặc trưng của các lớp hỗn hợp nhựa cũ (loại cốt liệu, thành phần cấp phối cốt liệu, hàm lượng nhựa đường cũ, độ kim lún của nhựa đường thu hồi từ hỗn hợp nhựa cũ, khối lượng thể tích,...) trong phạm vi chiều sâu có thể áp dụng công nghệ tái chế.

6.2.2.2 Để chia đường thành những đoạn đồng nhất, trước hết ưu tiên sử dụng các hồ sơ quản lý, khai thác đường. Trong trường hợp chưa đủ thông tin, tiến hành điều tra, khảo sát ngoài thực địa dọc theo tuyến đường. Để xác định chiều dày và đặc trưng các lớp vật liệu, tiến hành khảo sát, thử nghiệm dọc tuyến với mật độ từ (100 + 500) m / 1 vị trí.

6.2.2.3 Trong quá trình điều tra, khảo sát, cần chú ý những đoạn cục bộ (kết cấu nền mặt đường quá yếu) và phải có biện pháp thiết kế, xử lý riêng cho từng đoạn cục bộ đó.

6.2.3 Trên mỗi đoạn đồng nhất, cần khảo sát, thử nghiệm tại ít nhất 3 vị trí; chiều dày và các đặc trưng của lớp vật liệu là số liệu trung bình của 3 vị trí. Nội dung thực hiện tại các vị trí kiểm tra bao gồm: Khoan mẫu, đo chiều dày các lớp, mang mẫu về phòng thử nghiệm xác định khối lượng thể tích theo TCVN 8860-5. Cũng tại vị trí đã khoan mẫu, cắt mẫu hỗn hợp nhựa, mang mẫu về phòng thử nghiệm xác định hàm lượng nhựa theo TCVN 8860-2, thu hồi nhựa đường cũ theo TCVN 11633, thành phần cấp phối theo TCVN 8860-3, xác định độ kim lún trên mẫu nhựa đường thu hồi theo TCVN 7495; chuẩn bị mẫu để thiết kế hỗn hợp nhựa tái chế theo Phụ lục A. Lưu ý phải lấy mẫu, để riêng và thử nghiệm các chỉ tiêu cho riêng từng lớp hỗn hợp nhựa.

6.3 Trình tự thiết kế hỗn hợp nhựa tái chế được trình bày chi tiết tại Phụ lục A.

6.4 Nếu các lớp hỗn hợp nhựa cũ có sự khác biệt lớn về các đặc trưng (thành phần cấp phối, hàm lượng nhựa đường, độ kim lún của mẫu nhựa đường thu hồi hoặc R^u_{kc} của hỗn hợp nhựa cũ) có thể ảnh hưởng đến hỗn hợp nhựa tái chế không thỏa mãn yêu cầu trong Bảng 1, Bảng 2 thì cần phải thiết kế các hỗn hợp nhựa tái chế khác nhau.

7 Thiết bị thi công

7.1 Dây chuyền công nghệ thi công bao gồm các thiết bị thi công chủ yếu sau:

- Máy tái chế;
- Máy rải xi măng;

TCVN 13150-3:2024

- Xe bồn chứa nhựa đường nóng;
- Xe bồn chở nước;
- Máy rải hỗn hợp nhựa (máy rải bê tông nhựa);
- Máy lu các loại.

7.2 Máy tái chế

Máy chuyên dụng, tự hành, công suất phù hợp đủ khả năng cào xới áo đường cũ đến một chiều sâu nhất định, trộn đều hỗn hợp nhựa cũ với cốt liệu bổ sung (nếu có) và vật liệu gia cố để tạo thành hỗn hợp nhựa tái chế đồng nhất chỉ sau một lần đi qua. Máy tái chế phải có hệ thống băng tải ở phía sau để vận chuyển hỗn hợp nhựa tái chế vào trong phễu tiếp liệu của máy rải hỗn hợp nhựa. Máy tái chế phải đáp ứng được các yêu cầu cơ bản sau:

- Được thiết kế và sản xuất tại nhà máy, có đầy đủ hồ sơ kỹ thuật.
- Có công suất phù hợp để cào bóc, tái chế đến chiều sâu thiết kế.
- Có hệ thống điều khiển cân bằng để duy trì độ sâu cào bóc trong giới hạn sai số ± 10 mm của chiều sâu theo yêu cầu trong suốt quá trình vận hành.
- Trống cào có khả năng thay đổi tốc độ quay; có thể dịch chuyển sang trái, phải.
- Máy phải có hệ thống tạo nhựa đường bọt, tất cả hệ thống phun nhựa đường bọt và nước gắn khít với máy phải được kiểm soát bởi hệ thống điều khiển tốc độ dòng chảy tương ứng với tốc độ di chuyển của máy. Tất cả hệ thống phun cũng phải có khả năng cho phép thay đổi lưu lượng phun trong một biên độ rộng từ $(0 \div 500)$ kg/min tương ứng với khả năng thay đổi hàm lượng nhựa đường bọt từ $(0 \div 5)$ %.
- Máy phải có khả năng cung cấp nhựa đường bọt với tốc độ yêu cầu và đồng nhất trong suốt quá trình vận hành;
- Trên máy phải có thiết bị hiển thị nhằm theo dõi quá trình cung cấp nhựa đường bọt trong suốt quá trình vận hành; có thiết bị điều chỉnh nhiệt độ và van áp suất của đường cung cấp nhựa đường bọt cho mục đích kiểm tra chất lượng.
- Máy phải có hệ thống băng tải sau để vận chuyển vật liệu tái chế vào trong phễu tiếp liệu của máy rải hỗn hợp nhựa.

7.3 Máy rải xi măng: Là máy tự hành, có thiết bị rải xi măng, có khả năng định lượng được lượng xi măng để rải thành lớp mỏng với sai số cho phép ± 5 % so với định lượng yêu cầu thiết kế trên một đơn vị diện tích của mặt đường.

7.4 Xe bồn chứa nhựa đường nóng: Là xe chuyên dụng với ống nối đằng sau và khớp nối để có thể kéo dài từ phía trước và đẩy từ phía sau.

7.4.1 Dung tích của các xe phải phù hợp với khối lượng công việc. Nói chung, loại xe bồn đơn với dung tích trong khoảng từ 10 000 L đến 15 000 L thích hợp cho các dự án nhỏ. Các xe bồn cỡ lớn với dung tích trên 20 000 L thường dùng cho các dự án lớn.

7.4.2 Tất cả các xe bồn nối vào máy tái chế không bị rò rỉ, kể cả bồn chứa và hệ thống ống nối với máy tái chế.

7.4.3 Mỗi bồn chứa nhựa đường bột phải được trang bị:

- Thiết bị đo nhiệt độ của nhựa đường bột;
- Một van nạp phía sau, với đường kính trong tối thiểu 75 mm để xả nhựa đường thừa ra khỏi thùng chứa.
- Một hệ thống gia nhiệt có khả năng tăng nhiệt độ ít nhất 20 °C trong một giờ.

7.5 Xe bồn chờ nước: Có khả năng điều chỉnh được lưu lượng nước phun và có hệ thống thanh phun nước có thể phun sương.

CHÚ THÍCH: Máy tái chế, xe bồn chờ nhựa đường nóng và xe bồn chờ nước lần lượt được nối vào nhau. Trong quá trình thi công, máy tái chế sẽ đẩy hai xe bồn này về phía trước và cào bóc tái chế lớp mặt đường.

7.6 Máy rải hỗn hợp nhựa: Nên dùng máy rải có hệ thống điều chỉnh cao độ tự động.

CHÚ THÍCH: Trong trường hợp máy tái chế có hệ thống rải hỗn hợp tái chế tương tự như máy rải hỗn hợp nhựa thì có thể xem xét không cần máy rải hỗn hợp nhựa.

7.7 Máy lu

Sử dụng các loại máy lu tự hành. Loại và số lượng máy lu được xác định thông qua thi công thử; bao gồm tối thiểu các loại máy lu sau:

7.7.1 Lu rung 2 bánh thép

Một lu có khối lượng tịnh không dưới 9 T, một lu có khối lượng tịnh không dưới 12 T, bề rộng bánh lu không dưới 1,8 m và có hệ thống phun nước và thanh gạt để làm sạch vật liệu dính bám vào bánh lu.

7.7.2 Lu rung 1 bánh thép

Một lu có khối lượng tịnh không dưới 14 T, có hệ thống phun nước và thanh gạt để làm sạch vật liệu dính bám vào bánh lu.

