

Số: 1086 /QĐ-BGTVT

Hà Nội, ngày 29 tháng 5 năm 2018

**QUYẾT ĐỊNH**

**Ban hành “Quy định kỹ thuật về thiết kế, thi công và nghiệm thu lớp tái sinh nguội bê tông nhựa tại chỗ bằng bitum bột và xi măng trong kết cấu áo đường ô tô” để áp dụng trong cải tạo, sửa chữa và nâng cấp kết cấu áo đường ô tô**

**BỘ TRƯỞNG BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI**

Căn cứ Nghị định số 12/2017/NĐ-CP ngày 10/02/2017 của Chính phủ quy định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức của Bộ Giao thông vận tải;

Xét đề nghị của Viện Khoa học và Công nghệ GTVT tại Văn bản số 824/VKHCN-KHCN ngày 16/5/2018 và Công ty cổ phần Hoàng An tại Văn bản số 69/CV-2018 ngày 24/5/2018 về việc trình ban hành “Quy định kỹ thuật về thiết kế, thi công và nghiệm thu lớp cào bóc tái sinh nguội bê tông nhựa tại chỗ bằng bitum bột và xi măng trong kết cấu áo đường ô tô” để áp dụng trong cải tạo, sửa chữa và nâng cấp kết cấu áo đường ô tô;

Theo đề nghị của Vụ trưởng Vụ Khoa học - Công nghệ,

**QUYẾT ĐỊNH:**

**Điều 1.**

1. Ban hành kèm theo quyết định này “Quy định kỹ thuật về thiết kế, thi công và nghiệm thu lớp cào bóc tái sinh nguội bê tông nhựa tại chỗ bằng bitum bột và xi măng trong kết cấu áo đường ô tô” để áp dụng trong cải tạo, sửa chữa và nâng cấp kết cấu áo đường ô tô.

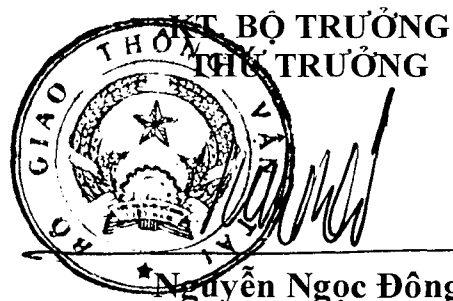
2. Trong quá trình áp dụng nếu có những vướng mắc phát sinh, các cơ quan đơn vị cần tổng hợp và kịp thời báo cáo về Bộ Giao thông vận tải xem xét giải quyết.

**Điều 2.** Quyết định này có hiệu lực thi hành kể từ ngày ký và thay thế Quyết định số 2599/QĐ-BGTVT ngày 07/9/2017 của Bộ Giao thông vận tải ban hành Quy định tạm thời về thiết kế, thi công và nghiệm thu lớp tái sinh nguội bê tông nhựa tại chỗ bằng bitum bột và xi măng trong kết cấu áo đường ô tô.

**Điều 3.** Chánh Văn phòng, Chánh Thanh tra Bộ, các Vụ trưởng, Tổng cục trưởng Tổng cục Đường bộ Việt Nam, Cục trưởng các Cục thuộc Bộ, Viện trưởng Viện KH&CN GTVT, Tổng Giám đốc Công ty cổ phần Hoàng An, Giám đốc Sở Giao thông vận tải các tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương, Thủ trưởng các cơ quan, tổ chức có liên quan chịu trách nhiệm thi hành Quyết định này. /.

**Nơi nhận:**

- Như Điều 3;
- Bộ trưởng (để b/c);
- Các đ/c Thứ trưởng;
- Các Ban QLDA thuộc Bộ;
- Các TCT, Cty tư vấn ngành GTVT;
- Các TCT, Cty thi công ngành GTVT;
- Website Bộ GTVT;
- Lưu: VT, KHCN(D,10).

**BỘ TRƯỞNG**  
**THỨ TRƯỞNG**  
  
Nguyễn Ngọc Đông

**QUY ĐỊNH KỸ THUẬT**  
**THIẾT KẾ, THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU LỚP TÁI SINH NGUỘI BÊ TÔNG NHỰA**  
**TẠI CHỖ BẰNG BITUM BỌT VÀ XI MĂNG TRONG KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG Ô TÔ**  
(Ban hành kèm theo Quyết định số ~~1086~~ **1086**/BGTVT-KHCN ngày ~~29~~ **29**/5/2018 của Bộ GTVT)

**1. Phạm vi áp dụng**

1.1. Quy định kỹ thuật này quy định những yêu cầu về vật liệu, công tác khảo sát kết cấu áo đường cũ, thiết kế kết cấu áo đường có sử dụng lớp tái sinh nguội bê tông nhựa tại chỗ, thiết bị, thi công và nghiệm thu lớp tái sinh nguội bê tông nhựa tại chỗ bằng bitum bột và xi măng để làm lớp dưới mặt đường cấp cao chủ yếu A1 hoặc lớp trên mặt đường cấp cao thứ yếu A2 (theo 22TCN 211-06) trong kết cấu áo đường đường ô tô, Quy định kỹ thuật này cũng có thể áp dụng cho công tác cải tạo và nâng cấp kết cấu áo đường trong sân bay.

1.2. Công nghệ cào bóc tái sinh nguội lớp bê tông nhựa tại chỗ bằng bitum bột và xi măng được dùng để sửa chữa, cải tạo và nâng cấp kết cấu áo đường mềm có sử dụng lớp mặt đường bê tông nhựa sau một thời gian khai thác đến giai đoạn phải sửa chữa lớn, hoặc mặt đường bị xuống cấp, hư hỏng, phát sinh các biến dạng như: nứt, lún, vệt hằn bánh xe, ổ gà,... ảnh hưởng tới chất lượng khai thác và an toàn giao thông. Công nghệ này chỉ áp dụng đối với trường hợp nền đường, móng đường còn tốt và khi mặt đường thỏa mãn một trong các điều kiện sau:

1.2.1. Mặt đường bị vệt hằn bánh xe, với chiều sâu hằn lún lớn hơn 25mm.

1.2.2. Mặt đường có độ bằng phẳng IRI từ mức kém trở xuống như quy định ở Bảng 3 của TCVN 8865:2011 tùy thuộc cấp đường.

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

1.2.4. Mặt đường có hệ số cường độ còn lại  $K < 0,89$  (trong đó  $K = E_{tt}/E_{yc}$ , với  $E_{tt}$  là mô đun đàn hồi chung hiện tại của mặt đường được xác định theo TCVN 8861:2011 hoặc TCVN 8867:2011 và  $E_{yc}$  là mô đun đàn hồi yêu cầu của mặt đường).

1.3. Kết cấu áo đường có sử dụng lớp tái sinh nguội bê tông nhựa tại chỗ bằng bitum bột và xi măng được quy định như sau:

1.3.1. Kết cấu áo đường có sử dụng lớp tái sinh nguội bê tông nhựa này được tính toán thiết kế phù hợp với yêu cầu giao thông ở thời hạn tính toán quy định theo 22TCN 211-06 hoặc 22TCN 274-01 và thỏa mãn yêu cầu của dự án cụ thể.

1.3.2. Khi sử dụng lớp tái sinh nguội bê tông nhựa này làm lớp dưới của mặt đường cấp cao A1 thì trên nó phải có lớp mặt bê tông nhựa chặt. Chiều dày cần thiết của lớp bê tông nhựa chặt được xác định qua kết quả thiết kế kết cấu áo đường, tuy nhiên chiều dày tối thiểu lớp bê tông nhựa chặt là 4 cm.

1.3.3. Khi sử dụng lớp tái sinh nguội bê tông nhựa này làm lớp mặt cho kết cấu áo 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 8863:2011 hoặc theo TCVN 9505:2012.

1.4. Chiều sâu tái sinh các lớp bê tông nhựa cũ sau khi đầm nén tối đa không quá 18 cm và tối thiểu bằng chiều dày một lớp bê tông nhựa cũ.

1.5. Đối với mỗi dự án sửa chữa, nâng cấp, cải tạo kết cấu áo đường mềm cần phân tích so sánh hiệu quả kinh tế, kỹ thuật và cả yếu tố tác động môi trường giữa phương án tăng cường lớp bê tông nhựa chặt ở trên (phương pháp truyền thống) với phương án tái sinh nguội theo công nghệ này để lựa chọn phương án thiết kế tối ưu.

**2. Tài liệu viện dẫn**

Các tài liệu sau đây là rất cần thiết để áp dụng Quy định kỹ thuật 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 bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có):

TCVN 2682:2009, *Tiêu chuẩn xi măng poóc lăng - Yêu cầu kỹ thuật.*

TCVN 4054:2005, *Đường ô tô - Yêu cầu thiết kế.*

TCVN 4197:2012, *Đất xây dựng - Phương pháp xác định giới hạn dẻo và giới hạn chảy trong phòng thí nghiệm.*

TCVN 4506:2012, *Nước trộn bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật.*

TCVN 6017:1995, *Xi măng - Phương pháp thử - Xác định thời gian đông kết và độ ổn định.*

TCVN 6260:2009, *Xi măng poóc lăng hỗn hợp - Yêu cầu kỹ thuật.*

TCVN 7495:2005, *Bitum - Phương pháp xác định độ kim lún.*

TCVN 7572-2:2006, *Cốt liệu bê tông và vữa - Phương pháp thử - Phần 2: Xác định thành phần hạt.*

TCVN 8819:2011, *Mặt đường bê tông nhựa nóng – Yêu cầu thi công và nghiệm thu.*

TCVN 8860-5:2011, *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 8861:2011, *Áo đường mềm – Xác định mô đun đàn hồi của nền đất và các lớp kết cấu áo đường bằng phương pháp sử dụng tấm ép cứng.*

TCVN 8862:2011, *Quy trình thí nghiệm xác định cường độ kéo khi ép chẻ của vật liệu hạt liên kết bằng các chất kết dính.*

TCVN 8863:2011, *Mặt đường láng nhựa nóng – Thi công và nghiệm thu.*

TCVN 8864:2011, *Mặt đường ô tô – Xác định độ bằng phẳng bằng thước dài 3,0 mét.*

TCVN 8865:2011, *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 8867:2011, *Áo đường mềm - Xác định mô đun đàn hồi chung của kết cấu bằng cân đo vòng Benkelman.*

TCVN 9505:2012, *Mặt đường láng nhũ tương nhựa đường a xít – Thi công và nghiệm thu.*

TCVN 11633:2017, *Bê tông nhựa - Thu hồi nhựa đường từ dung dịch sau khi chiết bằng phương pháp Abson.*

22TCN 211-06\*) *Áo đường mềm - Các yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế.*

22 TCN 263:2000\*) *Quy trình khảo sát đường ô tô.*

22TCN 274-01\*) *Chỉ dẫn kỹ thuật thiết kế mặt đường mềm.*

22TCN 332-06\*) *Quy trình thí nghiệm xác định chỉ số CBR của đất, đá dăm trong phòng thí nghiệm.*

22TCN 333-06\*) *Quy trình đầm nén đất, đá dăm trong phòng thí nghiệm.*

22TCN 346-06\*) *Quy trình thí nghiệm xác định độ chặt nền, móng đường bằng phễu rót cát.*

22TCN 356-06\*) *Quy trình thi công và nghiệm thu mặt đường bê tông nhựa sử dụng nhựa đường polime.*

TCCS07:2013/TCĐBVN, *Tiêu chuẩn kỹ thuật bảo dưỡng thường xuyên đường bộ.*

TCCS14:2016/TCĐBVN, *Tiêu chuẩn về tổ chức giao thông và bố trí phòng hộ khi thi công trên đường bộ đang khai thác.*

\*) Các tiêu chuẩn ngành TCN sẽ được chuyển đổi thành TCVN

Quyết định số 858/QĐ-BGTVT ngày 26/3/2014 của Bộ GTVT về việc ban hành hướng dẫn áp dụng các tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu các lớp BTNC của tầng mặt kết cấu áo đường.

Thông tư số 27/2014/TT-BGTVT ngày 28/7/2014 của Bộ Giao thông vận tải quy định về quản lý chất lượng vật liệu nhựa đường sử dụng trong xây dựng công trình giao thông.

