

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM  
Độc Lập - Tự Do - Hạnh Phúc



SỞ XÂY DỰNG TỈNH ĐỒNG NAI  
TRUNG TÂM QUY HOẠCH, KIỂM ĐỊNH XÂY DỰNG  
VÀ BẢO TRÌ ĐƯỜNG BỘ

## BÁO CÁO KINH TẾ KỸ THUẬT (ĐIỀU CHỈNH)

Dự án: SỬA CHỮA HƯ HỎNG NỀN MẶT ĐƯỜNG,  
HOÀN THIỆN HỆ THỐNG ATGT THEO QCVN 41:2024  
ĐOẠN KM20+000 ĐẾN KM24+400, QUỐC LỘ 51

Địa điểm: XÃ LONG THÀNH, TỈNH ĐỒNG NAI

TẬP 4: CHỈ DẪN KỸ THUẬT THI CÔNG  
VÀ NGHIỆM THU

NHÀ THẦU TƯ VẤN THIẾT KẾ  
CÔNG TY TNHH TƯ VẤN XÂY DỰNG NHƠN PHÚ



TP. HỒ CHÍ MINH, THÁNG 12-2025

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc Lập - Tự Do - Hạnh Phúc



# BÁO CÁO KINH TẾ KỸ THUẬT (ĐIỀU CHỈNH)

Dự án: SỬA CHỮA HƯ HỎNG NỀN MẶT ĐƯỜNG,  
HOÀN THIỆN HỆ THỐNG ATGT THEO QCVN 41:2024  
ĐOẠN KM20+000 ĐẾN KM24+400, QUỐC LỘ 51

Địa điểm: XÃ LONG THÀNH, TỈNH ĐỒNG NAI

## ĐẠI DIỆN CHỦ ĐẦU TƯ

TRUNG TÂM QUY HOẠCH, KIỂM ĐỊNH  
XÂY DỰNG VÀ BẢO TRÌ ĐƯỜNG BỘ

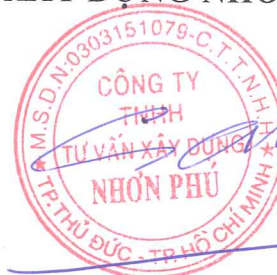
**PHÓ GIÁM ĐỐC**



*Hoàng Mạnh*

## NHÀ THẦU TƯ VẤN THIẾT KẾ

CÔNG TY TNHH TƯ VẤN  
XÂY DỰNG NHƠN PHÚ



*Nguyễn Thanh Sang*

TP. HỒ CHÍ MINH, THÁNG 12-2025

## MỤC LỤC

<b>I.1 MỞ ĐẦU:</b> .....	<b>5</b>
I.1.1 Tổng quát.....	5
I.1.2 Những vấn đề chung.....	6
I.1.3 Các tiêu chuẩn, qui chuẩn áp dụng cho công tác thi công và nghiệm thu:.....	6
<b>I.2 QUI ĐỊNH CHUNG:</b> .....	<b>7</b>
I.2.1 Công tác chuẩn bị :.....	7
I.2.2 Vật liệu .....	7
I.2.3 Nhật ký thi công .....	7
I.2.4 Thiết bị và nhận lực nhà thầu .....	7
I.2.5 Thi công ban đêm:.....	8
I.2.6 Xử lý khối lượng phát sinh.....	8
I.2.7 Hồ sơ chứng chỉ chất lượng, khối lượng .....	8
I.2.8 Lập, kiểm tra hồ sơ nghiệm thu:.....	8
I.2.9 Xử lý vi phạm:.....	8
<b>I.3 CÔNG TÁC THÍ NGHIỆM:</b> .....	<b>9</b>
I.3.1 Thực hiện thí nghiệm.....	9
I.3.1.1 Quy trình và tiêu chuẩn .....	9
I.3.1.2 Nhân sự .....	9
I.3.1.3 Thông báo.....	9
I.3.1.4 Xử lý kết quả thí nghiệm .....	9
I.3.2 Đo đạc và xác định khối lượng thanh toán:.....	9
I.3.2.1 Mẫu: .....	9
I.3.2.2 Các thí nghiệm: .....	9
<b>I.4 TỔ CHỨC XÂY DỰNG VÀ ĐẢM BẢO GIAO THÔNG:</b> .....	<b>9</b>
<b>I.5 CÔNG TÁC XÂY DỰNG CÁC HẠNG MỤC CHÍNH:</b> .....	<b>10</b>
I.5.1 Thi công các lớp bê tông nhựa nóng (TCVN 13567-1 : 2022): .....	10
I.5.1.1 Yêu về chất lượng vật liệu sản xuất bê tông nhựa nóng.....	10
I.5.1.1.1 Thành phần cấp phối:.....	10
I.5.1.1.2 Cốt liệu lớn:.....	11
I.5.1.1.3 Cốt liệu nhỏ:.....	12
I.5.1.1.4 Bột khoáng: .....	13
I.5.1.1.5 Nhựa đường: .....	14
I.5.1.1.6 Phụ gia: .....	15
I.5.1.2 Thiết kế hỗn hợp bê tông nhựa chặt: .....	15
I.5.1.3 Thi công các lớp mặt đường bê tông nhựa: .....	17
I.5.1.3.1 Phối hợp các công việc để thi công:.....	17
I.5.1.3.2 Yêu cầu về điều kiện thi công : .....	18
I.5.1.3.3 Yêu cầu về đoạn thi công thử : .....	18
I.5.1.3.4 Chuẩn bị mặt bằng: .....	18
I.5.1.3.5 Vận chuyển hỗn hợp bê tông nhựa: .....	19
I.5.1.3.6 Rải hỗn hợp BTN:.....	19
I.5.1.3.7 Lu lên lớp bê tông nhựa: .....	21
I.5.1.4 Công tác giám sát, kiểm tra và nghiệm thu lớp bê tông nhựa: .....	22
I.5.1.4.1 Công tác giám sát:.....	22
I.5.1.4.2 Kiểm tra hiện trường trước khi thi công, bao gồm các nội dung sau:.....	23
I.5.1.4.3 Kiểm tra chất lượng vật liệu:.....	23
I.5.1.4.4 Kiểm tra trong các khâu công nghệ tại trạm trộn:.....	23
I.5.1.4.5 Kiểm tra trong khi thi công: .....	24
I.5.1.4.6 Kiểm tra khi nghiệm thu lớp BTNC.....	25
I.5.1.5 Hồ sơ nghiệm thu bao gồm những nội dung sau:.....	27
I.5.1.6 An toàn lao động và bảo vệ môi trường: .....	27
I.5.1.6.1 Tại trạm trộn hỗn hợp BTNC:.....	27

I.5.1.6.2	Tại hiện trường thi công BTNC .....	28
I.5.2	Yêu cầu thi công nghiệm thu lớp bê tông nhựa chặt sử dụng nhựa đường Polyme: .....	28
I.5.2.1	Yêu cầu về cấp phối hỗn hợp cốt liệu cho BTNC – Polyme:.....	28
I.5.2.2	Yêu cầu về các chỉ tiêu kỹ thuật của BTNC – Polyme.....	29
I.5.2.3	Yêu cầu đối với vật liệu dùng cho BTNC-Polyme.....	30
I.5.2.3.1	Cốt liệu lớn (đá dăm) .....	30
I.5.2.3.2	Cốt liệu nhỏ (cát).....	31
I.5.2.3.3	Bột khoáng .....	32
I.5.2.3.4	Nhựa đường polyme.....	32
I.5.2.3.5	Phụ gia: .....	32
I.5.3	Lớp nhũ tương thấm và dính bám .....	33
I.5.3.1	yêu cầu vật liệu.....	33
I.5.3.2	Các yêu cầu thi công .....	34
I.5.4	Thi công lớp tái chế sâu sử dụng xi măng và bitum bột:.....	35
I.5.4.1	Yêu cầu vật liệu:.....	35
I.5.4.1.1	Yêu cầu về thành phần cấp phối: .....	35
I.5.4.1.2	Yêu cầu về các chỉ tiêu cơ lý: .....	35
I.5.4.1.3	Yêu cầu đối với vật liệu dùng cho hỗn hợp tái chế .....	36
I.5.4.2	Yêu cầu về thiết bị thi công.....	38
I.5.4.2.1	Dây chuyền công nghệ thi công:.....	38
I.5.4.2.2	Máy tái chế.....	38
I.5.4.2.3	Máy rải xi măng: .....	38
I.5.4.2.4	Xe bồn chứa nhựa đường nóng: .....	38
I.5.4.2.5	Xe bồn chở nước:.....	38
I.5.4.2.6	Máy san: .....	39
I.5.4.2.7	Máy lu: .....	39
I.5.4.2.8	Máy cào bóc bê tông nhựa: .....	39
I.5.4.3	Thi công lớp vật liệu tái chế: .....	39
I.5.4.4	Chuẩn bị mặt bằng:.....	40
I.5.4.5	Vận chuyển và rải xi măng.....	40
I.5.4.6	Vận chuyển nhựa đường nóng.....	40
I.5.4.7	Vận chuyển và cung cấp nước:.....	41
I.5.4.8	Cào bóc tái chế .....	41
I.5.4.9	San định dạng và lu lèn lớp vật liệu tái chế.....	42
I.5.4.10	Bảo dưỡng lớp vật liệu tái chế.....	43
I.5.4.11	Kiểm tra, giám sát và nghiệm thu lớp tái chế.....	43
I.5.5	Yêu cầu thi công nghiệm thu lớp móng Cấp phối đá dăm (TCVN 8859:2023):.....	43
I.5.5.1	Yêu cầu về loại đá .....	43
I.5.5.2	Yêu cầu về thành phần hạt của vật liệu CPĐĐ .....	43
I.5.5.3	Yêu cầu về chỉ tiêu cơ lý của vật liệu CPĐĐ .....	44
I.5.5.4	Yêu cầu thi công.....	44
I.5.5.4.1	Chuẩn bị thi công .....	44
I.5.5.4.2	Thi công lớp móng đường bằng vật liệu CPĐĐ.....	45
I.5.5.5	Kiểm tra, nghiệm thu chất lượng vật liệu.....	47
I.5.5.6	Kiểm tra trong quá trình thi công .....	48
I.5.6	Thi công móng cấp phối đá dăm gia cố xi măng (TCVN 8858 : 2023) .....	49
I.5.6.1	Yêu cầu đối với vật liệu.....	49
I.5.6.1.1	Cốt liệu.....	49
I.5.6.1.2	Xi măng.....	50
I.5.6.1.3	Phụ gia .....	50
I.5.6.1.4	Cường độ cấp phối gia cố xi măng .....	50
I.5.6.2	Yêu cầu về trang thiết bị thi công.....	52
I.5.6.3	Công tác chuẩn bị thi công .....	53
I.5.6.4	Công nghệ thi công lớp CPĐĐ gia cố xi măng khi sử dụng trạm trộn.....	55
I.5.6.4.1	Tại trạm trộn.....	55
I.5.6.4.2	Thi công tại hiện trường.....	55
I.5.7	Thi công và nghiệm thu mặt đường bê tông xi măng - TCCS 40:2022/TCĐBVN .....	59