7.7.3 Lu bánh lốp

Máy lu bánh lốp khối lượng tịnh không dưới 16 T, các lốp nhẵn đồng đều và có khả năng hoạt động với áp lực lu tối thiểu phải đạt 0,63 MPa. Mỗi lốp sẽ được bơm tới áp lực quy định và chênh lệch áp lực giữa hai lốp bất kỳ không được vượt quá 0,003 MPa có hệ thống phun nước và thanh gạt để làm sạch vật liệu dính bám vào bánh lu; cần có biện pháp để có thể điều chỉnh tải trọng của lu sao cho áp lực lên mỗi bánh lốp có thể thay đổi theo yêu cầu trong quá trình lu.

8 Thi công lớp hỗn hợp nhựa tái chế

8.1 Không được thi công trong điều kiện trời mưa, cũng không được thi công nếu dự đoán mọi công đoạn không thể hoàn thành trước khi trời mưa. Không được thi công nếu nhiệt độ không khí dưới 5 °C.

8.2 Nhà thầu phải có kế hoạch phân luồng, đảm bảo an toàn giao thông trong suốt quá trình thi công.

8.3 Không được rải xi măng trên mặt đường trước đây chuyên thiết bị thi công khi có gió lớn vì gió có thể thổi bay một phần xi măng.

8.4 Nên thi công và hoàn thiện lớp hỗn hợp nhựa tái chế vào ban ngày. Trường hợp thi công vào ban đêm thì phải có đủ thiết bị chiếu sáng trong quá trình thi công.

8.5 Trước khi thi công đại trà, cần phải tiến hành thi công thử một đoạn ít nhất 150 m để kiểm tra và xác định công nghệ thi công, làm cơ sở áp dụng thi công đại trà. Các nội dung kiểm tra phải tuân thủ theo quy định trong Bảng 5. Ngoài ra phải lấy mẫu kiểm tra mức độ đồng nhất về thành phần hạt và độ chặt ở các nửa trên và nửa dưới chiều dày của lớp hỗn hợp nhựa tái chế cũng như ở các vị trí khác nhau trên đoạn thi công thử (ở giữa vệt và ở mép vệt thi công), nếu ở các vị trí khác nhau nói trên đạt được các sai số cho phép ở Bảng 5 thì mới được tiến hành thi công đại trà.

8.6 Chuẩn bị mặt bằng

8.6.1 Phải làm sạch bụi bẩn và các vật liệu không thích hợp rơi vãi trên bề mặt lớp mặt đường cũ sẽ tái chế bằng máy quét, máy thổi, hoặc vòi phun nước (nếu cần) và bắt buộc phải làm khô bề mặt. Mặt bằng chuẩn bị phải rộng hơn về mỗi bên ít nhất là 20 cm so với bề rộng sẽ tái chế. Tốt nhất là chuẩn bị trên toàn bộ chiều rộng đường, bao gồm cả các làn đường bên cạnh hoặc lề đường không được tái chế.

8.6.2 Định vị phạm vi mặt đường cần tái chế bằng cách vạch đường dẫn hướng dọc theo chiều dọc đường hoặc bằng thước căn dọc theo khoảng cách cố định như tim đường, dải phân cách dọc ..., thước căn phải được gắn cố định trên xe cào bóc.

8.6.3 Loại bỏ chướng ngại vật: Cần phải xử lý các hố ga nổi trên mặt đường và các kết cấu tương tự khi tái chế đối với đường trong khu vực đông dân cư. Cách tốt nhất là loại bỏ chúng trước khi tiến hành tái chế bằng cách lấy nắp đan, đá hằm ra và đập bỏ phần thành đến dưới 10 cm so với cao độ đáy lớp móng tái chế. Đặt tấm thép lên thành hố ga sau khi đập và tiến hành công tác tái chế. Sau khi hoàn tất, các hố ga có thể lắp đặt lại và ngang với mức bề mặt mới bằng cách đào để lấy tấm thép chắn ra và xây lại thành hố ga theo yêu cầu.

8.6.4 Phải định vị trí và cao độ tái chế ở hai mép mặt đường đúng với thiết kế; kiểm tra cao độ bằng máy cao đạc.

8.7 Rải cốt liệu bổ sung: Trong trường hợp có yêu cầu bổ sung cốt liệu, thì cốt liệu bổ sung phải được cung cấp và rải trên bề mặt đường hiện hữu thành một lớp có chiều dày đồng đều.

8.8 Vận chuyển và rải xi măng

8.8.1 Dùng xe bồn chuyên dụng để vận chuyển và rải xi măng. Các xe này phải được trang bị thiết bị rải có thể định lượng chính xác lượng xi măng được rải trên một đơn vị diện tích; trong quá trình vận chuyển, thiết bị rải và nắp thùng đựng xi măng phải được niêm phong.

8.8.2 Mỗi chuyến xe vận chuyển và rải xi măng phải kèm theo phiếu xuất xưởng ghi rõ loại xi măng, khối lượng xi măng, thời điểm khởi hành, nơi đến, biển số xe, tên người lái xe.

8.8.3 Trước khi rải xi măng phải kiểm tra niêm phong trên thiết bị rải, nắp thùng, nếu mất niêm phong thì không được sử dụng.

8.8.4 Trong trường hợp diện tích thi công nhỏ hoặc trong trường hợp công địa thi công không cho phép xe rải xi măng hoạt động thuận lợi, có thể rải xi măng theo phương pháp thủ công. Xi măng được đổ ra khỏi các bao cách nhau một khoảng không đổi, sau đó rải đều liên tục trên toàn bộ khu vực tái chế, số lượng bao xi măng và khoảng cách các bao xi măng phải được tính toán trước sao cho đảm bảo lượng dùng theo đúng yêu cầu khi thiết kế hỗn hợp tái chế nguội tại chỗ.

8.8.5 Xi măng chỉ được rải trước khi thi công không quá 1 h. Trong trường hợp mặt đường ẩm ướt, xi măng chỉ rải một đoạn khoảng (30 + 50) m trước dây chuyền thiết bị thi công.

CHÚ THÍCH: Trong quá trình rải xi măng có thể gây bụi, nhất là khi thi công trong khu vực có người sinh sống, do vậy cần có giải pháp để giảm thiểu ảnh hưởng của bụi bẩn.

8.9 Vận chuyển nhựa đường nóng

8.9.1 Dùng xe bồn chuyên dụng để vận chuyển từ nơi sản xuất (hoặc kho chứa) ra công trường. Trong quá trình vận chuyển, nắp, van xả của bồn chứa phải được niêm phong. Xe bồn phải được trang bị nhiệt kế và thiết bị đun nóng để đảm bảo nhựa đường được duy trì trong khoảng chênh lệch 5 °C so với nhiệt độ được chỉ định. Bất kỳ nhựa đường nào được đun nóng quá nhiệt độ tối đa cho phép đều không nên sử dụng và sẽ phải đưa ra khỏi hiện trường.

8.9.2 Mỗi chuyến xe vận chuyển nhựa đường phải kèm theo phiếu xuất xưởng ghi rõ nhiệt độ, khối lượng nhựa đường, thời điểm khởi hành, nơi đến, biển số xe, tên người lái xe.

8.9.3 Trước khi nối vào máy cào bóc tái chế phải kiểm tra nhiệt độ nhựa đường và niêm phong trên nắp và van xả. Nếu nhiệt độ không đạt yêu cầu hoặc mất niêm phong thì không được sử dụng.

8.9.4 Trong vòng 5 min trước khi bắt đầu tái chế và trước mỗi đợt kết nối với xe bồn, phải kiểm tra các đặc tính tạo bọt của nhựa đường trên mẫu được lấy từ đầu vòi thử nghiệm trên máy tái chế.

TCVN 13150-3:2024

8.10 Vận chuyển và cung cấp nước: Sử dụng xe bồn chở nước có trang bị hệ thống ống nối với máy tái chế. Lượng nước thêm vào trong quá trình trộn sẽ thông qua hệ thống bơm và được kiểm soát bởi một hệ thống vi điện tử trang bị trên máy tái chế.

8.11 Cào bóc tái chế

8.11.1 Toàn bộ các thao tác cào bóc, xới trộn lớp hỗn hợp nhựa cũ với cốt liệu bổ sung (nếu có), xi măng, nhựa đường bột, phun tưới thêm nước (nếu có) đều được thực hiện và hoàn tất sau một lượt đi của máy tái chế.

8.11.2. Thành phần hạt của hỗn hợp nhựa tái chế phải được kiểm tra để xác định xem có tương đương với hỗn hợp thiết kế hay không, nếu có sai khác đáng kể thì phải ngừng thi công để kiểm tra, xử lý.

8.11.3 Máy tái chế phải đi đúng đường với chiều rộng chông lán theo yêu cầu tại 8.11.8. Để hỗ trợ người vận hành, cần vạch đường dẫn hướng chính xác từ cả hai biên vệt cào bóc.