*Technical guideline : Bitumen stabilized Materials - A Guidline for the design and Construction of Bitumen Emulsion and Foamed Bitumen Stabilised Materials – TG2 Second edition May 2009 (Vật liệu gia cố nhựa đường – Chi dẫn thiết kế và thi công với vật liệu gia cố nhựa đường và nhũ tương nhựa đường – TG2 xuất bản lần 2, tháng 5 năm 2009).*

### 3. Thuật ngữ và định nghĩa

Trong Quy định kỹ thuật này áp dụng thuật ngữ, định nghĩa sau:

#### 3.1. Công nghệ cào bóc tái sinh nguội lớp bê tông nhựa tại chỗ bằng bitum bột và xi măng:

là công nghệ cào bóc lớp mặt bê tông nhựa cũ và trộn lại với bitum bột và xi măng. Quá trình thi công được thực hiện bởi một hệ thống máy chuyên dụng đồng bộ (máy cào bóc tái sinh có bộ phận tạo bitum bột và có hệ thống băng tải sau để vận chuyển vật liệu tái sinh, máy rải bê tông nhựa, máy rải xi măng, xe bồn chứa bitum nóng  $160^{\circ}\text{C} \div 180^{\circ}\text{C}$ , xe bơm tưới nước và các loại lu) trong đó máy cào bóc tái sinh có bộ phận tạo bitum bột và có hệ thống băng tải sau để vận chuyển vật liệu tái sinh là máy chủ đạo.

**3.2. Thành phần hạt biểu kiến của vật liệu cào bóc:** là thành phần hạt phân theo kích cỡ nhìn bên ngoài của các hạt đá còn bọc màng nhựa cũ khi đập vỡ rời cốt liệu của lớp mặt đường nhựa.

**3.3. Bitum bột:** là bitum (nhựa đường đặc) được đun nóng đến  $160^{\circ}\text{C} \div 180^{\circ}\text{C}$ , sau đó trộn với một lượng nước nguội trong buồng giãn nở chuyên dụng; kết quả là bitum được tạo bột, tăng thể tích bitum lên khoảng 10-20 lần thể tích ban đầu, dẫn tới bitum phân bố dễ dàng trong hỗn hợp tái sinh.

**3.4. Tỷ lệ giãn nở (ER):** là thước đo độ nhớt của bitum bột và dùng để đánh giá mức độ bột phân tán trong hỗn hợp đó; là tỷ số giữa thể tích tối đa của bột so với thể tích ban đầu của bitum.

**3.5. Chu kỳ bán hủy (Thời gian bán hủy) ( $\tau_{1/2}$ ):** là thước đo độ bền của bột và cung cấp một chỉ thị về tốc độ xẹp của bột trong quá trình trộn; được xác định bằng thời gian (tính theo giây, s) cần thiết để thể tích tối đa của bột xẹp tới một nửa.

### 4. Yêu cầu chất lượng các loại vật liệu dùng cho hỗn hợp tái sinh lớp bê tông nhựa

#### 4.1. Vật liệu cào bóc tái sinh nguội lớp bê tông nhựa

Vật liệu cào bóc tái sinh nguội lớp bê tông nhựa là vật liệu bê tông nhựa cũ của kết cấu áo đường hiện hữu trong phạm vi cào bóc tái sinh trong đó thành phần cấp phối, độ ẩm tại hiện trường, chỉ số CBR, chỉ số dẻo và mức độ hoạt tính của vật liệu bê tông nhựa cũ là các yếu tố quan trọng cần phải xác định để phục vụ việc thiết kế hỗn hợp thỏa mãn các yêu cầu quy định ở Bảng 3 và Bảng 4. Khi cần có thể bổ sung cốt liệu có cỡ hạt khác vào vật liệu cào bóc tái sinh.

Vật liệu bê tông nhựa cũ sử dụng để tái sinh nguội phải có chỉ số CBR lớn hơn 80% và chỉ số dẻo nhỏ hơn 10%.

Vật liệu bê tông nhựa cũ được coi là có hoạt tính khi chỉ tiêu độ kim lún trên mẫu nhựa đường thu hồi được từ bê tông nhựa cũ bằng phương pháp Abson lớn hơn 10, hoặc khi cường độ kéo khi ép chẻ (ITS ướt) ở  $25^{\circ}\text{C}$  lớn hơn 100 kPa (mẫu đường kính 100mm được chế bị theo phương pháp Marshall ở  $70^{\circ}\text{C}$  sau đó ngâm mẫu trong nước tại  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  trong 24 h).

#### 4.2. Cốt liệu bổ sung (nếu có)

4.2.1. Cốt liệu thường được bổ sung để đáp ứng một hoặc nhiều mục đích sau đây:

- Cải thiện thành phần cấp phối của vật liệu cào bóc tái sinh.
- Thay đổi các tính chất cơ học (cường độ, biến dạng) của vật liệu tái sinh.

- Để nâng cao khả năng kháng cắt của hỗn hợp vật liệu tái sinh nên sử dụng thêm cốt liệu bổ sung (thông thường là 15% cốt liệu mịn nghiền đối với vật liệu bê tông nhựa cũ không hoạt tính hoặc 30% cốt liệu thô nghiền đối với vật liệu bê tông nhựa cũ có hoạt tính).

**4.2.2.** Khối lượng và loại cốt liệu bổ sung (nếu có) phải được xác định khi thiết kế hỗn hợp theo chỉ dẫn của Phụ lục B sao cho hỗn hợp tái sinh thỏa mãn như qui định tại Bảng 3 và Bảng 4.

### 4.3. Bitum bột

**4.3.1.** Các loại bitum với độ kim lún trong khoảng  $60 \div 200$  đảm bảo các chỉ tiêu kỹ thuật quy định Thông tư số 27/2014/TT-BGTVT ngày 28/7/2014 của Bộ Giao thông vận tải được dùng để tạo bột.

**4.3.2.** Nhiệt độ bitum khi tạo bột nằm trong khoảng từ  $160^{\circ}\text{C} \div 180^{\circ}\text{C}$ .

**4.3.3.** Bitum bột phải được kiểm tra trong phòng thí nghiệm để xác định các đặc tính tạo bột thông qua tỷ lệ giãn nở (ER) và chu kỳ bán hủy ( $\tau_{1/2}$ ); các chỉ tiêu kiểm tra phải phù hợp với yêu cầu tối thiểu ở Bảng 1.

**Bảng 1. Giới hạn đặc tính tạo bột**

Nhiệt độ hỗn hợp tái sinh	10°C tới 25°C	Lớn hơn 25°C	Phương pháp thử
Tỷ lệ giãn nở nhỏ nhất, ER (lần)	10	8	Phụ lục A
Chu kỳ bán hủy ngắn nhất, $\tau_{1/2}$ (giây)	8	6	

### 4.3.4. Hàm lượng bitum bột nên dùng cho hỗn hợp vật liệu tái sinh lớp bê tông nhựa

Hàm lượng bitum bột nên dùng cho hỗn hợp cao bóc tái sinh nguội đối với lớp mặt đường bê tông nhựa cũ thông thường nằm trong khoảng từ 1,6% đến 2,3% theo khối lượng cốt liệu khô.

Hàm lượng bitum bột tối ưu được xác định qua thiết kế hỗn hợp cao bóc tái sinh.

### 4.4. Xi măng (bột khoáng hoạt tính)

**4.4.1.** Xi măng dùng để trộn với hỗn hợp cao bóc phải có các chỉ tiêu kỹ thuật phù hợp với các quy định ở tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành (TCVN 2682:2009 hoặc TCVN 6260:2009).

Hàm lượng xi măng nên dùng cho hỗn hợp cao bóc tái sinh nguội đối với lớp mặt đường bê tông nhựa cũ theo khuyến nghị ở Bảng 2.

**Bảng 2. Hàm lượng xi măng khuyến nghị sử dụng**

Loại hỗn hợp tái sinh	Xi măng (% khối lượng cốt liệu khô)
Hỗn hợp tái sinh sử dụng bitum bột và xi măng (*)	$\leq 1,0$
(*) : Hàm lượng xi măng thông thường sử dụng là 1% khối lượng cốt liệu khô nhằm làm tăng khả năng dính bám của bitum với cốt liệu, tăng khả năng phân tán của bitum trong hỗn hợp, tăng độ cứng của hỗn hợp và tăng tốc độ cố kết hỗn hợp được đầm nén.	

Hàm lượng xi măng tối ưu được xác định qua thiết kế hỗn hợp cao bóc tái sinh.

**4.4.2.** Xi măng phải có thời gian bắt đầu ninh kết tối thiểu là 120 phút (Thí nghiệm theo TCVN 6017:1995).

### 4.5. Nước

Nước dùng để trộn ẩm và tạo bột phải có các chỉ tiêu kỹ thuật phù hợp với TCVN 4506:2012.

### 4.6. Các chất phụ gia khác (nếu có)

**4.6.1.** Có thể sử dụng các chất phụ gia để tác động đến các tính chất tạo bột của bitum. Tuy nhiên, hầu hết các chất phụ gia tạo bột phải được đưa vào bitum trước khi nung nóng đến nhiệt

độ xử lý. Vì bitum bột nhạy cảm với nhiệt nghĩa là chúng chỉ có tác dụng trong thời gian ngắn ở điều kiện nhiệt độ cao để phát huy các lợi ích của chất phụ gia tạo bột, cho nên bitum bột phải được sử dụng chỉ trong vài giờ sau khi tạo bột.

4.6.2. Loại và tỷ lệ phụ gia sử dụng phải được quy định cụ thể trong hồ sơ thiết kế hỗn hợp.

## 5. Các yêu cầu kỹ thuật của hỗn hợp cao tốc tái sinh nguội lớp bê tông nhựa tại chỗ

5.1. Hỗn hợp cao tốc tái sinh lớp bê tông nhựa phải thỏa mãn các chỉ tiêu ở Bảng 3.

**Bảng 3. Các chỉ tiêu yêu cầu đối với hỗn hợp cao tốc tái sinh nguội lớp bê tông nhựa**

TT	Các chỉ tiêu kỹ thuật	Quy định đối với mẫu chế bị		Phương pháp thử
		Mẫu Marshall D=100mm	Mẫu Proctor cải tiến D=152mm (*)	
1	Cường độ kéo khi ép chẻ khô (ITS khô) ở 25°C, kPa	≥ 250	≥ 225	TCVN8862: 2011
2	Cường độ kéo khi ép chẻ ướt (ITS ướt) ở 25°C, kPa	≥ 125	≥ 100	TCVN8862: 2011
3	Cường độ kéo khi ép chẻ ở độ ẩm cân bằng (ITS, độ ẩm cân bằng) ở 25°C, kPa		≥ 175	TCVN8862: 2011
4	Tỷ số TSR = ITS ướt / ITS khô	≥ 0,8	≥ 0,6	TCVN8862: 2011

(\*): Thí nghiệm với mẫu Proctor cải tiến được sử dụng khi đánh giá hỗn hợp cao tốc tái sinh nguội lớp bê tông nhựa với mức độ tin cậy cao hơn (đường cấp III trở lên theo TCVN 4054-2005). Mẫu được bảo dưỡng và thí nghiệm ở độ ẩm cân bằng được xác định theo Phụ lục B.

5.2. Cấp phối hỗn hợp cao tốc tái sinh nguội lớp bê tông nhựa:

Thành phần cấp phối của vật liệu cao tốc trước khi được gia cố bitum bột và xi măng, cần thỏa mãn yêu cầu về thành phần cấp phối được nêu trong Bảng 4.