I.5.7.1 Yêu cầu về vật liệu .....	60
I.5.7.1.1 Xi măng.....	60
I.5.7.1.2 Phụ gia .....	60
I.5.7.1.3 Cốt liệu chế tạo BTXM.....	60
I.5.7.2 Lựa chọn thành phần bê tông .....	62
I.5.7.2.1 Thiết kế thành phần bê tông.....	62
I.5.7.2.2 Yêu cầu về các chỉ tiêu cơ lý của bê tông và độ sụt tối ưu của hỗn hợp BTXM .....	62
I.5.7.2.3 Chấp thuận hỗn hợp bê tông xi măng đưa vào sản xuất.....	62
I.5.7.2.4 Thay đổi thiết kế hỗn hợp bê tông.....	63
I.5.7.3 Công tác chuẩn bị thi công .....	63
I.5.7.3.1 Yêu cầu chung:.....	63
I.5.7.3.2 Lập bản vẽ thi công, kiểm tra thiết bị và vật liệu trước khi thi công .....	64
I.5.7.3.3 Chuẩn bị nền, móng trước khi thi công tầng mặt BTXM .....	64
I.5.7.3.4 Bố trí, lắp đặt và các yêu cầu đối với trạm trộn bê tông cố định.....	65
I.5.7.4 Công tác trộn và vận chuyển hỗn hợp BTXM.....	66
I.5.7.4.1 Trộn bê tông.....	67
I.5.7.4.2 Vận chuyển bê tông.....	68
I.5.7.4.3 Yêu cầu kỹ thuật vận chuyển .....	68
I.5.7.5 Công tác lắp đặt ván khuôn cố định và chế tạo, lắp đặt cốt thép.....	69
I.5.7.5.1 Ván khuôn cố định .....	69
I.5.7.6 Rải bê tông .....	71
I.5.7.6.1 Rải bê tông mặt đường bằng máy rải ván khuôn trượt.....	71
I.5.7.6.2 Rải bê tông mặt đường bằng máy rải ván khuôn ray và các công nghệ thi công liên hợp khác .....	75
I.5.7.6.3 Rải mặt đường bê tông lưới thép, cốt thép.....	77
I.5.7.7 Thi công các khe nối, tạo nhám và bảo dưỡng mặt đường BTXM .....	78
I.5.7.7.1 Thi công các khe nối .....	78
I.5.7.7.2 Tạo nhám .....	81
I.5.7.7.3 Bảo dưỡng.....	81
I.5.7.8 Thi công mặt đường BTXM trong điều kiện thời tiết đặc biệt.....	82
I.5.7.8.1 Mặt đường BTXM phải đình chỉ không được thi công trong các điều kiện dưới đây:.....	82
I.5.7.8.2 Thi công mặt đường BTXM về mùa mưa.....	82
I.5.7.8.3 Các giải pháp phòng nút mặt đường BTXM do co ngót mềm tùy thuộc tốc độ gió khi thi công.....	83
I.5.7.8.4 Thi công mặt đường BTXM trong mùa nóng .....	83
I.5.7.9 Yêu cầu về kiểm tra nghiệm thu.....	83
I.5.7.9.2 Kiểm tra vật liệu trong giai đoạn chuẩn bị thi công .....	84
I.5.7.9.3 Kiểm tra máy móc, thiết bị và dụng cụ thi công .....	85
I.5.7.9.4 Rải đoạn đường thí nghiệm.....	85
I.5.7.9.5 Kiểm tra trong thi công.....	85
I.5.7.9.6 Tiêu chuẩn nghiệm thu mặt đường BTXM.....	87
I.5.7.10 An toàn lao động và bảo vệ môi trường.....	88
I.5.7.10.1 An toàn lao động (ATLĐ) và bảo vệ môi trường (BVMT) tại trạm trộn bê tông và kho bãi.....	88
I.5.7.10.2 An toàn lao động và bảo vệ môi trường tại hiện trường thi công .....	88
I.5.8 Chỉ dẫn thi công lớp vữa polyme trên bề mặt BTXM theo Tiêu chuẩn TCCS 12:2026 .....	89
I.5.9 Hệ thống an toàn giao thông:.....	90
I.5.9.1 Biển báo hiệu đường bộ: .....	90
I.5.9.1.1 Mô tả: .....	90
I.5.9.1.2 Yêu cầu thi công: .....	90
I.5.9.1.3 Vật liệu:.....	91
I.5.9.1.4 Xác định khối lượng và thanh toán: .....	91
I.5.9.2 Sơn kẻ mặt đường phản quang: .....	91
I.5.9.2.1 Mô tả: .....	91
I.5.9.2.2 Yêu cầu vật liệu: .....	92
I.5.9.2.3 Yêu cầu thi công: .....	94
I.5.9.2.4 Kiểm tra và nghiệm thu:.....	95

CHỈ DẪN KỸ THUẬT THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU

Dự án: Sửa chữa hư hỏng nền mặt đường, hoàn thiện hệ thống ATGT theo QCVN 41:2024 đoạn Km20+000 đến Km24+400, Quốc lộ 51

---

I.5.9.2.5 Sửa chữa các hư hỏng: .....	95
I.5.9.2.6 Xác định khối lượng và thanh toán: .....	95





Tp.HCM, ngày 03 tháng 11 năm 2025

**THUYẾT MINH**  
**CHỈ DẪN KỸ THUẬT THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU**  
Dự án: SỬA CHỮA HƯ HỎNG NỀN MẶT ĐƯỜNG, HOÀN THIỆN HỆ  
THỐNG ATGT THEO QCVN 41:2024 ĐOẠN KM20+000 ĐẾN  
KM24+400, QUỐC LỘ 51

Địa điểm: xã Long Thành, tỉnh Đồng Nai

**I.1 MỞ ĐẦU:**

**I.1.1 Tổng quát**

- Bản quy định kỹ thuật này quy định trình tự, biện pháp và các yêu cầu chung đối với thi công và đo đạc kiểm tra khối lượng, chất lượng, nghiệm thu thanh toán các hạng mục xây lắp của dự án. Nội dung của bản quy định này gồm các vấn đề chủ yếu sau:
  - + Quy định về mối quan hệ giữa Chủ đầu tư, TVGS, Nhà thầu trong việc triển khai thi công và kiểm tra khối lượng, chất lượng các hạng mục công trình.
  - + Quy định chung đối với vật liệu, thiết bị, CBKT mà Nhà thầu phải cung cấp.
  - + Giới hạn cho phép Nhà thầu được tự quyết định về trình tự, thời gian và cách tổ chức thi công.
  - + Trình tự và biện pháp thi công các hạng mục công trình trong hồ sơ mời thầu.
  - + Quy định các mẫu thí nghiệm, đo đạc kiểm tra chất lượng phải làm.
  - + Thủ tục đánh giá kết quả nghiệm thu thanh toán.
- Các nội dung không đề cập trong bản quy định này được hiểu là thực hiện theo các yêu cầu tại:
  - + Hồ sơ thiết kế Bản vẽ thi công; các hồ sơ thiết kế khác được duyệt.
  - + Đề cương công tác tư vấn giám sát.
  - + Các quy trình, quy phạm hiện hành.
- Chức năng nhiệm vụ và mối quan hệ giữa Chủ đầu tư, TVGS, Nhà thầu trong quá trình thực hiện hợp đồng.
- Việc triển khai thi công, giám sát và đo đạc kiểm tra chất lượng các hạng mục công trình theo như hồ sơ thiết kế được duyệt, tuân thủ đúng các tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN), qui chuẩn Việt Nam (QCVN) của Bộ GTVT, Bộ XD... và các điều khoản ghi trong hợp đồng đã ký kết. Việc vận dụng các tiêu chuẩn các tiêu chuẩn nước ngoài theo các quy định hiện hành.
- Đề cương tư vấn giám sát:
  - + Là văn bản cụ thể hoá các quy định của quy trình, quy phạm hiện hành được cấp có thẩm quyền phê duyệt.