8.11.4 Tốc độ cào bóc tái chế tối ưu khuyến nghị từ (6 ÷ 12) m/min. Tốc độ cào bóc thực tế được xác định trên cơ sở độ cứng, tính toàn vẹn của các lớp hỗn hợp nhựa cũ, chiều sâu của lớp hỗn hợp nhựa cần cào bóc. Với mặt đường xấu, hư hỏng nhiều thì chọn tốc độ cào bóc cao hơn; với mặt đường có độ cứng lớn thì chọn tốc độ cào bóc thấp hơn, nhưng phải đảm bảo đạt yêu cầu về thành phần hạt, chiều sâu cào bóc theo quy định. Không nên vận hành với tốc độ cào bóc tái chế > 12 m/min. Tốc độ di chuyển của máy cào bóc phải được kiểm tra và ghi lại ít nhất một lần trong mỗi 200 m dài.

8.11.5 Sau khi cào bóc, xới trộn và trước khi phun tưới nhựa đường bột, kiểm tra độ ẩm của hỗn hợp nhựa cũ. Độ ẩm của hỗn hợp nhựa cũ chỉ được sai khác trong phạm vi $\pm 1\%$ so với độ ẩm đã được quy định trong bước thiết kế hỗn hợp nhựa tái chế. Nếu độ ẩm lớn hơn thì phải giảm lượng nước, nếu nhỏ hơn thì phải tưới thêm nước.

8.11.6 Hỗn hợp nhựa tái chế được chuyển lên hệ thống băng tải sau của máy tái chế và được đưa vào trong phễu tiếp liệu của máy rải hỗn hợp nhựa. Máy rải hỗn hợp nhựa sẽ rải lớp hỗn hợp nhựa tái chế theo bề rộng và cao độ đã định sẵn.

8.11.7 Thường xuyên kiểm tra chiều sâu cào bóc ở cả hai phía của máy tái chế. Chiều ngang đáy của vệt cào bóc tái chế cũng phải được kiểm tra thường xuyên tại các điểm quan trắc quy chiếu (các cọc kiểm tra độ cao được thiết lập ở cả hai phía phạm vi tái chế).

8.11.8 Các mối nối dọc giữa các vệt cào bóc tái chế liền kề phải chồng lán lên nhau từ 10 cm đến 15 cm. Các vệt cào bóc tái chế phải được đánh dấu trước trên bề mặt đường và sẽ được kiểm tra để đảm bảo rằng chỉ vệt cào bóc tái chế đầu tiên có cùng chiều rộng với trống cào. Tất cả bề rộng vệt cào bóc tái chế sau đó sẽ hẹp hơn chiều rộng trống cào ít nhất 10 cm. Máy cào bóc tái chế phải di chuyển chính xác theo các đường cào bóc được đánh dấu. Nếu lệch quá 10 cm phải được sửa ngay lập tức bằng cách di chuyển máy ngược lại để điều chỉnh cho đúng. Trong quá trình di

chuyển máy ngược lại thì không được thêm nước hoặc nhựa đường bột. Lưu ý cần có biện pháp thích hợp để tránh phun nhựa bột 2 lần tại các đoạn cào bóc chùng lún.

8.11.9 Các mối nối ngang là phần gián đoạn theo chiều rộng của vệt thi công, hình thành mỗi khi bắt đầu hoặc kết thúc công tác tái chế. Mỗi khi dừng lại sẽ tạo ra mối nối làm thay đổi tính đồng nhất của vật liệu tái chế. Do đó, cần giảm thiểu số lần phải dừng lại (chỉ nên dừng khi thay các xe bồn cung cấp hoặc khi thực sự cần thiết) và nếu bắt buộc phải dừng. Cần bảo đảm tính liên tục qua mối nối bằng cách chạy lùi thiết bị một đoạn ít nhất bằng đường kính trống cào (khoảng 3,0 m) đè lên phần vật liệu đã tái chế trước đó; không được phun nhựa đường bột khi chạy lùi thiết bị. Khi khởi động, người vận hành phải bảo đảm công suất toàn phần và tăng tốc ngay đến tốc độ vận hành thông dụng.

8.11.10 Phải xử lý nền, móng bên dưới lớp tái chế nếu phát hiện thấy có chỗ nền móng yếu cục bộ trong quá trình cào bóc tái chế theo trình tự sau:

- Thu hồi vật liệu các lớp mặt đường nằm trên vật liệu không ổn định bên dưới bằng cách cào bóc hoặc xúc lên xe tải và vận chuyển đến nơi lưu trữ tạm thời.
- Đào hết chiều sâu phần vật liệu không ổn định và loại bỏ hết phần bị hư hỏng.
- Xử lý nền, móng bên dưới theo quy trình hiện hành.
- Hoàn thiện lại mặt đường bằng cách sử dụng vật liệu lưu trữ tạm thời và vật liệu bổ sung thêm cho tới khi đạt tới bề mặt đường hiện hữu, sau đó tiến hành cào bóc tái chế tiếp tục.

8.12 Lu lèn lớp hỗn hợp nhựa tái chế

8.12.1 Nguyên tắc chung

8.12.1.1 Công tác lu lèn phải được thực hiện theo đúng sơ đồ lu đã được thiết lập khi thi công đoạn thử và được chấp nhận: Loại máy lu, số lượng từng loại máy lu, tải trọng lu, tốc độ lu, sơ đồ lu (thứ tự đi của các máy lu), ...

8.12.1.2 Sau khi kết thúc các giai đoạn lu, bề mặt lớp vật liệu tái chế phải thỏa mãn các quy định về độ chặt đầm nén, độ bằng phẳng và các quy định về kích thước hình học.

8.12.1.3 Yêu cầu lu phải đồng đều trên toàn bộ bề mặt lớp tái chế; trong quá trình lu, vệt lu sau phải chừa lên vệt lu trước ít nhất 20 cm

8.12.2 Dùng hai lu rung hai bánh thép, một lu rung một bánh thép và một lu bánh lốp để đảm lèn chặt và hoàn thiện lớp hỗn hợp vật liệu đã được rải. Lu lượt cuối cùng không được rung. Công việc lu lèn phải được tiến hành theo sơ đồ lu lèn đã lập được phê duyệt khi thi công đoạn thử.

8.12.3 Trong quá trình xe lu bánh lốp làm việc thì lớp mặt tái chế phải được giữ ẩm bằng xe tưới nước phun sương.

8.13 Bảo dưỡng lớp vật liệu tái chế

TCVN 13150-3:2024

8.13.1 Sau khi kết thúc quá trình lu lên, tưới ẩm (tưới nhẹ nước) để bảo dưỡng trong thời gian tối thiểu từ (4 + 5) h, sau đó có thể cho thông xe và sau tối thiểu 48 h mới được rải lớp mặt đường phía trên. Nếu điều kiện thời tiết xấu (nắng ít, mưa nhiều), phải bảo dưỡng bằng cách tưới như tương với tỷ lệ từ (0,6 + 0,8) kg/m² và phủ thêm một lớp cát mỏng lên trên bề mặt và bảo dưỡng trong thời gian từ (2 + 3) ngày.

8.13.2 Sau thời gian bảo dưỡng, cần rải ngay lớp kết cấu bên trên. Trường hợp không thể rải ngay lớp kết cấu bên trên, nhà thầu phải có biện pháp điều chỉnh, phân luồng xe để tránh xe chạy phá hoại kết cấu. Yêu cầu phải thi công lớp kết cấu bên trên trong thời gian 10 ngày.

9 Kiểm tra, giám sát và nghiệm thu lớp hỗn hợp nhựa tái chế

9.1 Công tác kiểm tra, giám sát được tiến hành thường xuyên trước, trong và sau khi thi công. Các quy định về công tác kiểm tra nêu dưới đây là quy định tối thiểu, căn cứ vào tình hình thực tế tại công trường mà có thể tăng tần suất và hạng mục kiểm tra cho phù hợp.

9.2 Kiểm tra hiện trường trước khi thi công, bao gồm các hạng mục sau:

- Tình trạng đoạn đường sẽ tiến hành tái chế.
- Tình trạng các thiết bị, máy thi công.
- Tình trạng các thiết bị, dụng cụ thử nghiệm tại hiện trường và trong phòng thử nghiệm.
- Tình trạng thiết bị thông tin liên lạc, hệ thống đảm bảo an toàn giao thông, an toàn lao động và bảo vệ môi trường.

9.3 Kiểm tra chất lượng vật liệu

9.3.1 Kiểm tra chấp thuận vật liệu

Tất cả các loại vật liệu đều phải được thử nghiệm kiểm tra và chấp thuận trước khi sử dụng cho công trình.