**Bảng 4. Thành phần cấp phối yêu cầu của hỗn hợp cao tốc tái sinh nguội lớp bê tông nhựa**

Kích cỡ lỗ sàng vuông (mm)	Tỷ lệ lọt sàng (% 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

## **6. Yêu cầu về khảo sát đánh giá mặt đường cũ trước khi cào bóc tái sinh lớp bê tông nhựa**

### **6.1. Yêu cầu và trình tự điều tra khảo sát:**

Để làm cơ sở cho việc thiết kế hỗn hợp và đưa ra phương án tái sinh lớp bê tông nhựa mặt đường cũ, việc điều tra khảo sát phải bảo đảm biết rõ được chiều sâu, loại và đặc tính các loại vật liệu của mặt đường cũ trong phạm vi chiều sâu tái sinh trên đoạn đường được xem là tương đối đồng nhất. Để đạt được mục tiêu này, công việc điều tra khảo sát nên thực hiện theo trình tự sau:

**6.1.1.** Điều tra để phân chia đường cũ thành các đoạn tương đối đồng nhất về vật liệu và đồng nhất về chiều dày của chúng trong phạm vi chiều sâu có khả năng tái sinh. Mỗi đoạn này khi cải tạo có thể áp dụng giải pháp tái sinh nguội lớp bê tông nhựa bằng bitum bột và xi măng với cùng một tỷ lệ phối trộn các thành phần được xác định thông qua quá trình thử nghiệm thiết kế hỗn hợp trình bày ở phụ lục B.

**6.1.2.** Khoan, đào lấy mẫu các lớp vật liệu trong phạm vi chiều sâu có thể tái sinh. Yêu cầu phải lấy được mẫu tiêu biểu cho từng lớp áo đường cũ của từng đoạn tương đối đồng nhất đã nói ở trên.

### **6.2. Điều tra, khảo sát phân chia áo đường cũ thành các đoạn tương đối đồng nhất**

**6.2.1.** Công việc này thường phối hợp với các bước khảo sát lập dự án hoặc khảo sát lập thiết kế kỹ thuật, thiết kế chi tiết nâng cấp, cải tạo đường cũ và có thể thực hiện bằng các phương pháp khảo sát trong các giai đoạn nói trên nhưng chú ý rằng mục tiêu ở đây là phân chia các đoạn tương đối đồng nhất về chiều dày và về các đặc trưng của vật liệu các lớp mặt đường và móng áo đường trong phạm vi chiều sâu có thể áp dụng công nghệ tái sinh nguội lớp bê tông nhựa bằng bitum bột và xi măng. Do vậy, chỉ tiêu phân loại không phải là cường độ của kết cấu áo đường cũ mà chủ yếu phải dựa vào các yếu tố cấu tạo của lớp mặt và móng như chiều dày, loại và các đặc trưng vật liệu của mỗi lớp đó (loại đá, thành phần hạt, độ kim lún của mẫu nhựa đường thu hồi từ bê tông nhựa cũ, khối lượng thể tích thực tế...).

**6.2.2.** Để thu thập số liệu về các yếu tố cấu tạo nói trên trước hết phải dựa vào hồ sơ quản lý khai thác đường và khi cần thiết phải thực hiện việc khoan, đào hố để đo chiều dày các lớp và lấy mẫu phân tích các đặc trưng vật liệu. Tùy tình hình thay đổi của kết cấu áo đường thực tế, trong bước điều tra phân đoạn đồng nhất này việc khoan, đào hố có thể thực hiện với mức độ từ 100m - 500m dài đường tiến hành khoan hoặc đào một vị trí. Nếu các đoạn cục bộ thành phần hạt thay đổi quá nhiều có thể rút ngắn phạm vi đào hố (<100m).

**6.2.3.** 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.

**6.3. Khoan, đào lấy mẫu để cung cấp số liệu phục vụ thiết kế hỗn hợp tái sinh lớp bê tông nhựa cho từng đoạn đồng nhất:**

**6.3.1.** Trên mỗi đoạn đồng nhất phải lấy tối thiểu 3 mẫu ở các vị trí khác nhau. Việc lấy mẫu hiện trường và các thí nghiệm cần làm đối với mẫu cần tuân thủ các chỉ dẫn ở B.1 phụ lục B. Các đặc trưng của vật liệu dùng để thiết kế hỗn hợp tái sinh lớp bê tông nhựa cần sử dụng số liệu trung bình của 3 mẫu lấy trong mỗi đoạn đồng nhất.

**6.3.2.** Hố lấy mẫu thường được đào ở gần mép ngoài cùng của làn xe tải.

**6.3.2.1.** Việc đào hố lấy mẫu cần được thực hiện một cách cẩn thận để tách biệt từng lớp có loại vật liệu khác nhau. Mỗi loại vật liệu bắt gặp khi đào sẽ được đặt riêng ra bên cạnh hố đào để dễ lấy mẫu sau đó. Khi đang tiến hành đào, những thí nghiệm về khối lượng thể tích có thể thực hiện trên từng lớp kế tiếp nhau. Cần xác định độ ẩm của các mẫu lấy được bằng các phương pháp thích hợp.

**6.3.2.2.** Khi đào xong, mặt cắt của lớp áo đường được ghi lại với đầy đủ chi tiết; các mẫu tiêu biểu cho vật liệu ở những lớp khác nhau được lấy về để thí nghiệm trong phòng.

**6.4.** Đối với các đoạn đi qua khu vực đất yếu, động thái hoạt động của nước ngầm và sự tồn tại của các loại công trình ngầm,... cần có các khảo sát thích hợp theo các yêu cầu nêu trong tiêu chuẩn 22TCN 263-2000.

## **7. Thiết kế kết cấu áo đường có sử dụng vật liệu tái sinh nguội lớp bê tông nhựa**

**7.1.** Sử dụng các phương pháp tính toán thiết kế kết cấu áo đường theo 22TCN 274-01 hoặc theo 22TCN 211-06 để thiết kế kết cấu áo đường cho từng đoạn đồng nhất đề cập ở 6.2.

**7.1.1.** Trường hợp sử dụng phương pháp theo 22TCN 274-01 thì hệ số  $a_i$  của lớp tái sinh nguội bê tông nhựa bằng bitum bột và xi măng có thể suy ra từ chỉ tiêu cường độ kéo gián tiếp ITS khô hoặc ITS ướt hoặc ITS cân bằng của hỗn hợp vật liệu tái sinh lớp bê tông nhựa theo tương quan tại Hình 1. Cũng có thể xác định hệ số  $a_i$  trên cơ sở thí nghiệm mô đun đàn hồi  $E_{bs}$  (hoặc thí nghiệm xác định độ ổn định Marshall) theo toán đồ tại Hình 3.6 của 22TCN 274-01.

Hệ số lớp kết cấu $a_i$ (theo inch)	0.18	0.23		0.28	max 0.35
Cường độ kéo khi ép chẻ (ITS)					
Mẫu đường kính 100/ 152mm					
ITS khô (kPa)	125	175		225	295
ITS ướt (kPa)	50	75		100	135
Mẫu đường kính 152mm					
ITS cân bằng (kPa)	95	135		175	231

Hình 1 – Tương quan giữa hệ số lớp  $a_i$  với cường độ kéo khi ép chẻ ITS (khô, ướt, cân bằng)

**7.1.2.** Trường hợp áp dụng theo 22TCN 211-06 thì cần tiến hành thí nghiệm trong phòng để xác định trị số mô đun đàn hồi tĩnh và cường độ chịu kéo uốn của vật liệu tái sinh lớp bê tông nhựa theo phương pháp thí nghiệm trình bày ở mục C.3 phụ lục C của tiêu chuẩn 22TCN 211-06 và dùng chúng làm các đặc trưng tính toán, thiết kế và kiểm toán kết cấu áo đường, trong đó chú trọng kiểm toán theo tiêu chuẩn chịu kéo uốn.

**7.2.** Bề dày lớp mặt đường bê tông nhựa chặt phía trên lớp tái sinh nguội bê tông nhựa bằng bitum bột và xi măng sẽ khác nhau đối với mỗi đoạn đồng nhất nêu ở mục 6.2 tùy thuộc yêu cầu giao thông khác nhau của mỗi đoạn và tùy thuộc vào chiều dày cũng như cường độ của các lớp kết cấu bên dưới.

## **8. Thiết kế thành phần hỗn hợp tái sinh nguội lớp bê tông nhựa**

**8.1.** Mục đích của công tác thiết kế là tìm ra được tỷ lệ phối hợp các thành phần vật liệu cào bóc tái sinh lớp bê tông nhựa, vật liệu bổ sung (nếu cần), bitum bột, xi măng, nước,... để tạo ra hỗn hợp vật liệu tái sinh nguội lớp bê tông nhựa thỏa mãn các yêu cầu quy định ở Bảng 3.

**8.2.** Phương pháp thiết kế hỗn hợp vật liệu tái sinh nguội lớp bê tông nhựa bằng bitum bột và xi măng được trình bày trong Phụ lục B.

**8.3.** Khi kết cấu áo đường cũ thay đổi, cần phải tiến hành thiết kế các hỗn hợp tái sinh nguội tại chỗ khác nhau cho phù hợp.

**8.4.** Hồ sơ thiết kế các hỗn hợp tái sinh nguội tại chỗ phải được đệ trình Tư vấn giám sát và Chủ đầu tư phê duyệt trước khi thi công.

## **9. Yêu cầu về thiết bị thi công:**

- Máy cào bóc tái sinh chuyên dụng;
- Xe chở và cấp bitum nóng chuyên dụng;



- Máy rải bê tông nhựa chuyên dụng;
- Máy rải xi măng chuyên dụng;
- Các máy lu: lu bánh lốp và lu bánh thép;
- Xe bồn chở nước chuyên dụng.

Yêu cầu cụ thể về tính năng kỹ thuật cơ bản của từng loại thiết bị thi công như sau:

### 9.1. Máy cào bóc tái sinh chuyên dụng

**9.1.1. Máy cào bóc tái sinh phải là máy chuyên dụng tự hành được thiết kế với mục đích dùng để cào xới vật liệu trong các lớp bên trên của kết cấu áo đường hiện hữu, trộn lẫn với chúng cùng với vật liệu bổ sung thêm được rải trước (nếu có) trên mặt đường cũ để tạo thành một lớp vật liệu đồng nhất. Máy cào bóc phải có khả năng đáp ứng được yêu cầu về thành phần và độ đồng đều của cấp phối chỉ trong một lần đi qua và có hệ thống băng tải sau để vận chuyển vật liệu tái sinh vào trong phễu tiếp liệu của máy rải bê tông nhựa. Máy cào bóc phải có các đặc điểm sau:**

- Công suất tối thiểu của máy là 900 mã lực.
- Phải được thiết kế và sản xuất tại nhà máy, có đầy đủ hồ sơ theo dõi và chứng minh lịch sử sản xuất loại thiết bị đặc thù đó.
- Trống cào phải có chiều rộng cắt tối thiểu 3,0 m với khả năng thay đổi cấp tốc độ quay khác nhau. Máy phải có khả năng tái sinh tới chiều sâu thiết kế cần thiết chỉ trong một lần đi qua.
- Máy phải có hệ thống điều khiển cân bằng để duy trì độ sâu cào bóc trong giới hạn sai số  $\pm 10\text{mm}$  của chiều sâu theo yêu cầu trong suốt quá trình vận hành liên tục.
- Trống cào phải xoay theo hướng cắt lên trên hoặc xuống dưới với tốc độ yêu cầu tối thiểu 112 vòng/phút.
- Máy phải có hệ thống tạo bitum bột, tất cả hệ thống phun bitum bột và nước gắn khít với máy cào bóc tái sinh cần phải được kiểm soát bởi bộ vi điện tử để 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 – 500) kg/ phút, tương ứng với khả năng thay đổi hàm lượng bitum bột từ (0 – 5) %.
- Máy phải có năng lực cung cấp bitum bột với tốc độ yêu cầu trong suốt quá trình vận hành.
- Máy phải có khả năng điều khiển tỷ lệ bitum bột sao cho phù hợp với tốc độ di chuyển của máy cào bóc tái sinh và thể tích của vật liệu cào bóc tái sinh.
- Máy phải có khả năng cung cấp bitum bột đồng nhất.
- Trên máy phải có thiết bị hiển thị nhằm theo dõi quá trình cung cấp bitum bột trong suốt quá trình vận hành; có thiết bị điều chỉnh nhiệt độ và van áp suất của đường cung cấp bitum bột cho mục đích kiểm tra chất lượng.
- Máy phải có hệ thống băng tải sau để vận chuyển vật liệu tái sinh vào trong phễu tiếp liệu của máy rải bê tông nhựa.