- + Là bản quy định cụ thể các yêu cầu về giám sát chất lượng, số lượng mẫu thí nghiệm và đo đạc kiểm tra chất lượng Nhà thầu phải làm.
- + Chủ đầu tư thông báo và gửi sau bản đề cương này tới các Nhà thầu khi triển khai thi công công trình.
- Các ý kiến chỉ đạo, yêu cầu của Chủ đầu tư, Tư vấn giám sát (TVGS) đối với Nhà thầu và ngược lại đều được thể hiện bằng văn bản hoặc ghi trong sổ nhật ký công trình, khi giao nhận các văn bản nêu trên phải vô sổ công văn đi - đến được ký nhận, nếu dạng Fax thì phải lưu công của máy fax.
- Hồ sơ thiết kế trong bản quy định kỹ thuật này được hiểu:
  - + Hồ sơ thiết kế (Thuyết minh và bản vẽ thiết kế thi công) được duyệt.
  - + Các hồ sơ thiết kế bổ sung khác trong quá trình thi công được cấp có thẩm quyền phê duyệt.

### I.1.2 Những vấn đề chung

- Các yêu cầu nêu ra trong hồ sơ này là mức tối thiểu, các Nhà thầu tham khảo các tiêu chuẩn nước ngoài hoặc công nghệ mới mà trong nước chưa có nhằm đạt hiệu quả kinh tế và nâng cao chất lượng công trình. Song trước khi áp dụng các tiêu chuẩn hoặc điều khoản trong các tiêu chuẩn này, cần có báo cáo cơ quan có thẩm quyền xem xét chấp thuận.

### I.1.3 Các tiêu chuẩn, qui chuẩn áp dụng cho công tác thi công và nghiệm thu:

TT	TÊN QUY CHUẨN, TIÊU CHUẨN	MÃ HIỆU
1.	Quy trình lập thiết kế tổ chức xây dựng và thiết kế thi công	TCVN 4252: 2012
2.	Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn trong xây dựng	QCVN 18:2021/BXD
3.	Công trình xây dựng - Tổ chức thi công	TCVN 4055: 2012
4.	Công tác đất - Thi công và nghiệm thu.	TCVN 4447:2012
5.	Nền đường ô tô – Thi công và nghiệm thu	TCVN 9436:2012
6.	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 13567-1:2022
7.	Lớp kết cấu áo đường đá dăm nước - Thi công và nghiệm thu	TCVN 9504 : 2012
8.	Tiêu chuẩn kỹ thuật bảo dưỡng thường xuyên đường bộ	TCCS 07:2013 /TCĐBVN
9.	Ximăng - phân loại.	TCVN 5439:2016
10.	Xi măng pooc lăng - Yêu cầu kỹ thuật.	TCVN 2682:2020
11.	Xi măng pooc lăng hỗn hợp - Yêu cầu kỹ thuật.	TCVN 6260:2020
12.	Cốt liệu cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật	TCVN 7570:2006
13.	Nước trộn bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật	TCVN 4506:2012
14.	Bê tông - Phân mức theo cường độ nén	TCVN 6025:1995
15.	Bitum - Yêu cầu kỹ thuật.	TCVN 7493: 2005
16.	Nhũ tương nhựa đường axi t- Phần 1- Yêu cầu kỹ thuật.	TCVN 8817-1:2011
17.	Nhựa đường lỏng - Phần 1 - Yêu cầu kỹ thuật.	TCVN 8818-1:2011
18.	Tiêu chuẩn màng phản quang dùng cho báo hiệu đường bộ	TCVN 7887 : 2018
19.	Sơn tín hiệu giao thông – Vật liệu kẻ đường phản quang nhiệt dẻo – Yêu cầu kỹ thuật, phương pháp thử, thi công và nghiệm thu	TCVN 8791:2011

Và các qui trình qui phạm hiện hành khác.

## I.2 QUI ĐỊNH CHUNG:

### I.2.1 Công tác chuẩn bị :

- Trước khi triển khai thi công nhà thầu phải cung cấp và triển khai thực hiện các yêu cầu sau:
  - + Văn phòng điều hành của nhà thầu tại hiện trường.
  - + Phòng thí nghiệm của nhà thầu : Để đảm bảo chất lượng công trình, nhà thầu phải có ít nhất một phòng thí nghiệm hoặc hợp đồng với một phòng thí nghiệm hợp chuẩn thực hiện công tác thí nghiệm tại hiện trường.
  - + Các công trình phụ trợ: Biện pháp đảm bảo giao thông, đường tránh, đường tạm, các hạng mục công trình phục vụ, nhà xưởng, kho bãi... phải được triển khai thực hiện trước khi thi công hạng mục công trình theo hồ sơ thầu.
- Toàn bộ các chi phí cho công tác chuẩn bị nêu trên và một số chi phí khác... theo quy định tại điều kiện hợp đồng do Nhà thầu chịu. Nhà thầu phải cân đối các chi phí này trong đơn giá các hạng mục thi công khi lập hồ sơ dự thầu.

### I.2.2 Vật liệu

- Tất cả các loại vật liệu chỉ được sử dụng cho công trình sau khi được sự chấp thuận của Chủ đầu tư, TVGS.
- Vật liệu trước khi chở đến công trình phải thí nghiệm đầy đủ các chỉ tiêu chất lượng theo quy định. Khi thay đổi nguồn cung cấp vật liệu, Nhà thầu phải thí nghiệm lại đầy đủ các chỉ tiêu theo quy định.
  - Các loại vật liệu chủ yếu như: xi măng, thép, nhựa đường chỉ được dùng của một hãng trong suốt quá trình thi công. Trường hợp đặc biệt nếu có thay đổi phải được chấp thuận bằng văn bản của Chủ đầu tư.
  - Chỉ được tập kết vật liệu khi thí nghiệm đạt các yêu cầu kỹ thuật.
  - Toàn bộ các biên bản lấy mẫu vật liệu, phiếu đo đạc kiểm tra, chứng chỉ thí nghiệm của Nhà thầu đều phải được TVGS ký xác nhận.
  - Vật liệu ngoại nhập phải có giấy xác nhận chất lượng của cơ quan có thẩm quyền của Việt Nam.
  - Vật liệu không đạt yêu cầu chất lượng Nhà thầu phải đưa ra khỏi phạm vi công trường bằng chính chi phí của Nhà thầu.

### I.2.3 Nhật ký thi công

- Trước khi triển khai thi công Nhà thầu phải lập sổ nhật ký công trình (bitumtheo mẫu thống nhất của toàn dự án). Nhật ký thi công phải được xuất trình bất cứ lúc nào nếu Chủ đầu tư hoặc TVGS yêu cầu và trước khi tiến hành nghiệm thu.

### I.2.4 Thiết bị và nhận lực nhà thầu

- Máy móc, thiết bị thi công và trang thiết bị văn phòng của Nhà thầu trên công trường trước khi thi công đều phải được kiểm tra về số lượng , chủng loại, tính năng và tình trạng kỹ thuật đáp ứng yêu cầu thiết kế đề ra và hồ sơ dự thầu, đồng thời phải được TVGS ký xác nhận bằng văn bản mới được phép triển khai thi công. Không chấp nhận các loại máy móc thiết bị không có khả năng đăng kiểm hoạt động trên công trường.
- Nhận lực của Nhà thầu trên công trường đáp ứng đúng yêu cầu hồ sơ dự thầu phải được TVGS kiểm tra ký xác nhận bằng văn bản. Không chấp nhận các cán bộ kỹ thuật của Nhà thầu không có tên trong hồ sơ dự thầu có mặt tại công trường nếu không được Chủ đầu tư chấp thuận bằng văn bản.

### **I.2.5 Thi công ban đêm:**

Việc tổ chức thi công ban đêm nói chung được khuyến khích đối với Nhà thầu để đảm bảo tiến độ.

- Thi công bê tông nhựa nóng
- Chỉ được thi công các hạng mục này vào ban đêm khi được Chủ đầu tư chấp thuận bằng văn bản.
- Nhà thầu phải chi trả các chi phí phát sinh do việc thi công ban đêm như: Lương ca đêm, các khoản phụ cấp... của TVGS và cán bộ hiện trường của Chủ đầu tư

### **I.2.6 Xử lý khối lượng phát sinh**

- Khối lượng phát sinh là các khối lượng tăng thêm so với tiên lượng mời thầu hoặc các hạng mục phát sinh mới không có trong tiên lượng mời thầu.
- Trong quá trình thi công các khối lượng phát sinh phải được lập biên bản xử lý kỹ thuật phát sinh ngoài hiện trường theo đúng quy định và phải được người có thẩm quyền chấp thuận.
- Đối với các hạng mục phát sinh có tính chất cấp bách (do lũ lụt, động đất, mất ATGT, ảnh hưởng chất lượng các hạng mục đã thi công, tiến độ), trong khi chờ hoàn chỉnh hồ sơ và cấp có thẩm quyền phê duyệt, Nhà thầu phải chấp hành yêu cầu của Chủ đầu tư cho triển khai thi công ngay các nội dung đã thông nhất trình xử lý.
- Các khối lượng phát sinh chỉ được nghiệm thu, thanh toán sau khi được cấp có thẩm quyền phê duyệt.