- Nhựa đường dùng để tạo nhựa đường bọt: Kiểm tra cho mỗi đợt nhập vật liệu. Các chỉ tiêu kỹ thuật của nhựa đường bọt phải thỏa mãn các quy định tại 5.2.
- Xi măng: Kiểm tra cho mỗi đợt nhập vật liệu. Các chỉ tiêu kỹ thuật của xi măng phải thỏa mãn các quy định tại 5.3.
- Cốt liệu bổ sung: Kiểm tra cho mỗi đợt nhập vật liệu với các nội dung theo 5.4.
- Nước: Kiểm tra chất lượng nước theo 5.5 đối với nguồn nước sử dụng.
- Vật liệu dùng cho lớp dính bám: Kiểm tra cho mỗi đợt nhập vật liệu. Các chỉ tiêu kỹ thuật của vật liệu dính bám phải thỏa mãn các quy định tại 5.6.

9.3.2. Kiểm tra vật liệu trước khi thi công

Các vật liệu cần kiểm tra và yêu cầu về chất lượng được quy định trong Bảng 4.

Bảng 4 - Kiểm tra vật liệu trước khi thi công

Loại vật liệu	Các chỉ tiêu cần kiểm tra	Tần suất kiểm tra	Vị trí lấy mẫu	Yêu cầu về chất lượng
1. Nhựa đường dùng để tạo nhựa đường bột	- Độ kim lún. - Điểm hóa mềm. - Chỉ số độ kim lún.	1 ngày một lần, nhưng không quá 30 tấn/ 1 lần	Thùng chứa trên xe bồn.	Thỏa mãn các quy định tại 5.2.
2. Xi măng	Các chỉ tiêu theo quy định tại 5.3.	Lấy 01 mẫu mỗi khi xe chở xi măng đến công trường.	Trên xe chở xi măng	Thỏa mãn các quy định tại 5.3.
3. Cốt liệu bổ sung	- Nguồn - Loại - Kích cỡ - Số lượng	Mỗi đợt đưa tới công trường nhưng không quá 2500 tấn hỗn hợp vật liệu cào bóc tái chế/lần	Trên xe chở cốt liệu.	Thỏa mãn các quy định tại 5.4.
4. Nước	Các chỉ tiêu quy định như trong TCVN 4506	Một mẫu (nếu thay đổi nguồn nước phải bổ sung thí nghiệm)	Tại nguồn cung cấp nước	Thỏa mãn các quy định tại 5.5.

9.3.3 Kiểm tra trong quá trình thi công

Các hạng mục kiểm tra trong quá trình thi công và yêu cầu kỹ thuật được quy định trong Bảng 5.

Bảng 5 - Kiểm tra các hạng mục trong quá trình thi công

Hạng mục	Phương pháp kiểm tra	Tần suất kiểm tra	Vị trí kiểm tra	Yêu cầu kỹ thuật
1. Chuẩn bị mặt bằng	Kiểm tra bằng mắt	Thường xuyên	Mặt đường đoạn thi công	Thỏa mãn các quy định tại 8.6.
2. Phạm vi cào bóc tái chế	Kiểm tra bằng mắt	Thường xuyên	Đoạn đường cào bóc tái chế	Xe cào bóc tái chế đi đúng đường và duy trì đúng chiều rộng chông lán.

Bảng 5 (tiếp)

Hạng mục	Phương pháp kiểm tra	Tần suất kiểm tra	Vị trí kiểm tra	Yêu cầu kỹ thuật
3. Cốt liệu bổ sung	Lượng cốt liệu bổ sung sử dụng và mức độ đồng đều	50 m / lần	Đoạn đường ở trước máy tái chế	Sai lệch không quá 5 % lượng cốt liệu bổ sung đã tính toán trong thiết kế hỗn hợp. Rải đều khắp trên toàn bộ diện tích mặt đường thuộc phạm vi tái chế.
4. Xi măng	Lượng xi măng sử dụng và mức độ đồng đều	Thông số hiện trên máy rải xi măng và phiếu vận chuyển xi măng đến công trường. Trong trường hợp rải xi măng bằng thủ công thì xác định khối lượng xi măng sử dụng thông qua đếm các vỏ bao xi măng đã dung trên diện tích rải, từ đó tính ra lượng sử dụng.	Đoạn đường ở trước máy tái chế	Dung sai cho phép $\pm 5\%$ so với định lượng thiết kế trên một đơn vị diện tích. Rải đều khắp trên toàn bộ diện tích mặt đường thuộc phạm vi tái chế.
5. Lượng nhựa đường sử dụng	Các chỉ số hiện trên dụng cụ đo tự động của máy cào bóc tái chế.	1 lần / 1 ngày (nhưng không quá 1250 tấn hỗn hợp nhựa tái chế / 1 lần)	Ca-bin của máy tái chế.	Dung sai cho phép so với hồ sơ thiết kế hỗn hợp là $\pm 0,2\%$. Nếu vượt quá sai số trên, phải điều chỉnh hệ thống phun nhựa đường của máy tái chế.
6. Nhiệt độ nhựa đường	Kiểm tra trên thiết bị đo nhiệt độ nhựa đường gắn trên xe bồn chứa nhựa đường.	5 min trước khi thi công, sau đó 1 lần/ 1 h, sau mỗi lần kết nối.	Bồn chứa nhựa đường	Nhiệt độ từ (160 \pm 180) °C.

Bảng 5 (tiếp)

Hạng mục	Phương pháp kiểm tra	Tần suất kiểm tra	Vị trí kiểm tra	Yêu cầu kỹ thuật
7. Các đặc tính tạo bột của nhựa đường	Sử dụng đầu phun kiểm tra lắp trên máy cào bóc tái chế phun nhựa đường bột vào thùng chứa kim loại rồi dùng đồng hồ bấm giây và thanh nhúng để đo.	1 lần cho từng đợt tải nhựa đường trên xe bồn vào máy cào bóc tái chế.	Thùng chứa kim loại chứa bitum bột.	Thỏa mãn quy định theo Bảng 3.
8. Cấp phối của hỗn hợp vật liệu ngay khi máy vừa cào bóc rải ra vệt đầu tiên	- Triển khai cào bóc thô trên một vệt có chiều dài tối thiểu 10 m, lưu ý tắt toàn bộ hệ thống phun nhựa đường và nước. - Lấy mẫu đại diện (hết chiều sâu cào bóc) và sàng qua các cỡ sàng quy định.	1 lần/ngày (nhưng không quá 1250 tấn hỗn hợp cào bóc/1 lần).	Đoạn đường cào bóc thô (chưa phun nhựa đường và nước).	Phù hợp với cấp phối đã chọn theo thiết kế hỗn hợp. Nếu sau 3 lần không phù hợp thì phải đúc mẫu lại trong phòng để điều chỉnh các đặc trưng cơ học (như hệ số lớp) đưa vào tính toán thiết kế kết cấu.
9. Thử nghiệm độ ẩm và đầm nén tiêu chuẩn hỗn tái chế	- Lấy mẫu và sàng qua sàng 19 mm, xác định độ ẩm bằng phương pháp sấy. (Khối lượng vật liệu tối thiểu là 700g, phải lấy ở tận độ sâu cào bóc tái chế)	- Ngay khi máy vừa rải ra vệt đầu tiên và tiếp đó 3 lần/ ngày (trong ngày đầu thi công), 1 lần/ ngày (trong các ngày tiếp theo) và sau khi mưa phải kiểm tra lại độ ẩm.	Đoạn đường cào bóc tái chế trước khi lu lèn.	Sai khác trong phạm vi $\pm 1\%$ so với độ ẩm đã quy định trong bước thiết kế hỗn hợp vật liệu cào bóc tái chế. Nếu vượt quá sai khác quy định thì cần đưa ra giải pháp xử lý kịp thời (thêm hoặc bớt lượng nước phun vào hỗn hợp từ xe bồn).

Bảng 5 (kết thúc)

Hạng mục	Phương pháp kiểm tra	Tần suất kiểm tra	Vị trí kiểm tra	Yêu cầu kỹ thuật
	- Lấy mẫu thử nghiệm đầm nén theo TCVN 12790 (phương pháp II-D) - để xác định khối lượng thể tích lớn nhất (γ_0), độ ẩm tối ưu (W_{omc}) và đảm bảo các giải pháp xử lý kịp thời.			
10. Các chỉ tiêu cơ lý của hỗn hợp nhựa tái chế	Lấy mẫu hỗn hợp nhựa tái chế tại hiện trường thi công, ngay sau máy rải, trước khi lu lèn mang về phòng thí nghiệm chế bị mẫu và thử nghiệm các chỉ tiêu theo quy định trong Bảng 2.	2500 m ² mặt đường hoặc 330 m dài mặt đường 2 làn xe kiểm tra 1 vị trí (mỗi vị trí thí nghiệm một tổ mẫu theo quy định của phương pháp thử).	-	Theo Bảng 2.
11. Chiều sâu tái chế	Dùng thước thép	200 m / vị trí / vệt rải	Lớp hỗn hợp vật liệu tái chế; cả hai bên vệt rải của máy khi máy di chuyển	Sai số về chiều sâu xới trộn là $\pm 5\%$. Nếu không đảm bảo thì phải điều chỉnh ngay chiều sâu xới trộn
12. Công tác lu lèn	Kiểm tra sơ đồ lu, tốc độ lu, số lượt lu, tải trọng lu của mỗi giai đoạn lu lèn theo đúng kết quả đã có ở giai đoạn thi công thử.	Thường xuyên	Mặt lớp hỗn hợp vật liệu tái chế	Phù hợp với kết quả đã thu được khi thi công đoan thử.
13. Độ bằng phẳng sau khi lu lèn	Dùng thước dài 3 m	25 m / mặt cắt / vệt rải.	Mặt đường đã tái chế	50 % số khe hở không quá 5 mm, còn lại không quá 7 mm.