**9.1.2. Vật liệu sau khi trộn phải ra khỏi buồng trộn liên tục và không bị phân tầng.**

**9.2. Máy rải bê tông nhựa chuyên dụng:** nên dùng máy rải bê tông nhựa có hệ thống điều chỉnh cao độ tự động.

**9.3. Máy rải xi măng chuyên dụng:** là loại xe bồn chứa xi măng rời được trang bị thêm thiết bị rải, có khả năng định lượng được lượng xi măng để rải thành lớp mỏng, với sai số cho phép  $\pm 5\%$  so với định lượng yêu cầu thiết kế trên một đơn vị diện tích của mặt đường cũ.

**9.4. Xe bồn chứa nhựa bitum nóng:** phải là xe chuyên dụng với ống nổi đằng sau và khớp nối để có thể kéo dài từ phía trước và đẩy từ phía sau.

**9.4.1.** Dung tích của các xe này phải phù hợp với khối lượng công việc. Nói chung, loại xe bồn đơn với dung tích trong khoảng 10.000 lít đến 15.000 lít thích hợp cho các dự án nhỏ. Các xe bồn cỡ lớn với dung tích trên 20.000 lít thường dùng cho các dự án lớn.

**9.4.2.** Tất cả các xe bồn nối vào máy cào bóc tái sinh phải không bị rò rỉ, kể cả bồn chứa và hệ thống ống nối với máy cào bóc tái sinh. Nước (hoặc bitum) nhỏ giọt tuy không gây ra tác hại rõ rệt trong quá trình tái sinh nhưng thường để lại “các điểm mềm” trên mặt đường.

**9.4.3.** Mỗi bồn chứa bitum bột phải được trang bị:

- Một nhiệt kế hoạt động để chỉ nhiệt độ bên trong tới 1/3 của bồn chứa;
- Một van nạp phía sau, với đường kính trong tối thiểu 75 mm để xả bitum thừa khỏi thùng chứa;
- Phải phủ giữ nhiệt xung quanh;
- Một hệ thống gia nhiệt (bằng dầu hoặc bằng ga) có khả năng tăng nhiệt độ ít nhất 20°C trong một giờ.

**9.5. Xe bồn chở nước chuyên dụng:** Có khả năng điều chỉnh lượng nước phun và có thanh phun tưới nước có thể phun sương.

*Ghi chú:* Máy cào bóc tái sinh, xe bồn chứa bitum nóng và xe bồn chứa nước lần lượt được nối vào nhau. Trong quá trình thi công máy cào bóc tái sinh sẽ đẩy hai xe bồn này về phía trước và cào bóc tái sinh lớp mặt đường.

## 9.6. Yêu cầu về lu

Máy lu sử dụng phải là loại tự hành, bao gồm tối thiểu các loại sau:

**9.6.1. Lu rung bánh thép:** Sử dụng hai lu rung hai bánh thép có trọng lượng tính 9T và 12T, bề rộng của bánh lu không dưới 1,81 m, có hệ thống phun nước, thanh gạt để làm sạch vật liệu dính bám vào bánh lu và một lu rung một bánh thép có trọng lượng tính 14T.

**9.6.2. Lu bánh lốp:** Máy lu bánh lốp trọng lượng tính tối thiểu 16T, các lớp nhẵn đồng đều và có khả năng hoạt động với áp lực lu tối thiểu phải đạt 0,63MPa. Mỗi lớp sẽ được bơm tới áp lực quy định và chênh lệch áp lực giữa hai lớp bất kỳ không được vượt quá 0,003MPa 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.

## 10. Yêu cầu thi công

Quá trình thi công cào bóc tái sinh nguội lớp bê tông nhựa tại chỗ bằng bitum bột và xi măng cần tuân thủ các quy định và trình tự sau:

**10.1.** Không được thi công trong điều kiện thời tiết ẩm ướt (mưa), cũng không được thực hiện bất kỳ công việc gì nếu dự báo rằng công việc không thể hoàn thành trước khi các điều kiện thời tiết như vậy xảy ra. Không được thi công nếu nhiệt độ không khí dưới 5°C.

**10.2.** Không được phép rải xi măng (hoặc các vật liệu mịn bổ sung thêm) trên mặt đường trước máy cào bóc tái sinh khi có gió lớn vì gây ảnh hưởng không tốt đến quá trình vận hành.

**10.3.** Nhà thầu phải chịu trách nhiệm bố trí đầy đủ hệ thống báo hiệu, phân luồng, đảm bảo giao thông trong suốt quá trình triển khai thi công.

**10.4.** Cần đảm bảo công tác cào bóc tái sinh và lu lèn được hoàn thiện vào ban ngày. Trường hợp đặc biệt phải thi công vào ban đêm, phải có đủ thiết bị chiếu sáng trong quá trình thi công để đảm bảo cho quá trình thi công có chất lượng và an toàn và được Tư vấn giám sát chấp thuận.

**10.5.** Trước khi thi công đại trà, cần phải tiến hành thi công thử một đoạn ít nhất 200 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 7. 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 tái sinh 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 7 thì mới được tiến hành thi công đại trà.

## 10.6. Chuẩn bị mặt bằng

**10.6.1.** Phải làm sạch bụi bẩn và các vật liệu không thích hợp rơi vãi trên bề mặt lớp mặt đường cũ sẽ cào bóc tái sinh bằng máy quét, máy thổi, vòi phun nước (nếu cần) và bắt buộc phải hong khô bề mặt. Mặt bằng chuẩn bị phải rộng hơn về mỗi bên ít nhất là 20 cm so với bề rộng sẽ cào bóc tái sinh. 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 sinh.

**10.6.2.** Định vị phạm vi mặt đường cần tái sinh bằng cách vạch đường dẫn hướng dọc theo chiều dài 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.

**10.6.3.** Loại bỏ các chướng ngại: Cần phải xử lý các hố ga nổi trên mặt đường và các kết cấu tương tự khi tái sinh đối với các con đường trong thành phố. Cách tốt nhất là loại bỏ chúng trước khi tiến hành tái sinh bằng cách lấy nắp đan, đà hầm ra và đập bỏ phần thành đến dưới 10 cm đáy lớp tái sinh. Đặt tấm thép dày lên thành hố ga sau khi đập và tiến hành công tác cào bóc tái sinh. Sau khi hoàn tất, các hố ga có thể được lắp đặt lại một cách chính xác 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.

**10.6.4.** Phải định vị vị trí và cao độ cào bóc tái sinh ở hai mép mặt đường đúng với thiết kế, mốc cao độ có thể sử dụng các mốc cao độ ở bước khảo sát thiết kế. Kiểm tra cao độ bằng máy cao đạc, đảm bảo cao độ bề mặt lớp cào bóc tái sinh sau khi thi công xong đúng thiết kế.

**10.7.** Nếu có yêu cầu bổ sung cốt liệu với mục đích thay đổi cấp phối của vật liệu tái sinh hoặc sửa đổi tính chất cơ học, thì cốt liệu bổ sung phải được cung cấp và trải trên bề mặt đường hiện hữu thành một lớp có bề dày đồng đều trước khi tái sinh.

## 10.8. Vận chuyển xi măng và rải đều trên mặt đường

**10.8.1.** 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 và trong quá trình vận chuyển, thiết bị này cùng với nắp thùng phải được niêm phong.

**10.8.2.** 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.

**10.8.3.** 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.

**10.8.4.** Có thể rải xi măng bằng thủ công đối với khối lượng tái sinh không lớn (có diện tích mặt đường nhỏ hơn 300 m<sup>2</sup>). Khi đó, xi măng trong bao phải được đổ cách nhau một khoảng không đổi và dọc theo từng vệt cào bóc. Các bao phải đổ ra hết và xi măng phải được rải đều liên tục trên toàn bộ khu vực cào bóc tái sinh, ngoại trừ vị trí chôn lán.

**10.8.5.** Xi măng chỉ được rải trước khi trộn 1 giờ. Trong trường hợp nền đường ẩm ướt, xi măng chỉ rải một đoạn khoảng 30 m đến 50 m trước đây chuyên cào bóc.

## 10.9. Vận chuyển bitum nóng

**10.9.1.** 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 bitum được duy trì trong khoảng chênh lệch 5°C so với nhiệt độ yêu cầu. Bất kỳ bitum nào được đun nóng quá nhiệt độ tối đa cho phép đều không được sử dụng và sẽ phải đưa ra khỏi hiện trường.

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

**10.9.3.** Trước khi nối vào máy cào bóc tái sinh phải kiểm tra nhiệt độ bitum và niêm phong trên nắp và van xả. Nếu nhiệt độ bitum thấp hơn yêu cầu thì phải gia nhiệt thêm. Nếu mất niêm phong thì không được sử dụng.

**10.9.4.** Trong vòng 5 phút trước khi bắt đầu tái sinh và trước mỗi đợt kết nối với xe bồn, các đặc tính tạo bọt của bitum phải được xác định bằng cách đo một mẫu được lấy từ đầu vòi thử nghiệm trên máy cào bóc tái sinh.

**10.10.** Vận chuyển và cung cấp nước bằng xe bồn có trang bị hệ thống ống nối với máy cào bóc tái sinh. 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 cào bóc tái sinh.

#### **10.11. Cào bóc tái sinh**

**10.11.1.** Thành phần hạt của vật liệu cào bóc tái sinh lớp bê tông nhựa phải được kiểm tra để xác định xem có tương tự với các mẫu được dùng trong kiểm tra thiết kế thành phần phối trộn trong phòng thí nghiệm không. Phân tích qua sàng sẽ phân loại cỡ hạt này và kiểm chứng với kết quả thí nghiệm. Nếu phát hiện thành phần kiểm tra khác đáng kể so với thành phần thiết kế thì phải ngừng thi công để kỹ sư tư vấn giám sát xử lý.

**10.11.2.** Thường xuyên kiểm tra chiều sâu cào bóc ở cả hai phía của máy cào bóc tái sinh. Chiều ngang đáy của vệt cào bóc tái sinh 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 sinh).

**10.11.3.** Máy cào bóc tái sinh phải đi đúng đường với chiều rộng chõng lán theo yêu cầu. Để hỗ trợ người vận hành, cần vạch đường dẫn hướng chính xác từ cả hai biên vệt cào bóc.

**10.11.4.** Tốc độ cào bóc tái sinh tối ưu khuyến nghị từ (6 ÷ 12) m/phút. Tốc độ cào bóc thực tế được xác định trên cơ sở độ cứng, tính toàn vẹn của kết cấu lớp mặt đường, chiều sâu của lớp vật liệu mặt đường cần cào bóc. Với mặt đường xấu, hư hỏng nhiều thì chọn tốc độ cào bóc cao hơn, với mặt đường có độ cứng bất thường như: đường hạ cất cánh của sân bay, đường quốc lộ được sửa chữa gia cố nhiều lần... 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 xe với tốc độ cào bóc tái sinh > 12 m/phút. Tốc độ di chuyển của máy cào bóc phải được kiểm tra và ghi lại ít nhất một lần trong mỗi 200 m dài để đảm bảo tuân theo tốc độ quy định.

**10.11.5.** Vật liệu tái sinh sẽ được chuyển lên hệ thống băng tải sau của máy cào bóc tái sinh và được đưa vào trong phễu tiếp liệu của máy rải bê tông nhựa chuyên dùng.

**10.11.6.** Máy rải bê tông nhựa chuyên dùng sẽ rải lớp vật liệu tái sinh theo bề rộng và cao độ đã định sẵn.

**10.11.7.** Phải kiểm tra độ ẩm của vật liệu cào bóc tái sinh ngay khi máy rải ra vệt đầu tiên. Yêu cầu độ ẩm chỉ 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 sinh. Nếu phát hiện sai số về độ ẩm lớn hơn thì phải kịp thời giảm hoặc tăng lượng nước đưa vào thiết bị trộn. Cần phải bố trí một cán bộ kỹ thuật có đủ kinh nghiệm theo sát phía sau máy rải để đánh giá, điều chỉnh độ ẩm hỗn hợp cào bóc phù hợp.