### **I.2.7 Hồ sơ chứng chỉ chất lượng, khối lượng**

- Hồ sơ chứng chỉ khối lượng (phục vụ nghiệm thu thanh toán): Là toàn bộ các phiếu đo đạc kiểm tra kích thước hình học, cao độ và bảng chiết tính khối lượng từ các kết quả đo đạc trên.
- Hồ sơ chứng chỉ chất lượng: là toàn bộ các phiếu đo đạc kiểm tra, các chứng chỉ thí nghiệm chất lượng trong suốt 3 giai đoạn thi công( trước khi thi công, trong quá trình thi công và sau khi thi công xong) hạng mục đó. Các chứng chỉ thí nghiệm phải do phòng thí nghiệm hợp chuẩn được công nhận thực hiện thì mới được coi là hợp pháp.

### **I.2.8 Lập, kiểm tra hồ sơ nghiệm thu:**

- Nhà thầu phải hoàn chỉnh hồ sơ chứng chỉ chất lượng, chứng chỉ khối lượng của hạng mục và nghiệm thu công việc xây dựng ngay sau khi thi công xong cấu kiện hoặc bộ phận công trình.
- Sau khi hoàn thành giai đoạn xây lắp, hạng mục công trình, công trình: nhà thầu phải có báo cáo của doanh nghiệp xây dựng về chất lượng công trình trình trưởng TVGS và chủ đầu tư, tiến hành nghiệm thu hồ sơ và chất lượng mới được phép thi công tiếp theo.
- Trên cơ sở hồ sơ chứng chỉ và báo cáo đề nghị nghiệm thu của nhà thầu. TVGS tiến hành kiểm tra hồ sơ, đối chiếu với thực tế thi công lập báo cáo trình chủ đầu tư xem xét, tổ chức nghiệm thu.
- Chủ đầu tư chỉ chấp thuận nghiệm thu thanh toán khi hạng mục đó đạt yêu cầu chất lượng.
- Toàn bộ các nội dung và yêu cầu trên được thực hiện theo đúng quy định QLCL ban hành theo nghị định số 06/2021/NĐCP của Chính phủ.

### **I.2.9 Xử lý vi phạm:**

Các vi phạm bản quy định kỹ thuật này tùy theo mức độ ngoài việc các cá nhân, đơn vị phải chịu trách nhiệm trước pháp luật, trước các điều khoản ràng buộc trong hợp đồng xây dựng đã ký kết, sẽ bị xử lý bằng một trong các hình thức: buộc phải tháo dỡ công trình, từ chối nghiệm thu thanh toán, đình chỉ thi công, buộc rời khỏi công trường. . . .

### **I.3 CÔNG TÁC THÍ NGHIỆM:**

#### **I.3.1 Thực hiện thí nghiệm**

##### **I.3.1.1 Quy trình và tiêu chuẩn**

Công việc thí nghiệm sẽ do nhà thầu thực hiện một cách chặt chẽ, chính xác theo đúng quy định của các tiêu chuẩn đã đề ra. Một số tiêu chuẩn để thí nghiệm được nêu trong chỉ dẫn kỹ thuật này.

##### **I.3.1.2 Nhân sự**

Những người được đề xuất làm việc tại các phòng thí nghiệm phải được tư vấn giám sát, chủ đầu tư chấp thuận trước. Trong quá trình thực hiện các thí nghiệm, nhà thầu phải phân công các cán bộ có đủ kinh nghiệm và nghiệp vụ để theo dõi quá trình thực hiện các thí nghiệm của mình.

##### **I.3.1.3 Thông báo**

Đối với các thí nghiệm không thường kỳ, thì Tư vấn giám sát sẽ thông báo thời gian thí nghiệm dự kiến cho Nhà thầu trước khi thực hiện.

##### **I.3.1.4 Xử lý kết quả thí nghiệm**

Các báo cáo thí nghiệm phải được xử lý nhanh chóng và giao nộp ngay để đảm bảo rằng các thí nghiệm lại, thay thế vật liệu, hoặc việc đầm nén lại vật liệu nếu cần thì có thể được thực hiện mà ít gây ra chậm trễ nhất cho công việc.

#### **I.3.2 Đo đạc và xác định khối lượng thanh toán:**

##### **I.3.2.1 Mẫu:**

Nhà thầu phải cung cấp các mẫu thí nghiệm kể cả vật liệu và các sản phẩm đã hoàn tất mà không có thêm một chi phí nào của Chủ đầu tư.

##### **I.3.2.2 Các thí nghiệm:**

- Nhà thầu phải chịu mọi chi phí cho việc thực hiện các thí nghiệm cần thiết để hoàn thành dự án theo các yêu cầu thí nghiệm trong Tài liệu đấu thầu cũng như các yêu cầu của TVGS. Các chi phí này phải bao gồm toàn bộ chi phí liên quan.
- Phòng thí nghiệm và các công tác thí nghiệm, (chi phí cung cấp và duy trì phòng thí nghiệm, các trang thiết bị nội thất, thiết bị và máy móc vv... sẽ không được đo đạc hoặc thanh toán riêng).
- Chất lượng công trình thể hiện bằng các chứng chỉ, phiếu thí nghiệm, kiểm định... và các biên bản nghiệm thu trong quá trình thi công. Nhà thầu phải tự mình hoặc phối hợp TVGS thực hiện. Việc gì thiếu chứng chỉ thì coi như việc đó không được thực hiện.

### **I.4 TỔ CHỨC XÂY DỰNG VÀ ĐẢM BẢO GIAO THÔNG:**

- Đảm bảo cho việc lưu thông nhân dân đi lại bằng phương tiện cá nhân an toàn, thuận lợi.
- Khi tắc đường Chủ đầu tư chỉ đạo nhà thầu cấm biển hướng dẫn đi theo phân luồng và thông báo kịp thời trên các phương tiện thông tin đại chúng.
- Quy định tổ chức thi công nội tuyến:

## CHỈ DẪN KỸ THUẬT THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU

Dự án: Sửa chữa hư hỏng nền mặt đường, hoàn thiện hệ thống ATGT theo QCVN 41:2024 đoạn Km20+000 đến Km24+400, Quốc lộ 51

- + Tổ chức thi công các gói thầu theo thứ tự ưu tiên như đã nêu trên trong quy định chung và theo đúng tiến độ đã lập.
- + Từ các quy định về tổ chức xây dựng trên, Nhà thầu có trách nhiệm lập tiến độ thi công chi tiết cho các hạng mục chính của gói thầu. Trình TVGS xem xét, báo cáo Chủ đầu tư chấp thuận làm cơ sở thực hiện.

### 1.5 CÔNG TÁC XÂY DỰNG CÁC HẠNG MỤC CHÍNH:

#### 1.5.1 Thi công các lớp bê tông nhựa nóng (TCVN 13567-1 : 2022):

- Công tác thi công và nghiệm thu theo quy trình kỹ thuật TCVN 13567-1: 2022 với nội dung như sau: Trước khi tiến hành thi công lớp bê tông nhựa nóng Nhà thầu phải xuất trình hồ sơ thiết kế cấp phối bê tông nhựa, các chứng chỉ về vật liệu.

##### 1.5.1.1 Yêu về chất lượng vật liệu sản xuất bê tông nhựa nóng.

###### 1.5.1.1.1 Thành phần cấp phối:

- Cấp phối dùng cho hỗn hợp bê tông nhựa chặt sẽ theo các giới hạn trong bảng sau.

Bảng 1 - Cấp phối hỗn hợp cốt liệu, chiều dày hợp lý và phạm vi áp dụng phù hợp của các loại BTNC

Quy định	BTNC 4,75	BTNC 9,5	BTNC 12,5	BTNC 16	BTNC 19	BTNC 25
1. Cỡ hạt lớn nhất danh định, mm	4,75	9,5	12,5	16	19	25
2. Cỡ sàng mắt vuông, mm	Lượng lọt qua sàng, % khối lượng					
31,5	-	-	-	-	-	100
25	-	-	-	-	100	90÷100
19	-	-	-	100	90÷100	75÷90
16	-	-	100	90÷100	78÷92	65÷83
12,5	-	100	90÷100	76÷92	62÷78	55÷74
9,5	100	90÷100	68÷85	60÷80	50÷72	45÷65
4,75	90÷100	45÷75	38÷68	34÷62	26÷56	24÷52
2,36	55÷75	30÷58	24÷50	20÷48	16÷44	16÷42
1,18	35÷55	20÷44	15÷38	13÷36	12÷33	12÷33
0,600	20÷40	13÷32	10÷28	9÷26	8÷24	8÷24
0,300	12÷28	9÷23	7÷20	7÷18	5÷17	5÷17
0,150	7÷18	6÷16	5÷15	5÷14	4÷13	4÷13
0,075	5÷10	4÷8	4÷8	4÷8	3÷7	3÷7
3. Chiều dày hợp lý (sau khi đầm nén), cm	3÷5	4÷5	5÷7	5÷7	6÷8	8÷12
4. Phạm vi áp dụng phù hợp	Via hè; làn dành cho xe đạp, xe thô sơ; làm lớp bù vênh mỏng	Lớp mặt trên	Lớp mặt trên	Lớp mặt trên; lớp mặt giữa của tầng mặt có 3 lớp	Lớp mặt dưới của tầng mặt có 2 lớp; lớp mặt giữa của tầng mặt có 3 lớp	Lớp mặt dưới cùng của tầng mặt có 3 lớp; lớp móng trên của tầng móng

Trong kết cấu áo đường đường ô tô, các lớp BTNC trong tầng mặt được bố trí theo nguyên tắc cỡ hạt danh định của các lớp tầng dần từ trên xuống dưới.