9.4 Nghiệm thu lớp hỗn hợp tái chế

9.4.1 Kích thước hình học: Theo quy định trong Bảng 6.

Bảng 6 - Sai số cho phép của các đặc trưng hình học

Hạng mục	Phương pháp	Mật độ đo	Sai số cho phép
1. Bề rộng	Thước thép	50 m / mặt cắt	- 5 cm (Tổng số mặt cắt kiểm tra có bề rộng hẹp hơn thết kế không quá 5 % tổng số mặt cắt kiểm tra)
2. Độ dốc ngang	Máy thủy bình	50 m / mặt cắt	± 0,5 %
3. Cao độ	Máy thủy bình	50 m / điểm	± 10 mm
4. Chiều sâu cào bóc tái chế	Khoan mẫu	2500 m ² (hoặc 330 m dài đường 2 làn xe) / 1 tổ 3 mẫu	± 5 % (≥ 95 % tổng số điểm đo, 5 % số còn lại không vượt quá 10 mm)

9.4.2 Độ bằng phẳng của bề mặt: Theo quy định trong Bảng 7.

Bảng 7 - Tiêu chuẩn nghiệm thu độ bằng phẳng

Hạng mục	Phương pháp	Mật độ kiểm tra	Yêu cầu
Độ bằng phẳng đo bằng thước dài 3 m	TCVN 8864	50 m / mặt cắt	50 % số khe hở không quá 5 mm, phần còn lại không quá 7mm

9.4.3 Độ chặt lu lèn:

Hệ số độ chặt lu lèn (K) của lớp vật liệu tái chế sau khi thi công phải lớn hơn 0,98, được xác định theo công thức:

$$K = \gamma_{tn} / \gamma_o$$

Trong đó:

γ_{tn} là khối lượng thể tích khô của lớp vật liệu tái chế ở hiện trường (g/cm³) xác định bằng phương pháp rót cát (theo AASHTO T 191) hoặc xác định trên mẫu khoan.

γ_o là khối lượng thể tích khô của mẫu chế tạo trong phòng từ hỗn hợp nhựa tái chế lấy tại hiện trường trong quá trình thi công (theo mục 8 của Bảng 5), mẫu được chế tạo trong phòng bằng cách đầm nén Proctor cải tiến theo phương pháp II-D của TCVN 12790.

TCVN 13150-3:2024

Mật độ kiểm tra: 2500 m² mặt đường hoặc 330 m dài mặt đường 2 làn xe kiểm tra 1 vị trí.

CHÚ THÍCH: Có thể kiểm tra, nghiệm thu độ chặt lu lèn lớp hỗn hợp nhựa tái chế bằng phương pháp không phá hủy. Phương pháp thực hiện và đánh giá, nghiệm thu thực hiện theo tiêu chuẩn, hướng dẫn tương ứng với loại thiết bị sử dụng.

9.5. Hồ sơ nghiệm thu bao gồm những nội dung sau:

- Kết quả kiểm tra chấp thuận vật liệu khi đưa vào công trình.
- Hồ sơ thiết kế hỗn hợp nhựa tái chế đã được phê duyệt.
- Hồ sơ công tác thi công đoạn thử, trong đó có sơ đồ lu lèn.
- Nhật ký của mỗi chuyến xe chuyên chở nhựa đường, xi măng.
- Nhật ký thi công.
- Hồ sơ kết quả kiểm tra theo quy định tại 9.3.2, 9.3.3, 9.4.

10 Thi công lớp vật liệu phủ phía trên

10.1 Sau thời gian bảo dưỡng lớp hỗn hợp nhựa tái chế (quy định tại 8.13), tối đa không quá 10 ngày, phải thi công lớp vật liệu phủ phía trên.

10.2 Lớp vật liệu phủ phía trên được thi công, kiểm tra và nghiệm thu theo tiêu chuẩn hiện hành tương ứng với lớp vật liệu đó.

11 An toàn lao động và bảo vệ môi trường

11.1 Công tác an toàn lao động và bảo vệ môi trường phải được thực hiện theo đúng các quy định hiện hành, bao gồm tối thiểu các quy định dưới đây.

11.2 Trước khi thi công phải đặt biển báo "Công trường" ở đầu và cuối đoạn đường thi công, bố trí người và biển báo hướng dẫn đường tránh cho các loại phương tiện giao thông trên đường; quy định sơ đồ chạy đến và chạy đi của ô tô vận chuyển các loại vật liệu; chiếu sáng khu vực thi công nếu làm đêm.

11.3 Công nhân phục vụ theo máy tái chế phải có ủng, găng tay, khẩu trang, quần áo bảo hộ lao động.

11.4 Trước mỗi ca làm việc phải kiểm tra tất cả các máy móc và thiết bị thi công; sửa chữa điều chỉnh để máy làm việc tốt. Ghi vào sổ trực ban ở hiện trường về tình trạng và các hư hỏng của máy (nếu có) và báo cho người chỉ đạo thi công ở hiện trường kịp thời.

11.5 Đối với máy tái chế phải chú ý kiểm tra sự làm việc của guồng xới trộn, trống cào, hệ thống phun nhũ tương nhựa đường; kịp thời sửa chữa, điều chỉnh để máy hoạt động tốt.

11.6 Thu dọn hiện trường gọn gàng, sạch sẽ mỗi khi thi công xong.

Phụ lục A

(Quy định)

Hướng dẫn thiết kế hỗn hợp nhựa tái chế nguội sử dụng nhựa đường bột và xi măng

A.1 Quy định chung

A.1.1 Mục đích của công tác thiết kế thành phần hỗn hợp nhựa tái chế là tìm ra được tỷ lệ phối hợp của các thành phần vật liệu (hỗn hợp nhựa cũ, cốt liệu bổ sung, nhựa đường bột, xi măng, nước,...) để tạo ra hỗn hợp nhựa tái chế thỏa mãn các yêu cầu quy định trong Bảng 1 và Bảng 2.

A.1.2 Tùy theo tình hình thực tế của các lớp hỗn hợp nhựa cũ, có thể cần tiến hành một số thiết kế hỗn hợp nhựa khác nhau tương ứng với sự thay đổi về tình trạng của các lớp hỗn hợp nhựa cũ.

A.2 Lấy mẫu

A.2.1 Lấy mẫu hỗn hợp nhựa cũ theo quy định tại 6.2. Tổng khối lượng mẫu của mỗi lớp hỗn hợp nhựa cũ cần lấy tại hiện trường phải đủ để phục vụ các thử nghiệm trong phòng, thiết kế hỗn hợp và chế tạo các mẫu thử nghiệm (tối thiểu 200 kg cho mỗi lớp hỗn hợp nhựa cũ).

A.2.2 Sử dụng thiết bị cào bóc và lấy mẫu chuyên dụng để đảm bảo mẫu lấy được sử dụng cho thiết kế phù hợp với mẫu sẽ cào bóc tái chế thực tế tại hiện trường sau này. Việc sử dụng thiết bị cào bóc và lấy mẫu chuyên dụng phải tuân thủ hướng dẫn sử dụng đi kèm của nhà sản xuất.

A.2.3 Xác định chiều dày trung bình của từng lớp hỗn hợp nhựa cũ; xác định chiều dày trung bình của các lớp kết cấu còn lại để phục vụ các mục đích khác (nếu cần).