**10.11.8.** Các mối nối theo chiều dọc giữa các vệt cào bóc tái sinh kề liền phải chồng lên nhau từ 100 mm đến 150 mm. Các vệt cào bóc tái sinh phải được đánh dấu trước trên bề mặt đường và sẽ được kiểm tra để đảm bảo rằng chỉ vệt cào bóc tái sinh đầu tiên có cùng chiều rộng với trống cào. Tất cả bề rộng vệt cào bóc tái sinh sau đó sẽ hẹp hơn chiều rộng trống cào ít nhất 100 mm. Máy cào bóc tái sinh phải di chuyển chính xác theo các đường cào bóc được đánh dấu. Nếu lệch quá 100 mm 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 bitum bọt. Lưu ý cần có biện pháp thích hợp để tránh phun bitum bọt 2 lần tại các đoạn cào bóc chồng lán.

**10.11.9.** Các mối nối ngang là phân gián đoạn theo chiều rộng của vệt thi công, hình thành mỗi khi bắt đầu hoặc kết thúc công tác tái sinh. Mỗi khi dừng lại sẽ tạo ra mối nối làm thay đổi tính

đồng nhất của vật liệu tái sinh. Do đó cần rất cẩn thận để giảm tối đa 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 mỗi nối bằng cách: Nhắc trống cào lên, chạy lùi dây chuyền một đoạn không thực hiện cào bóc khoảng 3,0 m trên lớp vật liệu đã tái sinh trước đó, tới điểm dừng, hạ trống cào xuống, máy tiến lên thực hiện cào bóc thô không phun bi tum bọt cho tới khi tốc độ máy đạt đến tốc độ vận hành bình thường (khoảng 3,0 m) thì bắt đầu thực hiện tưới bitum bọt và thi công như bình thường.

**10.12.** Phải xử lý nền, móng bên dưới lớp vật liệu cào bóc tái sinh nếu phát hiện thấy có chỗ nền móng yếu cục bộ trong quá trình cào bóc tái sinh.

**10.12.1.** 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 kho dự trữ tạm thời.

**10.12.2.** Đào hết chiều sâu phần vật liệu không ổn định và loại bỏ hết phần bị hư hỏng.

**10.12.3.** Xử lý nền, móng bên dưới theo quy trình hiện hành.

**10.12.4.** Hoàn thiện lại mặt đường bằng cách sử dụng vật liệu dự trữ tạm thời và vật liệu bổ sung thêm. Quá trình hoàn thiện lại phải được tiến hành với các lớp không dày hơn 220 mm sau khi đầm nén cho tới khi đạt tới bề mặt đường hiện hữu, sau đó tiến hành cào bóc tái sinh tiếp tục.

**10.13.** Lu lèn lớp tái sinh nguội bê tông nhựa

**10.13.1.** Dùng hai lu rung hai bánh thép, một lu rung một bánh thép và một lu bánh lốp để đầm 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 Tư vấn giám sát phê duyệt khi thi công đoạn thử.

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

**10.14.** Bảo dưỡng

**10.14.1.** Trước khi tiến hành rải lớp mặt đường mới lên trên lớp vật liệu đã được cào bóc tái sinh cần phải bảo dưỡng lớp vật liệu này để có điều kiện đông cứng. Tưới ẩm (tưới nhẹ nước, phun sương) và bảo dưỡng tối thiểu 4h đến 5h có thể cho thông xe, nhưng cần hạn chế xe tải nặng lưu thông và sau tối thiểu 48h mới được rải lớp mặt đường mới lên trên. Nếu điều kiện thời tiết xấu (nắng ít, mưa nhiều), phải bảo dưỡng bằng cách tưới nhũ tương từ 0,6 kg/m<sup>2</sup> đến 0,8 kg/m<sup>2</sup> và phủ thêm một lớp cát mỏng lên trên bề mặt và bảo dưỡng trong hai đến ba ngày.

**10.14.2.** Sau thời gian bảo dưỡng cần rải ngay lớp mặt đường. Trường hợp đặc biệt không thể rải ngay lớp mặt đường, nhà thầu phải có biện pháp điều chỉnh, phân luồng xe để tránh xe chạy phá hoại kết cấu. Yêu cầu tối đa sau 10 ngày phải thi công lớp phủ phía trên.

**11. Kiểm tra và nghiệm thu lớp cào bóc tái sinh nguội bê tông nhựa**

**11.1.** Công tác kiểm tra 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 kỹ sư tư vấn giám sát có thể tăng tần suất và hạng mục kiểm tra cho phù hợp.

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

- Tình trạng mặt đường sẽ tiến hành cào bóc tái sinh nguội lớp bê tông nhựa, các công trình ngầm.
- Tình trạng các thiết bị cào bóc, thiết bị tạo bọt, máy rải, lu lèn... và lực lượng thi công.
- Tình trạng các thiết bị dụng cụ thử nghiệm kiểm tra tại hiện trường và trong phòng thí 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.

### 11.3. Kiểm tra chất lượng vật liệu

#### 11.3.1. Kiểm tra chấp thuận vật liệu

- Đối với bitum: kiểm tra và đánh giá chất lượng của bitum theo quy định tại Thông tư số 27/2014/TT-BGTVT ngày 28/7/2014 của Bộ Giao thông vận tải quy định về quản lý chất lượng vật liệu nhựa đường sử dụng trong xây dựng công trình giao thông.

- Đối với xi măng: kiểm tra các chỉ tiêu chất lượng theo quy định tại mục 4.4 cho mỗi đợt nhập vật liệu.

- Đối với nước: kiểm tra các chỉ tiêu chất lượng theo quy định tại mục 4.5 cho nguồn nước dự kiến sử dụng.

- Đối với cốt liệu bổ sung (nếu có sử dụng): cần kiểm tra cho mỗi đợt vật liệu được chở đến kho bãi công trường. Cốt liệu bổ sung phải đúng loại, kích cỡ, nguồn và số lượng, phù hợp với công thức thiết kế hỗn hợp.

#### 11.3.2. Kiểm tra vật liệu trước khi thi công

Các vật liệu cần kiểm tra và yêu cầu về chất lượng được liệt kê ở bảng 6:

**Bảng 6. Kiểm tra vật liệu trước khi thi công**

TT	Loại vật liệu	Các chỉ tiêu cần kiểm tra	Tần suất kiểm tra	Vị trí lấy mẫu	Yêu cầu về chất lượng
1	Bitum	- Độ kim lún - Điểm hóa mềm - Chỉ số độ kim lún PI.	Một ngày 1 lần nhưng không quá 30 tấn / lần.	Thùng chứa trên xe bồn.	Đáp ứng yêu cầu tại Thông tư số 27/2014/TT-BGTVT ngày 28/7/2014.
2	Xi măng	Các chỉ tiêu quy định trong TCVN 2682:2009 hoặc TCVN 6260:2009	Lấy 01 mẫu mỗi khi xe chở xi măng đến công trường.	Thùng chứa trên xe bồn hoặc trên đoạn thi công trước máy cào bóc tái sinh	Thỏa mãn các quy định theo TCVN 2682:2009 hoặc TCVN 6260:2009.
3	Cốt liệu bổ sung (nếu có)	- Nguồn - Loại - Kích cỡ - Số lượng	Mỗi đợt đưa tới công trường nhưng không quá 2500 tấn hỗn hợp vật liệu cào bóc tái sinh/lần	Đoạn rải cốt liệu bổ sung ở trước máy cào bóc tái sinh.	Phù hợp với yêu cầu thiết kế hỗn hợp và kiểm tra theo tiêu chuẩn quy định hiện hành của loại cốt liệu bổ sung.
4	Nước	Các chỉ tiêu quy định như trong TCVN 4506:2012	Một mẫu (nếu thay đổi nguồn nước phải bổ sung thí nghiệm)	Tại nguồn cung cấp nước	Thỏa mãn các quy định theo TCVN 4506:2012

#### 11.4. Kiểm tra trong quá trình thi công

Các hạng mục kiểm tra trong quá trình thi công và yêu cầu kỹ thuật được thống kê trong bảng 7:

**Bảng 7. Kiểm tra các hạng mục trong quá trình thi công**

TT	Loại vật liệu/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 hiện hữu đoạn thi công.	Không còn cây cỏ, rác, bần, đọng nước.
2	Phạm vi cào bóc tái sinh	Kiểm tra bằng mắt.	Thường xuyên	Đoạn đường cào bóc tái sinh.	Máy cào bóc tái sinh đi đúng đường và duy trì đúng chiều rộng công lán.
3	Lớp cốt liệu bổ sung (nếu có)	- Tính lượng cốt liệu đã bổ sung. - Đo chiều dày lớp cốt liệu bổ sung.	50 m/1 lần	Đoạn đường thi công trước máy cào bóc tái sinh.	- Sai lệch không quá 5% lượng cốt liệu bổ sung đã quy định trong thiết kế hỗn hợp. - Rải đều khắp chiều rộng, chiều dài đoạn đường thi công.
4	Thí nghiệm độ ẩm và đầm nén của hỗn hợp vật liệu	- Lấy mẫu và sàng qua sàng 19mm, 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 sinh) - Lấy mẫu thí nghiệm đầm nén theo 22TCN 333-06 (PP II-D) – để xác định khối lượng thể tích lớn nhất ( $\gamma_0$ ), độ ẩm tối ưu ( $W_{OMC}$ ) và đảm bảo các giải pháp xử lý kịp thời.	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 sinh 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 sinh. 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).
5	Cấp phối của hỗn hợp vật liệu ngay khi máy vừa	- Triển khai cào bóc thô trên một vệt có chiều dài tối thiểu 10 m, lưu ý tất toàn bộ	1 lần/ ngày (nhưng không quá 1250 tấn hỗn hợp cào bóc/1 lần).	Đoạn đường cào bóc thô (không phun bitum và nước).	Phù hợp với cấp phối đã chọn theo thiết kế hỗn hợp. Nếu sau 3 lần

TT	Loại vật liệu/Hạng mục	Phương pháp kiểm tra	Tần suất kiểm tra	Vị trí kiểm tra	Yêu cầu kỹ thuật
	cào bóc rải ra vệt đầu tiên	téc phun bitum và nước. - Lấy mẫu đại diện (hết chiều sâu cào bóc) và sàng qua các cỡ sàng quy định.			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.
6	Nhiệt độ của bitum	Kiểm tra tại đồng hồ đo nhiệt độ gắn trên bồn chứa bitum hoặc dùng nhiệt kế kim loại để đo.	5 phút trước khi bắt đầu thi công và sau đó 1 lần/giờ và mỗi đợt kết nối.	Bồn chứa bitum	160°C đến 180°C
7	Các đặc tính tạo bọt của bitum	Sử dụng đầu phun kiểm tra lắp trên máy cào bóc tái sinh phun bitum bột vào thùng chứa kim loại rồi dùng đồng hồ bấm giây và thanh nhúng để đo.	1 lần cho từng đợt tải bitum trên xe bồn vào máy cào bóc tái sinh.	Thùng chứa kim loại chứa bitum bột.	Thỏa mãn quy định theo Bảng 1.
8	Hàm lượng bitum và ximăng trong hỗn hợp vật liệu cào bóc tái sinh	- Các chỉ số hiện trên màn hình điều khiển của máy cào bóc tái sinh xác định với chiều sâu cào bóc đã biết.  - Hoặc căn cứ vào phiếu đã ghi khối lượng vận chuyển bitum và ximăng của xe vận chuyển trải trên một diện tích cào bóc xác định với chiều sâu cào bóc đã biết.	1 lần/ ngày (nhưng không quá 1250 tấn hỗn hợp cào bóc/1 lần).	Bề mặt lớp cào bóc tái sinh trước khi lu.	- Dung sai cho phép 0,2% so với hàm lượng bitum.  - Xi măng: dung sai cho phép $\pm 5\%$ so với định lượng thiết kế trên một đơn vị diện tích.  - Nếu vượt quá sai số trên, phải điều chỉnh hệ thống phun của máy cào bóc tái sinh và thiết bị rải ximăng của xe rải chuyên dụng sau đó kiểm tra lại.