- Các yêu cầu kỹ thuật đối với BTN chặt:

Bảng 3 - Các chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu với bê tông nhựa chặt (BTNC)

Chỉ tiêu	Mức, ứng với từng loại BTNC						Phương pháp thử	
	BTN C4,75	BTN C9,5	BTN C12,5	BTNC 16	BTN C19	BTN C25		
1. Số chày đầm	50 x 2		75 x 2				TCVN 8860-1:2011 Mẫu trụ tròn, kích thước (DxH) mm = (101,6x63,5) mm	
2. Độ ổn định Marshall ở 60 <sup>0</sup> C, 40 phút, kN	≥ 5,5		≥ 8,0				TCVN 8860-1:2011 hoặc ASTM D6927	
3. Độ dẻo Marshall, mm	2÷4		1,5÷4					
4. Độ ổn định còn lại, %	≥ 80		≥ 80				TCVN 8860-12:2011	
5. Độ rỗng dư, %	Lớp mặt trên	3÷6		4÷6				TCVN 8860-9:2011
	Các lớp dưới	3÷6		3÷6				
6. Độ rỗng lấp đầy nhựa (VFA), %	70÷85		65÷76				TCVN 8860-11:2011	
7. Độ rỗng cốt liệu (VMA) ứng với Va thiết kế, %	Va = 3%	≥ 16	≥ 14	≥ 13	≥ 12,5	≥ 12	≥ 11	TCVN 8860-10:2011
	Va = 4%	≥ 17	≥ 15	≥ 14	≥ 13,5	≥ 13	≥ 12	
	Va = 5%	≥ 18	≥ 16	≥ 15	≥ 14,5	≥ 14	≥ 13	
	Va = 6%	≥ 19	≥ 17	≥ 16	≥ 15,5	≥ 15	≥ 14	
8. Tỷ lệ P <sub>0,075</sub> / P <sub>aε</sub> <sup>(1)</sup>	0,6÷1,2		0,6÷1.6				Tính toán	
9. Chỉ tiêu đánh giá khả năng kháng lún vệt bánh xe, có thể sử dụng một trong hai chỉ tiêu sau : <sup>(2)</sup>							AASHTO T324-04	
								- 9a. Độ sâu vệt hằn bánh xe, sau 20000 lượt tác dụng tải, mm <sup>(3)</sup>
- 9b. Độ ổn định động, lần/mm <sup>(4)</sup>	-	> 1000				T 0719		

<sup>(1)</sup> Không bắt buộc đối với : Đường ô tô từ cấp IV (theo TCVN 4054) trở xuống, đường giao thông nông thôn, đường đô thị cấp nội bộ. P<sub>aε</sub> xác định theo TCVN 8820.

<sup>(2)</sup> Được thực hiện trong quá trình thiết kế hỗn hợp BTNC (giai đoạn thiết kế hoàn thiện, ứng với hàm lượng nhựa thiết kế). Không bắt buộc đối với: Đường ô tô từ cấp IV (theo TCVN 4054) trở xuống, đường giao thông nông thôn, đường đô thị cấp nội bộ; lớp móng trên của tầng móng đối với tất cả các loại đường, cấp đường.

<sup>(3)</sup> Mẫu thử nghiệm dạng tấm được chế tạo bằng phương pháp sử dụng đầm lăn, có độ rỗng dư bằng (7 ± 1) %; thử nghiệm trong môi trường nước ở 500C, áp lực bánh xe thử nghiệm 0,70 MPa.

<sup>(4)</sup> Mẫu thử nghiệm dạng tấm được chế tạo bằng phương pháp sử dụng đầm lăn, có độ rỗng dư bằng độ rỗng dư của hỗn hợp thiết kế; thử nghiệm trong môi trường không khí ở 60<sup>0</sup>C.

**1.5.1.1.2 Cốt liệu lớn:**

- Cốt liệu lớn (đá dăm) dùng cho BTNC phải là đá dăm được nghiền (xay) từ đá tảng, đá núi. Không được dùng cốt liệu nghiền từ đá mác nơ, đá sa thạch sét, đá diệp thạch sét. Không được sử dụng sỏi nghiền cho lớp mặt trên, lớp mặt dưới của đường ô tô cao tốc, đường ô tô từ cấp III trở lên, đường đô thị cấp đô thị và cấp khu vực.
- Cốt liệu lớn phải sạch, khô và có các chỉ tiêu cơ lý thỏa mãn các yêu cầu trong Bảng 4.

Bảng 4 - Các chỉ tiêu yêu cầu đối với cốt liệu lớn

Các chỉ tiêu	Mức, tương ứng với loại đường, cấp đường và vị trí lớp BTNC				Phương pháp thử
	Đường ô tô cao tốc, đường ô tô từ cấp III trở lên, đường đô thị cấp đô thị và cấp khu vực			Các cấp đường, loại đường khác	
	Lớp mặt trên	Lớp mặt dưới	Các lớp móng		
1. Cường độ nén của đá gốc, Mpa: - Đá mác ma, biến chất - Đá trầm tích	≥100 ≥80	≥80 ≥ 60	≥80 ≥60	≥80 ≥80	TCVN 7572-10: 2006 (căn cứ chứng chỉ thí nghiệm kiểm tra của mỏ đá cung cấp)
2. Độ hao mòn khi va đập trong máy Los Angeles, %	≤ 28	≤ 30	≤ 35	≤ 35	TCVN 7572-12 : 2006
3. Tỷ trọng khối	≥ 2,6	≥ 2,5	≥ 2,5	≥ 2,45	AASHTO T85
4. Độ hút nước, %	≤ 2	≤ 3	≤ 3	≤ 3	
5. Hàm lượng vật liệu nhỏ hơn 0,075mm xác định bằng phương pháp rửa, %	≤ 2	≤ 2	≤ 2	≤ 2	AASHTO T11
6. Hàm lượng sét cục và hạt mềm yếu, %	≤ 3	≤ 5	≤ 5	≤ 5	AASHTO T112
7. Hàm lượng hạt cuội sỏi bị đập vỡ (ít nhất là 2 mặt vỡ), %	- (1)	- (1)	≥ 80	≥ 80	TCVN 7572- 18 : 2006
8. Hàm lượng hạt thoi dẹt (tỷ lệ 1/3) <sup>(2)</sup> , % - Của hỗn hợp cốt liệu - Của phần hạt lớn hơn 9,5 mm - Của phần hạt nhỏ hơn hoặc bằng 9,5 mm	≤ 15 ≤ 12 ≤ 18	≤ 18 ≤ 15 ≤ 20	≤ 20 ≤ 20 ≤ 20	≤ 20 ≤ 20 ≤ 20	TCVN 7572- 13 : 2006
9. Độ góc cạnh, %	≥ 40	≥ 40	≥ 40	≥ 40	TCVN 11807 : 2017
10. Độ dính bám – nhựa đường <sup>(3)</sup> , cấp	≥ 3	≥ 23	≥ 23	≥ 3	TCVN 7504 : 2005
<p>(1) Lớp mặt trên và lớp mặt dưới không được sử dụng sỏi nghiền.                      (2) Sử dụng sàng mắt vuông loại bỏ các cỡ hạt &lt; 4,75 mm để lấy hỗn hợp cốt liệu thô đem xác định % hàm lượng hạt thoi dẹt cho cả hỗn hợp. Sau đó tách riêng phần &gt; 9,5mm và ≤ 9,5 mm để xác định % hạt thoi dẹt của các cỡ hạt &gt; 9,5 mm và % hạt thoi dẹt của các cỡ hạt ≤ 9,5 mm.                      (3) Thử nghiệm dùng cốt liệu thô và nhựa đường sử dụng cho dự án. Trường hợp độ dính bám đá - nhựa đường nhỏ hơn cấp 3 thì cần xem xét các giải pháp để đảm bảo độ dính bám đá - nhựa đường như sử dụng chất phụ gia tăng dính bám (xem 5.5) hoặc sử dụng nguồn cốt liệu khác; việc sử dụng giải pháp nào là do Chủ đầu tư quyết định.</p>					

**1.5.1.1.3 Cốt liệu nhỏ:**

- Cốt liệu nhỏ (cát) có thể là cát tự nhiên, cát nghiền (cát xay) hoặc hỗn hợp cát tự nhiên và cát nghiền; lượng cát tự nhiên sử dụng không quá 20 % tổng khối lượng hỗn hợp cốt liệu; đối với đường ô tô cao tốc, đường ô tô từ cấp III trở lên, đường đô thị cấp đô thị và cấp khu vực thì nên sử dụng nhiều cát nghiền.
- Cát tự nhiên không được lẫn tạp chất hữu cơ (gỗ, than, ...), không được lẫn bùn bả. Nếu cát bả thì phải phải rửa sạch mới được dùng.

- Cát nghiền phải được nghiền từ đá có cường độ nén không nhỏ hơn cường độ nén của đá dùng để sản xuất ra đá dăm.
- Các chỉ tiêu cơ lý của cốt liệu nhỏ phải thỏa mãn các yêu cầu quy định tại Bảng 5.