A.3 Chuẩn bị mẫu vật liệu để thiết kế hỗn hợp nhựa tái chế

A.3.1 Xác định khối lượng thể tích tự nhiên, thành phần hạt, độ ẩm, mức độ hoạt tính của hỗn hợp nhựa cũ:

- Xác định khối lượng thể tích trên mẫu khoan của lớp hỗn hợp nhựa cũ theo TCVN 8860-5.
- Xác định thành phần hạt của hỗn hợp nhựa cũ theo AASHTO T27.
- Xác định chỉ số CBR của hỗn hợp nhựa cũ theo TCVN 12792.
- Xác định chỉ số dẻo của hỗn hợp nhựa cũ theo TCVN 4197.
- Tiến hành xác định mức độ hoạt tính của vật liệu bê tông nhựa cũ theo một trong hai cách sau:
 - + Cách thứ nhất: Tiến hành thu hồi nhựa đường trong hỗn hợp nhựa cũ bằng phương pháp Abson theo TCVN 11633, sau đó thí nghiệm độ kim lún trên mẫu nhựa thu hồi được theo TCVN 7495. Nếu giá trị độ kim lún lớn hơn 10 thì hỗn hợp nhựa cũ được coi là có hoạt tính.
 - + Cách thứ hai: Tiến hành đúc mẫu đường kính 101,6 mm từ hỗn hợp nhựa cũ theo phương pháp Marshall ở 70 °C sau đó ngâm mẫu trong nước tại 25 °C ± 2 °C trong 24 h và tiến hành

TCVN 13150-3:2024

thí nghiệm cường độ kéo khi ép chẻ (ITS_v) ở $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ theo TCVN 8862. Nếu giá trị ITS_v lớn hơn 100 kPa thì vật liệu bê tông nhựa cũ được coi là có hoạt tính.

- Trên cơ sở kết quả thành phần hạt và mức độ hoạt tính của hỗn hợp nhựa cũ. Đối chiếu với quy định trong Bảng 1 và 5.1 để đánh giá tính phù hợp của cấp phối hạt của hỗn hợp cao béc và quyết định giải pháp bổ sung vật liệu (nếu cần) nếu cấp phối không thỏa mãn quy định tại Bảng 1.

A.3.2 Phối trộn vật liệu

Hỗn hợp nhựa cũ lấy từ các lớp khác nhau được phối trộn với nhau (hoặc phối trộn thêm với vật liệu bổ sung theo hướng dẫn tại A.3.1) để thu được một hỗn hợp nhựa tái chế đại diện.

A.3.3 Xác định thành phần hạt đại diện của hỗn hợp nhựa tái chế

Sàng hỗn hợp nhựa tái chế để phân thành 4 phần như sau:

- Phần giữ lại trên sàng 19,0 mm;
- Phần lọt qua sàng 19,0 mm, giữ lại trên sàng 12,5 mm;
- Phần lọt qua sàng 12,5 mm, giữ lại trên sàng 4,75 mm;
- Phần lọt qua sàng 4,75 mm.

Từ đó xác định được hàm lượng hạt giữ lại trên sàng 19,0 mm. Thay thế lượng hạt giữ lại trên sàng 19,0 mm bằng lượng hạt lọt qua sàng 19,0 mm nhưng giữ lại trên sàng 12,5 mm bằng cách hoặc thêm đá dăm mới hoặc nghiền các hạt vật liệu cũ lớn hơn 19 mm. Việc xác định lượng hạt thay thế tham khảo ví dụ trong Bảng A.1.

Bảng A.1 – Ví dụ về xác định lượng hạt thay thế

Phân tích sàng		Lượng vật liệu thay thế ứng với khối lượng mẫu 10 kg		
Kích cỡ sàng vuông (mm)	Lượng lọt qua sàng (%)	Lọt qua sàng 4,75 mm	Lọt qua sàng 12,5 mm, giữ lại trên sàng 4,75 mm	Lọt qua sàng 19,0 mm, giữ lại trên sàng 12,5 mm
19,0	90,5	$(53,6/100 \times 10000) = 5360$ g	$[(72,3-53,6)/100] \times 10000 = 1870$ g	$[(90,5-72,3)/100] \times 10000 = 1820$ g
12,5	72,3			
4,75	53,6			
Khối lượng hạt lọt qua sàng 19,0 mm, giữ lại trên sàng 12,5 mm cần bổ sung là: $[(100 - 90,5)/100] \times 10000 = 950$ g				
Tổng khối lượng hạt lọt qua sàng 19,0 mm, giữ lại trên sàng 12,5 mm là: $950\text{ g} + 1820\text{ g} = 2770\text{ g}$				

A.3.4 Khối lượng hỗn hợp nhựa tái chế cần thiết cho các thử nghiệm tham khảo Bảng A.2.

Bảng A.2 - Khối lượng hỗn hợp nhựa tái chế cần cho mỗi loại thử nghiệm

Chỉ tiêu thử nghiệm	Khối lượng mẫu tối thiểu yêu cầu, kg
1. Độ ẩm	1
2. Đầm nén xác định độ ẩm tối ưu, khối lượng thể tích lớn nhất (theo TCVN 12790, phương pháp II-D, cối Proctor cải tiến có đường kính D = 152 mm).	40
3. Thử nghiệm ITS_k , ITS_v (mẫu Marshall) phục vụ lựa chọn xi măng	60
4. Thử nghiệm ITS_k , ITS_v (mẫu Marshall) phục vụ lựa chọn hàm lượng nhựa đường tối ưu.	80
5. Thử nghiệm R_{kc}^k , R_{kc}^v , R_{kc}^{cb} (cối Proctor cải tiến có đường kính D = 152 mm)	100

A.4 Thiết kế hỗn hợp nhựa tái chế

A.4.1 Xác định độ ẩm tối ưu (W_{OMC}) và khối lượng thể tích khô lớn nhất (g_{kmax}) của mẫu tái chế chưa xử lý.

Tiến hành thử nghiệm đầm nén theo TCVN 12790, phương pháp II-D. Sử dụng 5 mẫu, với 5 độ ẩm khác nhau để đầm nén (mẫu được đầm nén 5 lớp, đầm 56 chày với mỗi lớp, sử dụng búa 4,54 kg với chiều cao rơi 457 mm). Thông qua đồ thị quan hệ giữa khối lượng thể tích khô và độ ẩm sẽ xác định độ ẩm tối ưu (W_{OMC}) và khối lượng thể tích khô lớn nhất (g_{kmax}) của hỗn hợp nhựa tái chế chưa trộn nhựa đường bột.

Độ ẩm tối ưu của hỗn hợp nhựa tái chế sau khi trộn với nhựa đường bột (W_{ofc}) được giả định bằng với độ ẩm tối ưu (W_{OMC}) của hỗn hợp nhựa tái chế chưa trộn nhựa đường bột.

A.4.2 Xác định sự cần thiết sử dụng xi măng (bột khoáng hoạt tính)

Trên cơ sở độ ẩm tối ưu (W_{OMC}) và khối lượng thể tích khô lớn nhất (g_{kmax}) của mẫu tái chế chưa trộn với nhựa đường bột, tiến hành đúc mẫu theo phương pháp Marshall (đường kính mẫu D = 101,6 mm) và thử nghiệm xác định ITS_k , ITS_v , TSR theo TCVN 8862 để xác định sự cần thiết hoặc không cần thiết phải sử dụng xi măng cho hỗn hợp nhựa tái chế.

Số lượng mẫu: 02 tổ mẫu (mỗi tổ 06 mẫu, trong đó 03 mẫu để thử nghiệm ITS_k và 03 mẫu để thử nghiệm ITS_v , trong đó 01 tổ mẫu không có xi măng và 01 tổ mẫu có xi măng. Hàm lượng nhựa đường bột dùng để đúc mẫu theo khuyến nghị tại Bảng A.2.

Bảng A.2 - Hàm lượng nhựa đường bột khuyến nghị

Lượng hạt lọt qua sàng, %		Nhựa đường bột, % khối lượng hỗn hợp cốt liệu khô (gồm RAP và cốt liệu bổ sung)
4,75 mm	0,075 mm	
< 50	< 4,0	2,0
	4,0 + 7,0	2,2
	7,0 + 10,0	2,4
	> 10	2,6
≥ 50	< 4,0	2,0
	4,0 + 7,0	2,4
	7,0 + 10,0	2,8
	>10	3,2

Nếu TSR của hỗn hợp không có xi măng lớn hơn 0,6 thì hỗn hợp thiết kế không cần sử dụng xi măng. Nếu TSR của hỗn hợp không có xi măng nhỏ hơn 0,6 thì hỗn hợp thiết kế cần sử dụng xi măng.

A.4.3 Tính toán xác định lượng nhựa đường, xi măng và nước

Trên cơ sở độ ẩm tối ưu (W_{OMC}) và khối lượng thể tích khô lớn nhất (g_{kmax}) của mẫu tái chế chưa trộn nhựa đường bột, tiến hành tính toán xác định hàm lượng nhựa đường, xi măng và nước thêm vào để độ ẩm mẫu sau khi trộn có độ ẩm bằng độ ẩm tối ưu (W_{OMC}).

Chuẩn bị tối thiểu 4 tổ mẫu với 4 hàm lượng nhựa đường khác nhau để xác định hàm lượng nhựa đường tối ưu.