TT	Loại vật liệu/Hạng mục	Phương pháp kiểm tra	Tần suất kiểm tra	Vị trí kiểm tra	Yêu cầu kỹ thuật
9	Chiều sâu cào bóc tái sinh	Thước thép	Thường xuyên	Lớp hỗn hợp vật liệu cào bóc tái sinh; cả 2 bên vệt rải của máy khi di chuyển.	- Sai số về chiều sâu là $\pm 5\%$ . - Điều chỉnh ngay chiều sâu cào bóc nếu sai số vượt quá quy định.
10	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	Bề mặt lớp cào bóc tái sinh.	Phù hợp với kết quả đã thi công đoạn thử.
11	Độ bằng phẳng sau khi lu lèn	Dùng thước dài 3 mét	25 m/mặt cắt	Mặt đường đã cào bóc tái sinh.	50% số khe hở đo được không quá 5 mm, còn lại không quá 7 mm.

### 11.5. Nghiệm thu lớp cào bóc tái sinh ngoài bê tông nhựa

#### 11.5.1. Kích thước hình học theo bảng 8.

**Bảng 8. Sai số cho phép của các kích thước hình học**

TT	Hạng mục	Phương pháp	Mật độ đo	Sai số cho phép	Quy định về tỷ lệ điểm đo đạt yêu cầu
1	Bề rộng	Thước thép	50 m / mặt cắt	- 5 cm	Tổng số chỗ hẹp không quá 5 % chiều dài đường
2	Độ dốc ngang	Máy thủy bình	50 m / mặt cắt	$\pm 0,005$	
3	Chiều sâu cào bóc tái sinh	Khoan lõi	2500 m <sup>2</sup> (hoặc 330 m dài đường 2 làn xe) /1 tổ 3 mẫu	$\pm 5\%$	$\geq 95\%$ tổng số điểm đo, 5% số còn lại không vượt quá 10mm
4	Cao độ	Máy thủy bình	50 m/ điểm	$\pm 10\text{mm}$	

#### 11.5.2. Độ bằng phẳng mặt đường

Sử dụng thiết bị đo độ bằng phẳng bằng thước dài 3 mét để kiểm tra độ bằng phẳng. Tiêu chuẩn nghiệm thu nêu tại Bảng 9.

**Bảng 9. Tiêu chuẩn nghiệm thu độ bằng phẳng**

TT	Hạng mục	Phương pháp	Mật độ đo	Yêu cầu
1	Độ bằng phẳng đo bằng thước 3,0 mét	TCVN 8864:2011	25 m / mặt cắt	50% số khe hở đo được không quá 5 mm, còn lại không quá 7 mm

### 11.5.3. Độ chặt lu lèn

Hệ số độ chặt lu lèn (K) của lớp vật liệu cao bóc tái sinh nguội bê tông nhựa sau khi thi công không được nhỏ hơn 0,98.

$$K = \gamma_{tn}/\gamma_0$$

Trong đó:

- $\gamma_{tn}$  là khối lượng thể tích khô của lớp hỗn hợp vật liệu tái sinh ở hiện trường, g/cm<sup>3</sup>; xác định bằng phương pháp rót cát theo 22TCN 346-06 hoặc bằng phương pháp khoan lấy mẫu.
- $\gamma_0$  là khối lượng thể tích khô lớn nhất của mẫu hỗn hợp vật liệu tái sinh, mẫu chế bị bằng cách đầm nén trong cối Proctor cải tiến phương pháp II-D của tiêu chuẩn 22TCN 333-06.
- Mật độ kiểm tra yêu cầu cứ 2500 m<sup>2</sup> mặt đường hoặc 330 m dài đường 2 làn xe /1 vị trí.

**11.5.4.** Các chỉ tiêu cơ lý của lớp vật liệu tái sinh trên mẫu chế bị phải thỏa mãn quy định trong bảng 3 với tần suất 1 tổ mẫu (3 mẫu)/1km/1 làn thi công.

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

- Kết quả kiểm tra chấp thuận vật liệu đưa vào công trình.
- Thiết kế hỗn hợp vật liệu cao bóc tái sinh được duyệt.
- Hồ sơ công tác thi công đoạn thử, trong đó có sơ đồ lu.
- Nhật ký của mỗi chuyến xe bồn vận chuyển bitum, xi măng (có ghi khối lượng, nhiệt độ của bitum...).
- Nhật ký thi công.
- Các kết quả kiểm tra trong thi công, nghiệm thu ...

## 12. Thi công lớp phủ bê tông nhựa:

**12.1.** Sau thời gian bảo dưỡng lớp móng tái chế nguội bằng bitum bột (quy định tại 10.16.1) hoặc tối đa sau 10 ngày (quy định tại 10.16.2) phải thi công lớp phủ bê tông nhựa phía trên.

**12.2.** Nếu lớp phủ là bê tông nhựa nóng, việc thiết kế hỗn hợp bê tông nhựa, thi công, kiểm tra, nghiệm thu được tiến hành theo TCVN 8819:2011. Riêng đối với các tuyến đường có quy mô giao thông lớn yêu cầu tuân thủ theo “Hướng dẫn áp dụng hệ thống các tiêu chuẩn kỹ thuật hiện hành nhằm tăng cường quản lý chất lượng thiết kế và thi công mặt đường bê tông nhựa nóng đối với các tuyến đường ô tô có quy mô giao thông lớn” ban hành kèm theo Quyết định số 858/QĐ-BGTVT ngày 26/3/2014 của Bộ Giao thông vận tải hoặc tuân thủ theo 22TCN 356-06.

## 13. Tổ chức giao thông và bố trí phòng hộ khi thi công

Việc tổ chức giao thông và bố trí phòng hộ khi thi công được thực hiện theo TCCS14:2016/TCĐBVN “Tiêu chuẩn về tổ chức giao thông và bố trí phòng hộ khi thi công trên đường bộ đang khai thác”.

## PHỤ LỤC A

### THỬ NGHIỆM XÁC ĐỊNH CÁC ĐẶC TÍNH TẠO BỘT CỦA BITUM

#### A.1. Mục tiêu của thử nghiệm tạo bột:

Các đặc tính tạo bột của bitum được xác định bởi tỷ lệ giãn nở (ER) và chu kỳ bán hủy ( $\tau_{1/2}$ ) ở trạng thái giãn nở của nó. Trạng thái giãn nở của bitum bột đạt được khi một tỷ lệ nhỏ của nước (tính theo phần trăm hàm lượng bitum) được đưa vào bitum nóng. Mục tiêu của thí nghiệm tạo bột là nhằm xác định tỷ lệ phần trăm của nước yêu cầu tạo ra bột bitum với tỷ lệ giãn nở lớn nhất và chu kỳ bán hủy lâu nhất có thể.

#### A.2. Bộ thiết bị, dụng cụ thí nghiệm

**A.2.1.** Máy thí nghiệm tạo bột bitum chuyên dùng có khả năng sản xuất bột bitum với tốc độ  $50g \div 200g$  mỗi giây. Các quy trình sản xuất bột bitum trong máy được mô phỏng đúng như quy mô sản xuất bột bitum trên máy tái sinh. Máy gồm một ấm đun ổn định nhiệt có khả năng giữ một khối lượng 10 kg bitum với nhiệt độ không đổi từ  $160^{\circ}C \div 180^{\circ}C, \pm 5^{\circ}C$ . Máy được trang bị một buồng giãn nở tương tự như trên máy tái sinh để nước lạnh bơm vào bitum nóng tạo bột. Một thiết bị phun nước có thể điều chỉnh thay đổi từ 0% đến 5% (theo khối lượng của bitum) với độ chính xác là 0,25%. Máy có khả năng định trước chính xác khối lượng của bột bitum phun trực tiếp vào thùng trộn của một máy trộn chuyên dụng điều khiển bằng điện với sức chứa tối thiểu là 10 kg.

**A.2.2.** Thùng chứa hình trụ bằng kim loại, đường kính 275 mm và dung tích ít nhất 25 lít.

**A.2.3.** Thanh nhúng đã định cỡ, định cỡ cho các thùng chứa với 500 g của bitum là 1 đơn vị đo lường. Vạch được chia thành 5 hoặc 6 đơn vị trên thanh nhúng.

**A.2.4.** Một đồng hồ bấm giây.

**A.2.5.** Găng tay chống nhiệt.

**A.2.6.** Một cân điện tử cân nặng đến 10 kg, chính xác đến 1 g.

#### A.3. Chuẩn bị

**A.3.1.** Máy thử nghiệm tạo bột bitum chuyên dùng phải được kiểm tra tỷ lệ xả theo quy định chi tiết của nhà sản xuất. Nếu sử dụng lần đầu tiên thì tỷ lệ bơm và lưu lượng nước cần phải được hiệu chỉnh theo nhà sản xuất. Kiểm tra với 500 g bitum được xả ra với các thiết lập được xác định trước.

**A.3.2.** Đảm bảo rằng các thùng chứa và thanh nhúng phải sạch. Xả bột bitum, ít nhất hai lần, vào thùng chứa trước khi thử nghiệm để làm nóng thùng chứa trước. Gạn bitum dư thừa từ thùng chứa để đổ vào thùng rác.

#### A.4. Phương pháp xác định các đặc tính tạo bột

**A.4.1.** Đun nóng bitum trong ấm đun của máy thử nghiệm tạo bột bitum chuyên dùng cho đến nhiệt độ cần thiết (thường bắt đầu với  $160^{\circ}C$ ). Duy trì nhiệt độ cần thiết ít nhất 5 phút trước khi bắt đầu thử nghiệm.

**A.4.2.** Thiết lập đồng hồ đo lượng nước để đạt được tốc độ phun nước theo yêu cầu (thường bắt đầu với 2% theo khối lượng của bitum).

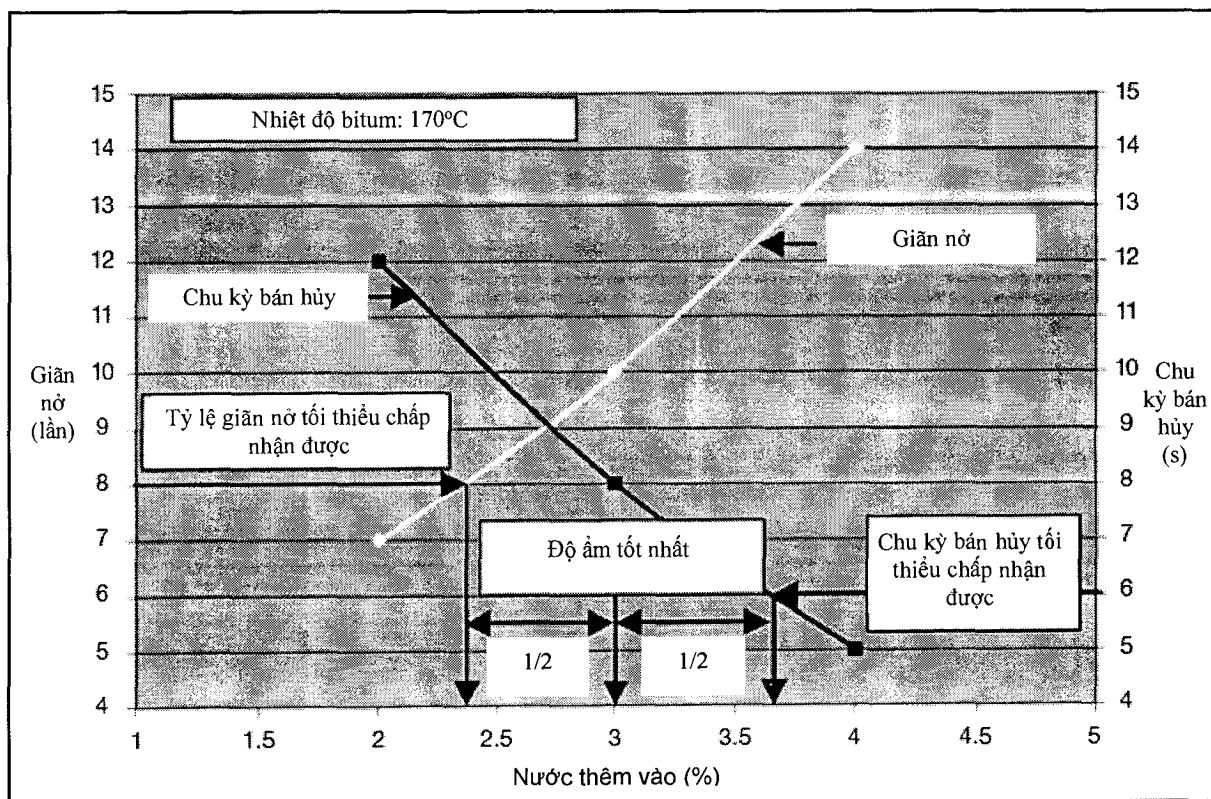
**A.4.3.** Phun bitum vào thùng chứa đã làm nóng trước để tính thời gian phun 500 g bitum. Ngay sau khi việc phun bitum dừng lại, bắt đầu bấm giờ. Sử dụng thanh nhúng xác định chiều cao tối đa của bột bitum vừa tạo được trong thùng chứa. Thể tích tối đa được ghi nhận đó là sự giãn nở.