Bảng 5 - Các chỉ tiêu yêu cầu đối với cốt liệu nhỏ

Chỉ tiêu	Mức, tương ứng với loại, cấp đường		Phương pháp thử
	Đường cao tốc, đường ô tô từ cấp III trở lên, đường đô thị cấp đô thị và cấp khu vực	Các cấp, loại đường khác; lớp móng của tất cả các cấp, loại đường	
1. Mô đun độ lớn	≥ 2	≥ 2	AASHTO T127
2. Độ góc cạnh, %	≥ 45	≥ 40	TCVN 8860-7:2011
3. Tỷ trọng khối	≥ 2,50	≥ 2,45	AASHTO T84
4. Hàm lượng vật liệu nhỏ hơn 0,075mm xác định bằng phương pháp rửa, %	≤ 3	≤ 5	AASHTO T11
5. Giá trị đương lượng cát (ES), %	≥ 60	≥ 50	AASHTO T176

- Cát tự nhiên nên có thành phần cấp phối như trong Bảng 6.

Bảng 6 – Thành phần cấp phối cát tự nhiên

Cỡ sàng vuông	Lượng lọt qua sàng, %	
	Cát hạt lớn	Cát hạt vừa
9,5	100	100
4,75	90÷100	90÷100
2,36	65÷95	75÷90
1,18	35÷65	50÷90
0,600	15÷30	30÷60
0,300	15÷20	8÷30
0,150	0÷10	0÷10
0,075	0÷5	0÷5

- Cát nghiền nên có thành phần cấp phối như trong Bảng 7.

Bảng 7 – Thành phần cấp phối cát nghiền

Cỡ sàng vuông	Lượng lọt qua sàng, %	
	Cát hạt lớn	Cát hạt vừa
4,75	90÷100	100
2,36	60÷90	80÷100
1,18	40÷75	50÷80
0,600	20÷55	25÷60
0,300	7÷40	8÷45
0,150	2÷20	0÷25
0,075	0÷10	0÷15

#### 1.5.1.1.4 Bột khoáng:

- Bột khoáng là sản phẩm được nghiền từ đá các-bô-nát (đá vôi can-xít, đô-lô-mit), có cường độ nén của đá gốc lớn hơn 40 MPa, từ xỉ lò cao hoặc là xỉ măng.
- Đá các-bô-nát dùng sản xuất bột khoáng phải sạch, không lẫn các tạp chất hữu cơ, hàm lượng chung bụi bùn sét không quá 5 %.
- Bột khoáng phải khô, to, không được vón hòn.
- Các chỉ tiêu cơ lý của bột khoáng phải thỏa mãn các yêu cầu quy định trong Bảng 8.

**CHỈ DẪN KỸ THUẬT THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU**

*Dự án: Sửa chữa hư hỏng nền mặt đường, hoàn thiện hệ thống ATGT theo QCVN 41:2024 đoạn Km20+000 đến Km24+400, Quốc lộ 51*

*Bảng 8 - Các chỉ tiêu yêu cầu đối với bột khoáng*

Chỉ tiêu	Mức, tương ứng với loại đường, cấp đường		Phương pháp thử
	Đường cao tốc, đường ô tô từ cấp III trở lên, đường đô thị cấp đô thị và cấp khu vực	Các cấp, loại đường khác; lớp móng của tất cả các cấp, loại đường	
1. Khối lượng riêng, T/m <sup>3</sup>	≥ 2	≥ 2	TCVN 8735
2. Thành phần hạt (lượng lọt sàng qua các cỡ sàng mắt vuông), % 0,600 mm 0,150 mm 0,075 mm	100 90÷100 75÷100	100 90÷100 70÷100	TCVN 12884-2
3. Độ ẩm, %	≤ 1	≤ 1	TCVN 12884-2
4. Chỉ số dẻo của bột khoáng nghiền từ đá các bô nát <sup>(1)</sup> , %	≤ 4	≤ 4	TCVN 4197-1995
5. Hệ số kích thước	≤ 0,8	≤ 1	TCVN 12884-2

<sup>(1)</sup> Sử dụng phần bột khoáng lọt qua sàng lưới mắt vuông kích cỡ 0,425 mm để thử nghiệm giới hạn chảy, giới hạn dẻo; giới hạn chảy thử nghiệm theo phương pháp Casagrande.

- Có thể dùng bột khoáng thu hồi từ trạm trộn cho hỗn hợp BTNC làm các lớp mặt của đường ô tô từ cấp IV trở xuống, đường giao thông nông thôn, đường đô thị cấp nội bộ và lớp móng của tất cả các cấp đường, loại đường với lượng dùng không quá 25% tổng khối lượng bột khoáng yêu cầu khi thiết kế thành phần hỗn hợp BTNC. Việc cho phép sử dụng bột khoáng thu hồi để sản xuất hỗn hợp BTNC do Chủ đầu tư quyết định. Bột khoáng thu hồi phải thỏa mãn các chỉ tiêu quy định trong Bảng 8.

**1.5.1.1.5 Nhựa đường:**

- Nhựa đường dùng cho BTNC là loại nhựa đường gốc dầu mỏ thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật quy định tại Phụ lục A trong TCVN 13567-1: 2022.

*Bảng A.1 - Các chỉ tiêu chất lượng quy định với nhựa đường phân cấp theo độ kim lún*

Chỉ tiêu	Cấp nhựa đường theo độ kim lún						Phương pháp thử
	20-30	40-50	60-70	85-100	120-150	200-300	
1. Độ kim lún ở 25°C, 0,1 mm	20 ÷ 30	40 ÷ 50	60 ÷ 70	85 ÷ 100	120 ÷ 150	200 ÷ 300	TCVN 7495
2. Chỉ số độ kim lún (PI)	-1,5 ÷ 1,0						Mục A.2
3. Điểm hóa mềm, °C	≥ 55	≥ 49	≥ 46	≥ 45	≥ 40	≥ 35	TCVN 7497
4. Độ nhớt động lực ở 60°C, Pa.s	≥ 260	≥ 200	≥ 180	≥ 160	≥ 60	-	TCVN 8818-5
5. Độ kéo dài ở 25°C, 5cm/min, cm	≥ 40	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100	TCVN 7496
6. Hàm lượng paraffin, %	≤ 2,2						TCVN 7503
7. Điểm chớp cháy, °C	≥ 240	≥ 232	≥ 232	≥ 232	≥ 230	≥ 220	TCVN 7498
8. Độ hòa tan trong dung môi, có thể sử dụng các loại sau: - Sử dụng Tricloetylen, % - Sử dụng N-Propyl Bromide, %	≥ 99,0 ≥ 99,0						TCVN 7500 ASTM D 7553
9. Khối lượng riêng ở 25°C,	1,00 ÷ 1,05						TCVN 7501

g/cm <sup>3</sup>							
10. Các chỉ tiêu thí nghiệm trên mẫu nhựa sau khi thí nghiệm TFOT:							
10.1. Tồn thất khối lượng, %	≤ 0,8	≤ 0,8	≤ 0,8	≤ 1,0	≤ 1,3	≤ 1,5	TCVN 11711
10.2. Tỷ lệ độ kim lún còn lại so với độ kim lún ban đầu ở 25°C, %	≥ 58	≥ 58	≥ 54	≥ 50	≥ 46	≥ 40	TCVN 7495
10.3. Độ kéo dài ở 25°C, 5 cm/min, cm	-	-	≥ 50	≥ 75	≥ 100	≥ 100	TCVN 7496
11. Độ dính bám với đá <sup>(1)</sup> , cấp	≥ 3						TCVN 7504
<sup>(1)</sup> Chỉ tiêu đánh giá mức độ dính bám giữa nhựa đường và cốt liệu đá dùng cho dự án cụ thể; yêu cầu phải thực hiện khi chấp thuận vật liệu đầu vào cho dự án cũng như kiểm soát chất lượng vật liệu trong quá trình thực hiện dự án. Trường hợp độ dính bám với đá nhỏ hơn cấp 3 thì cần xem xét các giải pháp để đảm bảo độ dính bám như sử dụng chất phụ gia tăng dính bám hoặc sử dụng nguồn cốt liệu khác.							

- Có thể tham khảo lựa chọn loại, cấp nhựa đường tại Phụ lục B. Dùng loại, cấp nhựa đường nào do Chủ đầu tư quy định.