A.4.3.1 Xác định khối lượng mẫu khô theo công thức (A.1).

$$M_{\text{mẫu khô}} = M_o / [1 + (W_o / 100)] \quad (A.1)$$

Trong đó:

$M_{\text{mẫu khô}}$ Khối lượng khô của mẫu vật liệu (g)

M_o Khối lượng mẫu hong khô trong không khí (g)

W_o Độ ẩm của mẫu sau khi hong khô trong không khí (%)

A.4.3.2 Xác định khối lượng xi măng cần thêm vào theo công thức (A.2).

$$M_{xi\ m\ang} = (C / 100) \times M_{m\au\ kh\o} \quad (A.2)$$

Trong đó:

$M_{xi\ m\ang}$ Khối lượng xi măng thêm vào (g)

C Phần trăm xi măng yêu cầu (%)

$M_{m\au\ kh\o}$ Khối lượng khô của mẫu vật liệu (g)

A.4.3.3 Xác định phần trăm nước thêm vào để đạt được độ ẩm tối ưu khi trộn được xác định theo công thức (A.3), lượng nước thêm vào mẫu được xác định theo công thức (A.4).

$$W_a = 0,75 \times W_{OMC} - W_o \quad (A.3)$$

$$M_{n\urc} = (W_a / 100) \times (M_{m\au\ kh\o} + M_{xi\ m\ang}) \quad (A.4)$$

Trong đó:

W_a Tỷ lệ nước cần thêm vào mẫu (%)

W_{OMC} Độ ẩm tối ưu (%)

$M_{n\urc}$ Khối lượng nước thêm vào (g)

A.4.3.4 Trộn hỗn hợp nhựa tái chế, xi măng và nước trong thùng trộn tới khi đồng nhất.

A.4.3.5 Xác định lượng nhựa đường bột thêm vào theo công thức (A.5).

$$M_{nh\ur} = (B / 100) \times (M_{m\au\ kh\o} + M_{xi\ m\ang}) \quad (A.5)$$

Trong đó:

$M_{nh\ur}$ Khối lượng nhựa đường bột thêm vào (g)

B Hàm lượng nhựa đường bột yêu cầu (%)

A.4.3.6 Xác định thời gian thiết lập trên máy tạo nhựa đường bột chuyên dụng theo công thức (A.6):

$$T = f \times (M_{nh\ur} / Q_{nh\ur}) \quad (A.6)$$

Trong đó:

T Thời gian cài đặt trên đồng hồ máy tạo bột nhựa đường chuyên dụng (s)

$M_{nh\ur}$ Khối lượng nhựa đường thêm vào (g)

$Q_{nh\ur}$ Tốc độ chảy của nhựa đường trong máy (g/s)

f Hệ số bù cho lượng nhựa đường mất mát trong thiết bị trộn. Giá trị f khoảng 1,1 là phù hợp khi sử dụng máy trộn kiểu Hobart và 1,0 khi sử dụng máy trộn kiểu guồng xoắn.

TCVN 13150-3:2024

A.4.3.7 Đặt máy trộn chuyên dụng cạnh máy tạo bọt chuyên dụng sao cho nhựa đường bọt có thể được xả trực tiếp vào thùng trộn.

A.4.3.8 Trộn mẫu ít nhất 10 s trước khi xả một khối lượng yêu cầu nhựa đường bọt vào trong thùng trộn. Tiếp tục trộn thêm 30 s sau khi nhựa đường bọt xả vào trong máy trộn.

A.4.3.9 Xác định lượng nước cần thêm vào để đưa mẫu tới độ ẩm tối ưu (W_{OMC}) sử dụng công thức (A.7).

$$M_{\text{nước thêm}} = M_{\text{nước}} / 3 \quad (\text{A.7})$$

A.4.3.10 Thêm nước và trộn cho tới khi được hỗn hợp vật liệu đồng nhất.

A.4.3.11 Chuyển hỗn hợp nhựa sau khi trộn với nhựa đường bọt vào trong một bình chứa và ngay lập tức bịt kín để duy trì độ ẩm. Để giảm thiểu tối đa sự mất độ ẩm của mẫu chế bị, cần đúc mẫu sớm nhất có thể theo các cách tương ứng với các chỉ dẫn ở mục A.4.3 hoặc A.4.6.

A.4.3.12 Thực hiện các bước trên ít nhất với 4 hàm lượng nhựa đường bọt khác nhau để xác định hàm lượng nhựa đường tối ưu.

A.4.4 Đúc mẫu

Thông thường sử dụng phương pháp chế bị mẫu theo Marshall (đường kính mẫu $D = 101,6$ mm), tuy nhiên khi cần đánh giá hỗn hợp cao bóc tái chế với mức độ tin cậy cao hơn (dùng cho đường ô tô cao tốc, đường ô tô từ cấp III trở lên, đường đô thị cấp đô thị và cấp khu vực) thì sử dụng phương pháp chế bị mẫu theo Proctor cải tiến (đường kính mẫu $D = 152$ mm).

A.4.4.1 Chế bị mẫu thử nghiệm xác định các chỉ tiêu cường độ theo phương pháp Marshall

Đúc ít nhất 3 viên mẫu cho 1 trạng thái thử nghiệm.

A.4.4.1.1 Trình tự đúc mẫu

a) Chuẩn bị khuôn Marshall và chày đầm bằng cách rửa sạch khuôn, đai, đế và bề mặt của chày.

CHÚ THÍCH: Khuôn Marshall không được sấy nóng mà chỉ giữ ở nhiệt độ trong phòng.

b) Cân một lượng hỗn hợp vật liệu vừa đủ để đạt được chiều cao mẫu $63,5 \text{ mm} \pm 1,5 \text{ mm}$ (khoảng 1150 g/mẫu). Sử dụng bay loại nhỏ xọc đều 15 lần xung quanh khuôn và 10 lần trên bề mặt, đảm bảo hỗn hợp dàn phẳng trong khuôn.

c) Đầm nén hỗn hợp 75 lần bằng chày đầm, cần đảm bảo chày tự do liên tục.

d) Rút khuôn và đai ra khỏi đế, lật ngược mẫu. Đặt và nhấn mạnh xuống để đảm bảo mẫu nằm vững vàng trên đế, tiếp tục đầm 75 lần trên bề mặt.

e) Sau khi đầm, rút khuôn khỏi đế và đẩy mẫu ra ngoài.

A.4.4.1.2 Bảo dưỡng mẫu

a) Bảo dưỡng khô: Đặt các mẫu trên một khay phẳng nhẵn và bảo dưỡng trong tủ sấy khoảng 72 h tại 40 °C. Lấy ra khỏi tủ sau 72 h và để nguội tới nhiệt độ trong phòng.

b) Bảo dưỡng ướt (bão hòa): Ngâm các mẫu trong nước tại 25°C ± 1 °C trong 24 h.

A.4.4.2 Chế tạo mẫu thử nghiệm xác định các chỉ tiêu cường độ theo phương pháp Proctor cải tiến

Chế bị mẫu với 4 hàm lượng nhựa đường bột. Thông thường đúc ít nhất 9 mẫu Proctor cải tiến cho một hàm lượng nhựa đường bột: 3 mẫu để kiểm tra ITS_x, 3 mẫu để kiểm tra ITS_v và 3 mẫu để kiểm tra ITS_{cb}.

A.4.4.2.1 Trình tự chế bị mẫu

a) Chuẩn bị 36 kg mẫu hỗn hợp nhựa tái chế với hàm lượng nhựa đường tối ưu.

b) Đầm nén (đúc) ít nhất 9 mẫu sử dụng khuôn Proctor cải tiến, áp dụng phương pháp đầm nén theo TCVN 12790, phương pháp II-D (5 lớp, đầm 56 chày với mỗi lớp, sử dụng búa 4,54 kg với chiều cao rơi 457 mm), đủ để đạt được chiều cao mẫu 95 mm ± 1,5 mm

c) Cần thận gạt bỏ vật liệu dư từ các mẫu.

d) Cần thận lấy mẫu ra khỏi khuôn và đặt lên khay phẳng nhẵn để yên ở nhiệt độ phòng khoảng 24 h.

CHÚ THÍCH: Với các vật liệu kém kết dính, có thể cần thiết phải để mẫu trong khuôn 24 h, để đạt được đủ cường độ trước khi được lấy ra.