**A.4.4.** Tiếp tục bấm thời gian cho đến khi để bột xẹp đi một nửa so với thể tích tối đa để xác định được chu kỳ bán hủy của bột bitum (s).

**A.4.5.** Lặp lại các thao tác trên 3 lần hoặc cho đến khi các kết quả đạt được tương tự nhau.

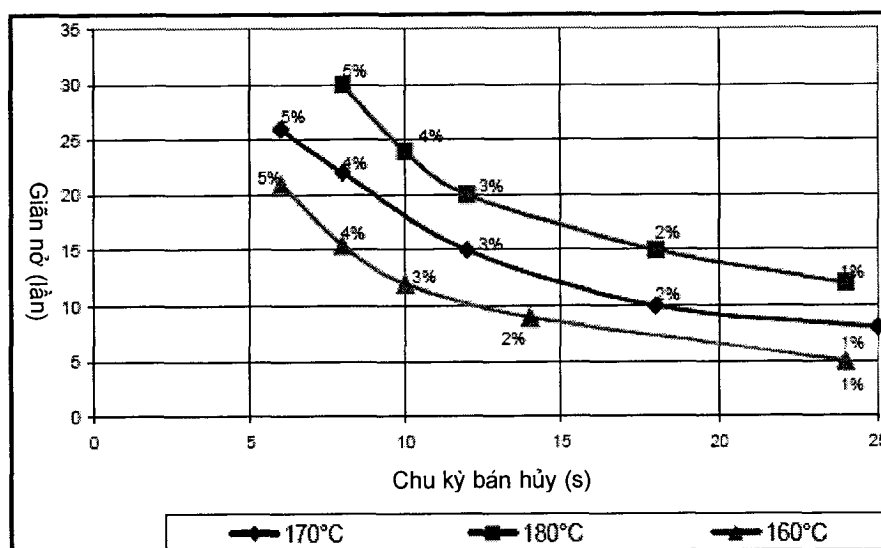
**A.4.6.** Tỷ lệ giãn nở và chu kỳ bán hủy được xác định theo các tỷ lệ nước khác nhau. Thông thường là 2%, 3% và 4% theo khối lượng của bitum được sử dụng.

**A.4.7.** Vẽ biểu đồ tỷ lệ giãn nở so với chu kỳ bán hủy ở các mức phun nước khác nhau trên cùng một hệ trục. Lượng nước tối ưu được chọn là giá trị trung bình của hai lượng nước yêu cầu để đạt được tỷ lệ giãn nở tối thiểu chấp nhận được và chu kỳ bán hủy tối thiểu chấp nhận được (Hình A.1).



Hình A.1 - Xác định hàm lượng nước tối ưu

**A.4.8.** Nếu các đặc tính của bitum không được đáp ứng ở 160°C thì tiếp tục thử nghiệm thêm với bitum ở nhiệt độ cao hơn (thường là 170°C và 180°C) (Minh họa tại Hình A.2).



Hình A.2 - Ví dụ sự giãn nở và chu kỳ bán hủy tại 3 nhiệt độ với hàm lượng nước từ 1% - 5%

#### A.5. Báo cáo

Các đặc tính bitum bột và hàm lượng nước tối ưu được báo cáo gồm:

- Hàm lượng nước tối ưu (%): Tỷ lệ phần trăm theo khối lượng của bitum.
- Giãn nở (lần): Tỷ lệ giãn nở tối đa so thể tích ban đầu của bitum.
- Chu kỳ bán hủy (giờ): Thời gian tối đa để bọt xẹp đi một nửa so với thể tích tối đa.

## PHỤ LỤC B

### THIẾT KẾ THÀNH PHẦN HỖN HỢP VẬT LIỆU TÁI SINH NGUỘI LỚP BÊ TÔNG NHỰA BẰNG BITUM BỐT VÀ XI MĂNG

#### B.1. Lấy mẫu và chuẩn bị mẫu

##### B.1.1. Lấy mẫu hiện trường

Các mẫu được lấy đại diện cho các đoạn đồng nhất trong quá trình khảo sát đào hố kiểm tra kết cấu mặt đường cũ. Mỗi lớp kết cấu áo đường phải được lấy mẫu riêng và phải lấy ít nhất 200 kg vật liệu từ mỗi lớp đó.

Phải sử dụng thiết bị cào bóc và lấy mẫu chuyên dụng để lấy mẫu tại hiện trường. Việc sử dụng thiết bị cào bóc và lấy mẫu chuyên dụng phải tuân theo hướng dẫn sử dụng đi kèm của nhà sản xuất.

##### B.1.2. Chuẩn bị mẫu để thiết kế hỗn hợp tái sinh

###### B.1.2.1. Xác định khối lượng thể tích, thành phần hạt, độ ẩm, chỉ số CBR, chỉ số dẻo mức độ hoạt tính của vật liệu bê tông nhựa cũ

Xác định khối lượng thể tích trên mẫu khoan của lớp bê tông nhựa cũ theo TCVN8860-5:2011.

Xác định thành phần hạt của lớp bê tông nhựa cũ theo TCVN 7572-2:2006.

Xác định chỉ số CBR của hỗn hợp bê tông nhựa cũ theo 22 TCN 332-06.

Xác định chỉ số dẻo của hỗn hợp bê tông nhựa cũ theo TCVN 4197:2012.

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 vật liệu bê tông nhựa cũ bằng phương pháp Abson theo TCVN 11633:2017 sau đó thí nghiệm độ kim lún trên mẫu nhựa thu hồi được theo TCVN 7495:2005. Nếu giá trị độ kim lún lớn hơn 10 thì vật liệu bê tông nhựa cũ được coi là có hoạt tính.

- Cách thứ hai: Tiến hành đúc mẫu đường kính 100mm từ vật liệu bê tông 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 thí nghiệm cường độ kéo khi ép chẻ (ITS ướt) ở 25°C ± 2°C theo TCVN 8862:2011. Nếu giá trị ITS ướt 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 vật liệu bê tông nhựa cũ. Đối chiếu với quy định tại 4.2 và Bảng 4 để đánh giá tính phù hợp của cấp phối hạt của hỗn hợp cào bóc và quyết định giải pháp bổ sung vật liệu (nếu cần) nếu cấp phối không thỏa mãn quy định tại Bảng 4.

###### B.1.2.2. Phối trộn vật liệu

Các vật liệu được lấy mẫu từ các lớp bê tông nhựa cũ được phối trộn với nhau (hoặc phối trộn thêm với vật liệu bổ sung theo hướng dẫn tại B.1.2.1) để thu được một hỗn hợp mẫu vật liệu đại diện sử dụng để tái sinh.

###### B.1.2.3. Xác định thành phần hạt đại diện của mẫu tái sinh

Chia vật liệu trong mẫu đại diện 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.

Trên cơ sở thành phần hạt hỗn hợp cốt liệu chưa tái sinh được xác định tại B.1.2.2, xác định được 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 nhẹ các hạt vật liệu cũ lớn hơn 19 mm. Việc xác định lượng hạt thay thế theo hướng dẫn tại ví dụ dưới đây:

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 x 10000) = 5360 g	[(72,3-53,6)/100]x10000 = 1870 g	[(90,5-72,3)/100]x10000 = 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:

$$[(100-90,5)/100]x10000 = 950 \text{ g}$$

Tổng khối lượng hạt lọt qua sàng 19,0 mm, giữ lại trên sàng 12,5 mm là:

$$950 \text{ g} + 1820 \text{ g} = 2770 \text{ g}$$

#### B.1.2.4. Khối lượng vật liệu hạt phối trộn cần thiết

Khối lượng tối thiểu mẫu vật liệu hạt cần cho các thử nghiệm được chỉ dẫn ở Bảng B1.

**Bảng B.1. Khối lượng vật liệu cần cho mỗi loại thử nghiệm**

Chỉ tiêu thí nghiệm	Khối lượng mẫu tối thiểu yêu cầu
1. Độ ẩm	1 kg
2. Đầm chặt xác định độ ẩm tối ưu, khối lượng thể tích lớn nhất của mẫu chưa tái sinh (22TCN 333-06, Phương pháp II-D, cối Proctor cải tiến, đường kính mẫu D=152 mm).	40 kg
3. Thí nghiệm ITS khô, ITS ướt (mẫu Marshall, đường kính mẫu D=100mm) phục vụ lựa chọn bột khoáng hoạt tính.	60 kg
4. Thí nghiệm ITS khô, ITS ướt (mẫu Marshall, đường kính mẫu D=100mm) phục vụ thiết kế lựa chọn hàm lượng bitum tối ưu.	80 kg
5. Thí nghiệm ITS khô, ITS ướt, ITS ở độ ẩm cân bằng (đường kính mẫu D=152 mm) đối với đường cấp III trở lên theo TCVN4054-2005	100 kg

#### B.2. Thiết kế hỗn hợp tái sinh nguội lớp bê tông nhựa

Trình tự thực hiện gồm các bước sau:

- 1) Xác định độ ẩm tối ưu ( $W_{OMC}$ ) và khối lượng thể tích khô lớn nhất ( $\gamma_o$ ) của mẫu chưa tái sinh.
- 2) Xác định yêu cầu bột khoáng hoạt tính (xi măng).

- 3) Tính toán xác định lượng bitum bột, xi măng và nước.
- 4) Đúc mẫu.
- 5) Thí nghiệm, tính toán giá trị ITS (khô), ITS (ướt) và ITS (ở độ ẩm cân bằng), tỷ số TSR.
- 6) Xác định hàm lượng bitum bột tối ưu.

**Chi tiết các bước cụ thể như sau:**

**B.2.1. Xác định độ ẩm tối ưu ( $W_{OMC}$ ) và khối lượng thể tích khô lớn nhất ( $\gamma_o$ ) của mẫu tái sinh chưa xử lý**

Tiến hành thí nghiệm đầm nén theo 22TCN 333-06 (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 ( $\gamma_o$ ) của mẫu vật liệu tái sinh chưa xử lý.

Độ ẩm tối ưu của vật liệu tái sinh đã qua xử lý bằng bitum bột ( $W_{OFC}$ ) được giả định bằng với độ ẩm tối ưu ( $W_{OMC}$ ) của mẫu tái sinh chưa xử lý được xác định ở trên.

**B.2.2. Xác định yêu cầu bột khoáng hoạt tính (xi măng)**

Trên cơ sở độ ẩm tối ưu ( $W_{OMC}$ ) và khối lượng thể tích khô lớn nhất ( $\gamma_o$ ) của mẫu tái sinh chưa xử lý, tiến hành đúc mẫu theo phương pháp Marshall (đường kính mẫu  $D=100\text{mm}$ ) và thí nghiệm cường độ chịu kéo khi ép chẻ ITS (ITS khô, ITS ướt, TSR) theo TCVN 8862:2011 để xác định sự cần thiết hoặc không cần thiết phải sử dụng xi măng cho thiết kế hỗn hợp tái sinh nguội bê tông nhựa.

Số lượng mẫu: 02 tổ mẫu (mỗi tổ 06 mẫu, trong đó 03 mẫu để thí nghiệm ITS khô và 03 mẫu để thí nghiệm ITS ướt), trong đó 01 tổ mẫu không có xi măng và 01 tổ mẫu có xi măng.

Hàm lượng bitum bột dùng để đúc mẫu theo khuyến nghị tại Bảng B.2.