#### I.5.1.1.6 Phụ gia:

- Có thể sử dụng phụ gia cho hỗn hợp BTNC trong một số trường hợp sau: Muốn cải thiện một hoặc một số tính chất của nhựa đường (ví dụ độ dính bám đá - nhựa, độ nhớt của nhựa, ...), và / hoặc muốn cải thiện một hoặc một số chỉ tiêu cơ lý của hỗn hợp BTNC, và/hoặc tính năng khai thác, tuổi thọ của lớp mặt đường BTNC.
- Tùy theo mục đích sử dụng và thực tế dự án để lựa chọn loại phụ gia cho phù hợp; sử dụng loại phụ gia nào do Chủ đầu tư quyết định; liều lượng sử dụng xác định trong quá trình thiết kế hỗn hợp BTNC (có thử nghiệm so sánh với trường hợp không sử dụng phụ gia).
- Phụ gia dùng cho hỗn hợp BTNC có thể ở dạng lỏng, dạng bột, dạng hạt, dạng mảnh, dạng sợi.
- Tùy theo từng loại mà có thể được trộn với hỗn hợp BTNC theo một trong hai phương pháp sau:
  - + Phương pháp trộn ướt (Wet Process): Phụ gia được định lượng sau đó trộn với nhựa đường ngay ở trạm trộn BTNC ở nhiệt độ và tốc độ khuấy trộn nhất định. Sau đó nhựa đường đã trộn phụ gia được bơm lên thùng trộn, để trộn với hỗn hợp cốt liệu.
  - + Phương pháp trộn khô (Dry Process): Phụ gia được định lượng sau đó được đưa lên thùng trộn, trộn với hỗn hợp cốt liệu đã được sấy nóng, sau đó hỗn hợp cốt liệu đã trộn phụ gia tiếp tục được trộn với nhựa đường để tạo thành hỗn hợp BTNC.
- Nguyên tắc sử dụng phụ gia:
  - + Hỗn hợp BTNC sử dụng phụ gia được thiết kế, sản xuất, thi công, kiểm tra, nghiệm thu theo quy định trong tiêu chuẩn này và hướng dẫn của đơn vị cung ứng phụ gia.
  - + Việc sử dụng phụ gia phải đảm bảo mục tiêu như quy định tại 5.5.1 (TCVN 13567-1: 2022). Phụ gia phải đảm bảo an toàn cho môi trường, an toàn lao động. Đơn vị cung ứng phụ gia phải chịu trách nhiệm pháp lý về chất lượng phụ gia theo quy định hiện hành.

#### I.5.1.2 Thiết kế hỗn hợp bê tông nhựa chặt:

- Mục đích của công tác thiết kế là tìm ra được tỷ lệ phối hợp các loại vật liệu khoáng (cốt liệu lớn, cốt liệu nhỏ, bột khoáng) để thỏa mãn thành phần cấp phối hỗn hợp BTNC quy định tại Bảng 1 và tìm ra được hàm lượng nhựa đường tối ưu thỏa mãn các chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu trong Bảng 3.
- Việc thiết kế hỗn hợp BTNC được tiến hành theo phương pháp Marshall theo TCVN 8820.
  - **CHÚ THÍCH:** Đối với BTNC cấp phối thô, có thể tham khảo Phụ lục D để lựa chọn được hỗn hợp phù hợp nhất.
- Trình tự thiết kế hỗn hợp BTNC: Được tiến hành theo 3 bước: Thiết kế sơ bộ (Cold mix design), thiết kế hoàn chỉnh (Hot mix design) và xác lập công thức chế tạo hỗn hợp BTNC (Job mix formular). Trình tự thiết kế theo TCVN 8820. Nhiệt độ chế bị mẫu thí nghiệm theo quy định trong Bảng 10.
- Thiết kế sơ bộ: Mục đích của công tác thiết kế này nhằm xác định sự phù hợp về chất lượng và thành phần hạt của các loại cốt liệu sẵn có tại nơi thi công, khả năng sử dụng những cốt liệu này để sản xuất ra hỗn hợp BTNC thỏa mãn các chỉ tiêu quy định. Sử dụng vật liệu tại khu vực tập kết vật liệu của trạm trộn để thiết kế. Kết quả thiết kế sơ bộ là cơ sở định hướng cho thiết kế hoàn chỉnh.
- Thiết kế hoàn chỉnh: Mục đích của công tác thiết kế này nhằm xác định thành phần cấp phối của hỗn hợp cốt liệu và hàm lượng nhựa tối ưu khi cốt liệu đã được sấy nóng. Tiến hành chạy thử trạm trộn trên cơ sở số liệu của thiết kế sơ bộ. Lấy mẫu cốt liệu tại các phễu dự trữ cốt liệu nóng để thiết kế. Kết quả thiết kế hoàn chỉnh là cơ sở để quyết định sản xuất thử hỗn hợp BTNC và rải thử lớp BTNC.
- Xác lập công thức chế tạo hỗn hợp BTNC: Trên cơ sở thiết kế hoàn chỉnh, tiến hành công tác rải thử. Trên cơ sở kết quả sau khi rải thử lớp BTNC, tiến hành các điều chỉnh (nếu thấy cần thiết) để đưa ra công thức chế tạo hỗn hợp phục vụ thi công đại trà lớp BTNC. Công thức chế tạo hỗn hợp BTNC là cơ sở cho toàn bộ công tác tiếp theo: Sản xuất hỗn hợp tại trạm trộn, thi công, kiểm tra giám sát chất lượng và nghiệm thu. Công thức chế tạo hỗn hợp BTNC được Tư vấn giám sát chấp thuận, Chủ đầu tư phê duyệt, phải chỉ ra tối thiểu các nội dung sau:
  - + Nguồn gốc các loại vật liệu sử dụng: Nhựa đường, cốt liệu lớn, cốt liệu nhỏ, bột khoáng, phụ gia (nếu có);
  - + Kết quả thử nghiệm kiểm tra các loại vật liệu sử dụng: Nhựa đường, cốt liệu lớn, cốt liệu nhỏ, bột khoáng (bao gồm cả bột khoáng thu hồi nếu có sử dụng), phụ gia (nếu có);
  - + Tỷ lệ phối hợp giữa các loại cốt liệu: Cốt liệu lớn, cốt liệu nhỏ, bột khoáng (bao gồm cả bột khoáng thu hồi nếu có sử dụng) tại phễu nguội, phễu nóng;
  - + Thành phần cấp phối của hỗn hợp cốt liệu (được tính toán theo tỷ lệ phối hợp tại các phễu nóng);
  - + Kết quả thí nghiệm Marshall, hàm lượng nhựa đường tối ưu (tính theo phần trăm khối lượng của hỗn hợp bê tông nhựa), hàm lượng phụ gia sử dụng (nếu có);
  - + Tỷ trọng lớn nhất của hỗn hợp BTNC (là cơ sở để xác định độ rỗng dư);
  - + Khối lượng thể tích của mẫu hỗn hợp BTNC đã đầm nén ứng với hàm lượng nhựa đường tối ưu sử dụng (là cơ sở để xác định độ chặt lu lèn K);
  - + Phương án thi công ngoài hiện trường như: Chiều dày lớp BTNC chưa lu lèn, loại lu, sơ đồ lu, số lượt lu trên một điểm,...

- **CHÚ THÍCH:** Thành phần cấp phối của hỗn hợp cốt liệu và hàm lượng nhựa đường cần kèm theo các dung sai cho phép khi trộn hỗn hợp BTNC như quy định trong Bảng 9. Thành phần cấp phối hỗn hợp cốt liệu sau khi trộn hỗn hợp BTNC phải thỏa mãn đồng thời cả dung sai cho phép như quy định trong Bảng 9 và yêu cầu quy định trong Bảng 1.
- Trong quá trình thi công, nếu có bất cứ sự thay đổi nào về nguồn vật liệu đầu vào hoặc có sự biến đổi lớn về chất lượng của vật liệu thì phải làm lại thiết kế hỗn hợp BTNC theo các giai đoạn nêu trên và xác định lại công thức chế tạo hỗn hợp BTNC.

**I.5.1.3 Thi công các lớp mặt đường bê tông nhựa:**

**I.5.1.3.1 Phối hợp các công việc để thi công:**

- Phải đảm bảo nhịp nhàng hoạt động của trạm trộn, phương tiện vận chuyển hỗn hợp ra hiện trường, thiết bị rải và phương tiện lu lèn. Cần đảm bảo năng suất trạm trộn phù hợp với năng suất của máy rải.
- Khoảng cách giữa các trạm trộn và hiện trường thi công phải bảo đảm sao cho hỗn hợp khi được vận chuyển đến hiện trường vẫn ở trong phạm vi nhiệt độ quy định.

Bảng 10 - Nhiệt độ các công đoạn sản xuất, thi công lớp BTNC

Các công đoạn sản xuất, thi công lớp BTNC	Nhiệt độ, °C tương ứng với cấp (mác) nhựa đường sử dụng	
	40/50	60/70
1. Nhiệt độ đun nóng nhựa đường ở trạm trộn và khi chế tạo mẫu thử trong phòng thử nghiệm <sup>(1)</sup>	160÷170	155÷165
2. Nhiệt độ nung nóng cốt liệu ở trạm trộn và khi chế tạo mẫu thử trong phòng thử nghiệm <sup>(1)</sup>	Cao hơn nhiệt độ đun nóng nhựa đường (10 ÷ 20) °C, thông thường khoảng 15°C	
3. Nhiệt độ hỗn hợp khi xả từ thùng trộn vào thùng ô tô tải vận chuyển <sup>(1)</sup>	150÷170	145÷165
4. Nhiệt độ phải loại bỏ hỗn hợp	≥ 200	≥ 195
5. Nhiệt độ hỗn hợp trên xe tải vận chuyển đến hiện trường	≥ 150	≥ 145
6. Nhiệt độ hỗn hợp khi rải tương ứng khi nhiệt độ bề mặt lớp dưới là <sup>(2)</sup> :		
(15 ÷ 20) °C	≥ 140 (130)	≥ 130 (128)
(20 ÷ 25) °C	≥ 138 (128)	≥ 132 (126)
(25 ÷ 30) °C	≥ 132 (126)	≥ 130 (124)
>300C	≥ 130 (125)	≥ 125 (120)
7. Nhiệt độ hỗn hợp lúc bắt đầu lu	Không nhỏ hơn nhiệt độ rải quá 5°C	
8. Nhiệt độ bề mặt lớp hỗn hợp khi kết thúc lu lèn:		
- Nếu dùng lu bánh thép	≥ 80	≥ 70
- Nếu dùng lu bánh lốp	≥ 85	≥ 80
- Nếu dùng lu rung	≥ 75	≥ 70
9. Nhiệt độ bề mặt lớp hỗn hợp khi xe lưu thông	≤ 50	≤ 50
10. Nhiệt độ trộn hỗn hợp khi chế tạo mẫu thử trong phòng thử nghiệm	150 ÷ 170	145 ÷ 165
11. Nhiệt độ đầm nén mẫu thử trong phòng thử nghiệm	140 ÷ 160	135 ÷ 155

<sup>(1)</sup> Nên chọn trị số cao khi thi công về mùa lạnh (nhiệt độ không khí ≥ 15°C).