A.4.4.2.2 Bảo dưỡng mẫu

a) Bảo dưỡng khô: Đặt các mẫu trên một khay phẳng nhẵn và bảo dưỡng trong tủ sấy khoảng 72 h tại 40 °C. Lấy ra khỏi tủ sau 72 h và để nguội tới nhiệt độ trong phòng.

b) Bảo dưỡng ướt (bão hòa): Ngâm các mẫu trong nước tại 25°C ± 1°C trong 24 h.

c) Bảo dưỡng ở độ ẩm cân bằng (mô phỏng điều kiện ở hiện trường): Đặt các mẫu trên một khay phẳng nhẵn và bảo dưỡng trong tủ sấy khoảng 20 h tại 30°C (hoặc đến khi độ ẩm giảm xuống còn xấp xỉ 50 % độ ẩm tối ưu). Lấy ra khỏi tủ, để mẫu trong túi nhựa bịt kín (ít nhất có thể tích gấp đôi mẫu) sau đó bảo dưỡng trong tủ sấy khoảng 48 h tại 40 °C. Lấy ra khỏi tủ sau 48 h và tháo túi nhựa bọc mẫu sau đó để nguội tới nhiệt độ trong phòng.

A.4.5 Xác định khối lượng thể tích tự nhiên

Sau khi để nguội tới nhiệt độ trong phòng, với mỗi mẫu tiến hành:

- Xác định khối lượng mẫu.
- Đo chiều cao của 4 điểm chia đều xung quanh chu vi và tính chiều cao trung bình.
- Đo đường kính mẫu

TCVN 13150-3:2024

- Tính khối lượng thể tích tự nhiên theo công thức (A.8):

$$g_m = [(4 \times M_{\text{mẫu đúc}}) / (\pi \times d^2 \times h)] \times 1000 \quad (\text{A.8})$$

Trong đó:

g_m Khối lượng thể tích mẫu (kg/m^3)

$M_{\text{mẫu đúc}}$ Khối lượng mẫu đúc (g)

h Chiều cao trung bình của mẫu (cm)

d Đường kính của mẫu (cm)

Kiểm tra loại trừ các mẫu có khối lượng thể tích khác với giá trị khối lượng thể tích trung bình của mỗi mẻ trộn quá 2,5 %.

A.4.6 Thử nghiệm xác định cường độ chịu kéo khi ép chèn ở trạng thái khô (ITS_k), ở trạng thái ướt (ITS_u), ở trạng thái cân bằng (ITS_{cb}) và hệ số cường độ kéo khi ép chèn (TSR).

A.4.6.1 Tiến hành thử nghiệm xác định cường độ chịu kéo khi ép chèn ở trạng thái khô (ITS_k), ở trạng thái ướt (ITS_u), ở trạng thái cân bằng (ITS_{cb}) theo TCVN 8862.

A.4.6.2 Tính toán cường độ kéo khi ép chèn ITS với mỗi mẫu theo công thức (A.9):

$$\text{ITS} = (2 \times P) / (\pi \times h \times d) \times 10000 \quad (\text{A.9})$$

Trong đó:

- ITS là cường độ chịu kéo khi ép chèn (kPa).
- P là tải trọng tối đa đạt được (kN).
- h là chiều cao trung bình của mẫu (cm).
- d là đường kính của mẫu (cm).

A.4.6.3 Hệ số cường độ kéo khi ép chèn (TSR, %) được xác định bằng công thức (A.10):

$$\text{TSR} = (\text{ITS}_u / \text{ITS}_k) \times 100 \quad (\text{A.10})$$

A.4.7 Xác định hàm lượng nhựa đường tối ưu

Trên cơ sở kết quả thử nghiệm ITS_k , ITS_u , ITS_{cb} và TSR ở các hàm lượng nhựa khác nhau, thiết lập đồ thị quan hệ giữa ITS_k , ITS_u , ITS_{cb} và TSR và hàm lượng nhựa đường bột. Xác định hàm lượng nhựa đường bột tối ưu theo nguyên tắc sau:

- Các chỉ tiêu thử nghiệm thỏa mãn yêu cầu trong Bảng 2.
- Hàm lượng nhựa đường bột ứng với giá trị cao nhất của ITS_k , ITS_u , ITS_{cb} được sử dụng để xác định hàm lượng nhựa đường tối ưu cho hỗn hợp nhựa tái chế; hàm lượng nhựa đường tối ưu là giá trị trung bình của 3 giá trị hàm lượng nhựa đường này.

A.5 Báo cáo thiết kế hỗn hợp nhựa tái chế

Báo cáo thiết kế hỗn hợp nhựa tái chế bao gồm tối thiểu các thông tin sau:

- Tên dự án;
- Tình trạng kết cấu áo đường hiện tại, mức độ hư hỏng;
- Vị trí lấy mẫu vật liệu các lớp kết cấu áo đường cũ;
- Chiều dày các lớp kết cấu áo đường cũ;
- Miêu tả tổng quát các vật liệu tại các vị trí khoan, đào lấy mẫu;
- Các kết quả thử nghiệm trên các mẫu vật liệu lấy về từ các lớp kết cấu áo đường cũ;
- Các kết quả thử nghiệm trên các mẫu vật liệu sử dụng để thiết kế hỗn hợp nhựa tái chế;
- Kết quả tính toán, thiết kế thành phần cấp phối hỗn hợp nhựa tái chế;
- Tỷ lệ phối trộn các loại vật liệu;
- Kết quả thử nghiệm các chỉ tiêu kỹ thuật của hỗn hợp nhựa tái chế.

Phụ lục B

(Quy định)

Kết cấu áo đường có sử dụng lớp hỗn hợp nhựa tái chế nguội

B.1 Lớp hỗn hợp nhựa tái chế nguội phù hợp để làm các lớp mặt dưới, lớp móng của mặt đường cấp cao chủ yếu A1 hoặc lớp mặt của mặt đường cấp cao thứ yếu A2 trong kết cấu áo đường đường ô tô cao tốc (theo TCVN 5729), đường ô tô (theo TCVN 4054), đường giao thông nông thôn (theo TCVN 10380), đường đô thị, bến bãi, quảng trường.

B.2 Chiều dày lớp hỗn hợp nhựa tái chế nguội khi lu lèn tối thiểu bằng chiều dày của một lớp hỗn hợp nhựa cũ hiện có, tối đa không quá 18 cm; đồng thời phải thỏa mãn điều kiện lớn hơn 3 lần đường kính hạt cốt liệu lớn nhất có trong hỗn hợp nhựa tái chế.

B.3 Trong trường hợp sửa chữa cục bộ các hư hỏng mặt đường thì chiều rộng phần tái chế tối thiểu là 2,0 m (bằng bề rộng của trống công tác của máy tái chế). Để giảm thiểu các mối nối dọc và mối nối ngang thì nên mở rộng diện tích phần tái chế theo chiều ngang cho bằng chiều rộng làn đường xe chạy, nối các đoạn tuyến hư hỏng cục bộ gần nhau thành đoạn liên tục.

B.4 Kết cấu áo đường có sử dụng lớp hỗn hợp nhựa tái chế nguội được tính toán, thiết kế theo các tiêu chuẩn hiện hành. Trường hợp thiết kế, tính toán chiều dày kết cấu các lớp áo đường mềm theo chỉ số kết cấu (SN) thì hệ số lớp a_1 của lớp hỗn hợp nhựa tái chế nguội lấy bằng 0,28 khi các chỉ tiêu kỹ thuật của hỗn hợp tái chế thỏa mãn yêu cầu quy định trong Bảng 2.

B.5 Khi sử dụng lớp hỗn hợp nhựa tái chế nguội làm lớp mặt dưới của mặt đường cấp cao A1 thì trên nó phải có lớp bê tông nhựa chặt nóng. Chiều dày của lớp bê tông nhựa chặt nóng được xác định khi tính toán, thiết kế kết cấu áo đường; tuy nhiên chiều dày tối thiểu không được nhỏ hơn 4 cm.

B.6 Khi sử dụng lớp tái chế làm lớp mặt cho kết cấu mặt đường cấp cao A2 thì trên nó phải bố trí lớp vật liệu có chất kết dính hữu cơ, tối thiểu phải làm một lớp láng nhựa theo TCVN 8863 hoặc theo TCVN 9505.

B.7 Trong trường hợp khảo sát phát hiện lớp nền, móng yếu cục bộ, cần tiến hành xử lý nền móng trước khi thực hiện công nghệ tái chế.

Phụ lục C

(Tham khảo)

Tình trạng mặt đường cũ có thể áp dụng công nghệ tái chế nguội tại chỗ

Công nghệ này phù hợp với trường hợp nền đường, móng đường còn tốt và khi mặt đường thỏa mãn một trong các điều kiện sau:

C.1 Mặt đường bị vết hằn bánh xe, với chiều sâu hằn lún lớn hơn 25 mm.

C.2 Mặt đường có độ bằng phẳng IRI từ mức kém trở xuống như quy định ở Bảng 3 của TCVN 8865 tùy thuộc cấp đường.

C.3 Mặt đường bị rạn nứt liên tục, với bề rộng vết nứt lớn hơn 0,3 mm.