**Bảng B.2. Hàm lượng bitum bột khuyến nghị**

Lượng hạt lọt qua sàng (%), cỡ sàng		Bitum bột (% khối lượng cốt liệu khô)
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 giá trị tỷ số TSR đối với hỗn hợp tái sinh không có xi măng lớn hơn 0,6 thì hỗn hợp thiết kế không cần sử dụng xi măng.

Nếu giá trị tỷ số TSR đối với hỗn hợp tái sinh không có xi măng nhỏ hơn 0,6 thì hỗn hợp thiết kế cần sử dụng xi măng.

**B.2.3. Tính toán xác định lượng bitum, xi măng và nước**



Trên cơ sở độ ẩm tối ưu ( $W_{OMC}$ ) và khối lượng thể tích khô lớn nhất ( $\gamma_o$ ) của mẫu tái sinh chưa xử lý, tiến hành tính toán xác định hàm lượng bitum, xi măng và nước thêm vào để độ ẩm mẫu sau khi trộn có độ ẩm bằng độ ẩm tốt nhất ( $W_{OMC}$ ).

Chuẩn bị 4 tổ mẫu với 4 hàm lượng bitum bột khác nhau để xác định hàm lượng bitum bột tối ưu.

**BƯỚC 1:** Xác định khối lượng mẫu khô theo công thức 1.

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

trong đó:

- $M_{\text{mẫu khô}}$  là khối lượng khô của mẫu vật liệu (g).
- $M_o$  là khối lượng mẫu hong khô trong không khí (g).
- $W_o$  là độ ẩm của mẫu sau khi hong khô trong không khí (%).

**BƯỚC 2:** Xác định khối lượng xi măng cần thêm vào theo công thức 2.

$$M_{\text{xi măng}} = (C / 100) \times M_{\text{mẫu khô}} \quad (2)$$

trong đó:

- $M_{\text{xi măng}}$  là khối lượng xi măng thêm vào (g).
- $C$  là phần trăm xi măng yêu cầu (%) (thông thường là 1%, tối đa không quá 1,5 %).
- $M_{\text{mẫu khô}}$  là khối lượng khô của mẫu vật liệu (g).

**BƯỚC 3:** Xác định phần trăm nước thêm vào để đạt được độ ẩm tối ưu khi trộn. Lượng nước thêm vào mẫu được xác định theo công thức 4.

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

$$M_{\text{nước}} = (W_a / 100) \times (M_{\text{mẫu khô}} + M_{\text{xi măng}}) \quad (4)$$

trong đó:

- $W_a$  là tỷ lệ nước cần thêm vào mẫu (%).
- $W_{OMC}$  là độ ẩm tối ưu (%).
- $M_{\text{nước}}$  là khối lượng nước thêm vào (g).

**BƯỚC 4:** Trộn vật liệu tái sinh, xi măng và nước trong thùng trộn tới khi đồng nhất.

**BƯỚC 5:** Xác định lượng bitum bột thêm vào theo công thức 5:

$$M_{\text{bitum}} = (B / 100) \times (M_{\text{mẫu khô}} + M_{\text{xi măng}}) \quad (5)$$

trong đó:

- $M_{\text{bitum}}$  là khối lượng bitum bột thêm vào (g).
- $B$  là hàm lượng bitum bột yêu cầu (%).

**BƯỚC 6:** Xác định thời gian thiết lập trên máy tạo bitum bột chuyên dùng theo công thức 6:

$$T = f \times (M_{\text{bitum}} / Q_{\text{bitum}}) \quad (6)$$

trong đó:

- $T$  là thời gian cài đặt trên đồng hồ máy tạo bột bitum chuyên dụng (giây).
- $M_{\text{bitum}}$  là khối lượng bitum thêm vào (g).
- $Q_{\text{bitum}}$  là tốc độ chảy của bitum trong máy (g/giây).

- f là hệ số bù cho lượng bitum mất mát trong thiết bị trộn. Kinh nghiệm cho thấy hệ số khoảng 1,1 là phù hợp khi sử dụng máy trộn kiểu Hobart và 1,0 khi sử dụng máy trộn kiểu guồng xoắn.

**BƯỚC 7:** Đặt máy trộn chuyên dụng cạnh máy tạo bột chuyên dụng sao cho bitum bột có thể được xả trực tiếp vào thùng trộn.

**BƯỚC 8:** Trộn mẫu ít nhất 10 giây trước khi xả một khối lượng yêu cầu bitum bột vào trong thùng trộn. Tiếp tục trộn thêm 30 giây sau khi bitum bột xả vào trong máy trộn.

**BƯỚC 9:** Xác định lượng nước cần thêm vào để đưa mẫu tới độ ẩm tối ưu ( $W_{OMC}$ ) sử dụng công thức 7.

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

**BƯỚC 10:** Thêm nước và trộn cho tới khi được hỗn hợp vật liệu đồng nhất.

**BƯỚC 11:** Chuyển vật liệu xử lý với bitum bột 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 B.2.3 hoặc B.2.5.

**BƯỚC 12:** Thực hiện các bước trên ít nhất với 4 hàm lượng bitum bột khác nhau để xác định hàm lượng bitum tối ưu.

#### **B.2.4. Đúc mẫu**

Thông thường sử dụng phương pháp chế bị mẫu theo Marshall (đường kính mẫu  $D=100\text{mm}$ ), hoặc khi cần đánh giá hỗn hợp cào bóc tái sinh nguội lớp bê tông nhựa với mức độ tin cậy cao hơn (đường cấp III trở lên theo TCVN 4054-2005) thì sử dụng phương pháp chế bị mẫu theo Proctor cải tiến (đường kính mẫu  $D=152\text{mm}$ ). Tuy nhiên, các phương pháp chế bị mẫu khác (ví dụ như đầm xoay Superpave...) có thể được sử dụng miễn là tạo ra được mẫu có độ chặt giống như độ chặt của mẫu được chế bị theo Marshall (đường kính mẫu  $D=100\text{mm}$ ) hoặc theo Proctor cải tiến (đường kính mẫu  $D=152\text{mm}$ ).

##### **B.2.4.1. Chế bị mẫu thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cường độ theo phương pháp Marshall**

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

###### **B.2.4.1.1. Trình tự đúc mẫu**

**BƯỚC 1:** Chuẩn bị khuôn Marshall và chày đầm bằng cách rửa sạch khuôn, đai, đế và bề mặt của chày.

*Chú ý: Khuôn Marshall không được sấy nóng mà chỉ giữ ở nhiệt độ trong phòng.*

**BƯỚC 2:** Cân một lượng hỗn hợp vật liệu vừa đủ để đạt được chiều cao mẫu  $63,5 \text{ mm} \pm 1,5 \text{ mm}$  (thường 1100 g/mẫu là đủ). 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.

**BƯỚC 3:** Đầm nén hỗn hợp 75 lần bằng chày đầm, cần đảm bảo chày tự do liên tục.

**BƯỚC 4:** 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.

**BƯỚC 5:** Sau khi đầm, rút khuôn khỏi đế và đẩy mẫu ra ngoài.

###### **B.2.4.1.2. Bảo dưỡng mẫu**

###### **B.2.4.1.2.1. Bảo dưỡng khô**

- Đặt các mẫu trên một khay phẳng nhẵn và bảo dưỡng trong tủ sấy khoảng 72 h tại  $40^\circ\text{C}$ . Lấy ra khỏi tủ sau 72 h và để nguội tới nhiệt độ  $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ .

###### **B.2.4.1.2.2. Bảo dưỡng ướt (bảo hòa)**

- Ngâm các mẫu trong nước tại  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  trong 24 h.

#### **B.2.4.2. Chế bị mẫu thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cường độ theo phương pháp Proctor cải tiến**

Chế bị mẫu với 4 hàm lượng bitum bột.

Thông thường đúc ít nhất 9 mẫu Proctor cải tiến cho một hàm lượng bitum bột: 3 mẫu sẽ để kiểm tra ITS khô, 3 mẫu sẽ để kiểm tra ITS ướt và 3 mẫu sẽ để kiểm tra ITS cân bằng.

##### **B.2.4.2.1. Trình tự chế bị mẫu**

**BƯỚC 1:** Chuẩn bị 36 kg mẫu cào bóc tái sinh với một hàm lượng bitum bột.

**BƯỚC 2:** Đầm nén (đúc) ít nhất 9 mẫu sử dụng khuôn Proctor cải tiến, áp dụng phương pháp đầm nén theo 22TCN 333-06 cải tiến phương pháp II-D (4 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  $95 \text{ mm} \pm 1,5 \text{ mm}$

**BƯỚC 3:** Cẩn thận gạt bỏ vật liệu dư từ các mẫu theo 22TCN 333-06.

**BƯỚC 4:** Cẩn thận lấy mẫu ra khỏi khuôn và đặt lên khay phẳng nhẵn để yên ở nhiệt độ phòng khoảng 24 h.

*Chú ý:* 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.

##### **B.2.4.2.2. Bảo dưỡng mẫu**

###### **B.2.4.2.2.1. Bảo dưỡng khô**

- Đặt các mẫu trên một khay phẳng nhẵn và bảo dưỡng trong tủ sấy khoảng 72 h tại  $40^{\circ}\text{C}$ . Lấy ra khỏi tủ sau 72 h và để nguội tới nhiệt độ  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

###### **B.2.4.2.2.2. Bảo dưỡng ướt (bão hòa)**

- Ngâm các mẫu trong nước tại  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  trong 24 h.

###### **B.2.4.2.2.3. 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  $30^{\circ}\text{C}$  (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  $40^{\circ}\text{C}$ . Lấy ra khỏi tủ sau 48 h và tháo túi nhựa bọc mẫu sau đó để nguội tới nhiệt độ  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

#### **B.2.5. 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.
- Tính khối lượng thể tích tự nhiên theo công thức 8:

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

trong đó:

- $\gamma_{\text{tn}}$  là khối lượng thể tích mẫu ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).
- $M_{\text{mẫu đúc}}$  là khối lượng mẫu đúc (g).
- $h$  là chiều cao trung bình của mẫu (cm).
- $d$  là 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%.

### **B2.6. Thí nghiệm, tính toán giá trị ITS (khô), ITS (ướt), ITS (cân bằng) và tỷ số TSR.**

Các bước thí nghiệm xác định cường độ chịu kéo khi ép chèn ITS (ITS khô, ITS ướt, ITS cân bằng) được tiến hành theo TCVN 8862:2011. Mẫu thí nghiệm cường độ chịu kéo khi ép chèn ở các trạng thái: khô, ướt (bão hòa) và cân bằng.

Tính toán cường độ chịu kéo khi ép chèn ITS với mỗi mẫu theo công thức 9:

$$ITS = (2 \times P) / (\pi \times h \times d) \times 10000 \quad (9)$$

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).

Lưu ý: Mẫu xác định ITS ướt được ngâm trong nước tại  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  trong 24 h.

Tỷ số TSR được xác định bằng công thức 10:

$$TSR = ITS_{\text{ướt}} / ITS_{\text{khô}} \quad (10)$$

trong đó:

- TSR là tỷ số TSR.
- $ITS_{\text{ướt}}$  là cường độ chịu kéo khi ép chèn của mẫu ướt (kPa).
- $ITS_{\text{khô}}$  là cường độ chịu kéo khi ép chèn của mẫu khô (kPa).

### **B.2.7. Xác định hàm lượng bitum tối ưu**

Trên cơ sở kết quả kết quả thí nghiệm cường độ chịu kéo khi ép chèn (ITS) trong điều kiện khô, ướt, cân bằng và tỷ số TSR của 4 hàm lượng bitum bột khác nhau, thiết lập đồ thị quan hệ ITS khô, ITS ướt, ITS cân bằng, tỷ số TSR và hàm lượng bitum bột. Xác định hàm lượng bitum bột tối ưu theo nguyên tắc sau:

- Các chỉ tiêu thí nghiệm thỏa mãn yêu cầu tại Bảng 3.
- Hàm lượng bitum bột tối ưu ứng với giá trị cao nhất của cường độ chịu kéo khi ép chèn ITS (khô, ướt, cân bằng) được sử dụng làm hàm lượng bitum bột tối ưu cho vật liệu tái sinh xử lý bằng bitum bột./.