<sup>(2)</sup> Nhiệt độ rải là thích hợp với trường hợp bề dày lớp BTNC không quá 5cm, trị số nhiệt độ rải nằm trong

ngoặc đơn là thích hợp với trường hợp bề dày lớp BTNC lớn hơn 8cm. Nếu bề dày lớp BTNC trong khoảng từ 5cm đến 8cm thì chọn nhiệt độ trung bình giữa trị số không có ngoặc đơn và có ngoặc đơn.

#### ***1.5.1.3.2 Yêu cầu về điều kiện thi công :***

- Chỉ được thi công lớp BTNC khi nhiệt độ không khí lớn hơn 15<sup>0</sup>C. Không được thi công khi trời mưa.
- Cần đảm bảo công tác rải và lu lèn được hoàn thiện vào ban ngày. Trường hợp đặc biệt cần thi công vào ban đêm, phải có đủ thiết bị chiếu sáng để đảm bảo chất lượng và an toàn trong quá trình thi công và được Tư vấn giám sát chấp thuận.

#### ***1.5.1.3.3 Yêu cầu về đoạn thi công thử :***

- Trước khi thi công đại trà hoặc khi sử dụng một loại hỗn hợp BTNC khác, phải tiến hành thi công thử một đoạn để kiểm tra và xác định công nghệ thi công làm cơ sở áp dụng cho thi công đại trà. Đoạn thi công thử phải có chiều dài tối thiểu 100m, rộng tối thiểu một làn xe. Đoạn thi công thử được chọn ngay trên công trình sẽ thi công đại trà hoặc trên công trình có tính chất tương tự (là công trình có lớp vật liệu phía dưới sẽ rải thử lớp BTNC lên và điều kiện khí hậu gần tương tự như công trình sẽ thi công đại trà).
- ***CHÚ THÍCH:*** Đối với công trình có khối lượng thi công BTNC nhỏ, không đủ chiều dài 100 m thì Chủ đầu tư quyết định rải thử với chiều dài ngắn hơn hoặc không rải thử nhưng lớp BTNC thi công vẫn phải đảm bảo chất lượng quy định trong tiêu chuẩn này.
- Số liệu thu được sau khi rải thử sẽ là cơ sở để chỉnh sửa (nếu có) và chấp thuận để thi công đại trà. Các số liệu chấp thuận bao gồm:
  - + Công thức chế tạo hỗn hợp BTNC (theo 6.3.3);
  - + Phương án và công nghệ thi công: Loại vật liệu tưới dính bóm, hoặc thấm bóm; tỷ lệ tưới dính bóm, hoặc thấm bóm; thời gian cho phép rải lớp hỗn hợp BTNC sau khi tưới vật liệu dính bóm hoặc thấm bóm; chiều dày rải lớp hỗn hợp chưa lu lèn; nhiệt độ rải; nhiệt độ lu lèn bắt đầu và kết thúc; sơ đồ lu lèn của các loại lu khác nhau, số lượt lu cần thiết; độ chặt lu lèn; độ bằng phẳng; độ nhám bề mặt sau khi thi công.
  - + Nếu đoạn thi công thử chưa đạt được chất lượng yêu cầu thì phải làm một đoạn thử khác, với sự điều chỉnh lại công thức chế tạo hỗn hợp, công nghệ thi công cho đến khi đạt được chất lượng yêu cầu.

#### ***1.5.1.3.4 Chuẩn bị mặt bằng:***

- Phải làm sạch bụi bẩn và vật liệu không thích hợp rơi vãi trên bề mặt sẽ rải hỗn hợp BTNC lên bằng máy quét, máy thổi, máy hút, vòi phun nước (nếu cần) và bắt buộc phải hong khô. Sử dụng thiết bị và công nghệ làm sạch sao cho giảm thiểu phát tán bụi vào môi trường xung quanh; đối với đường qua khu đông dân cư, cần sử dụng thiết bị liên hợp thực hiện đồng thời quét, thổi, hút bụi bẩn và vật liệu không thích hợp rơi vãi trên bề mặt. Bề mặt chuẩn bị phải rộng hơn sang mỗi phía lề đường ít nhất là 20 cm so với bề rộng sẽ được tưới thấm bóm hoặc dính bóm.
- Trước khi rải hỗn hợp BTNC trên mặt đường cũ phải tiến hành công tác sửa chữa chỗ lồi lõm, vá ổ gà, bù vênh mặt. Nếu dùng hỗn hợp đá nhựa rải nguội để sửa chữa thì phải hoàn thành trước ít nhất 15 ngày; nếu dùng hỗn hợp rải nóng thì phải hoàn thành trước ít nhất 1 ngày.

- Bề mặt chuẩn bị, hoặc là mặt của lớp móng hay mặt của lớp dưới của mặt đường sẽ rải phải bảo đảm cao độ, độ bằng phẳng, độ dốc ngang, độ dốc dọc với các sai số nằm trong phạm vi cho phép mà các tiêu chuẩn kỹ thuật tương ứng đã quy định.
- Tưới vật liệu thấm bám hoặc dính bám: Trước khi rải hỗn hợp BTNC phải tưới vật liệu thấm bám hoặc dính bám.

*b. Tưới vật liệu thấm bám:*

- Dùng nhựa đường đặc gốc dầu mỏ có độ kim lún 60/70 (theo TCVN 7493:2005) để tưới thấm bám. Nhựa đường được pha với dầu và đun nóng đến 150°C khi tưới. Thời gian từ lúc tưới thấm bám đến khi rải lớp bê tông nhựa phải đủ để nhựa lỏng kịp thấm sâu xuống lớp móng độ 5-10 mm và đủ để cho dầu nhẹ bay hơi, do Tư vấn giám sát quyết định, thông thường sau khoảng 1 ngày.

*c. Tưới vật liệu dính bám:*

- Dùng nhũ tương axit phân tách nhanh CRS-1 và chỉ được tưới trên bề mặt sạch, khô hoặc hơi ẩm. Thời gian từ lúc tưới dính bám đến khi rải lớp BTNC phải đủ để nhũ tương phân tách hoàn toàn (khi nhũ tương dính bám chuyển sang màu đen) và do Tư vấn giám sát quyết định, thông thường sau ít nhất từ 2 h đến 4 h.

**1.5.1.3.5 Vận chuyển hỗn hợp bê tông nhựa:**

- Dùng ô tô tự đổ vận chuyển hỗn hợp BTNC. Chọn ô tô có trọng tải và số lượng phù hợp với công suất của trạm trộn, của máy rải và cự li vận chuyển, bảo đảm sự liên tục, nhịp nhàng ở các khâu. Khi thi công đường cao tốc nên có 5 xe chờ gần máy rải (100 ÷ 300) m mới bắt đầu rải.
- Cần phải có kế hoạch vận chuyển phù hợp sao cho nhiệt độ của hỗn hợp đến nơi rải không thấp hơn quy định trong Bảng 10.
- Thùng xe vận chuyển hỗn hợp BTNC phải kín, sạch, được phun đều một lớp mỏng dung dịch xà phòng (hoặc các loại dầu chống dính bám) vào thành và đáy thùng. Không được dùng dầu mazút, dầu diezen hay các dung môi làm hoà tan nhựa đường để quét lên đáy và thành thùng xe. Xe phải có bạt che phủ. Bánh xe nên rửa sạch trước khi vào hiện trường và khi đi lên lớp dính bám hoặc thấm bám xe không được phanh gấp.
- Mỗi chuyến ô tô vận chuyển hỗn hợp BTNC khi rời trạm trộn phải có phiếu xuất xưởng ghi rõ loại hỗn hợp BTNC, nhiệt độ hỗn hợp, khối lượng, chất lượng hỗn hợp (đánh giá bằng mắt về độ đồng đều), thời điểm xe rời trạm trộn, nơi xe sẽ đến, tên người lái xe. Trước khi ô tô đi vào phạm vi đã được tưới thấm bám hoặc dính bám, các lớp xe cần được làm sạch bằng cách phù hợp để hạn chế làm bẩn bề mặt lớp vật liệu thấm bám hoặc dính bám.
- Trước khi đổ hỗn hợp BTNC vào phễu máy rải phải kiểm tra nhiệt độ hỗn hợp bằng nhiệt kế. Nếu nhiệt độ hỗn hợp thấp hơn nhiệt độ nhỏ nhất quy định cho công đoạn rải (xem Bảng 10) thì phải loại bỏ. Nếu quan sát thấy hỗn hợp trên thùng xe bị phân ly hoặc bị ướt thì cũng phải loại bỏ.

**1.5.1.3.6 Rải hỗn hợp BTN:**

- Hỗn hợp BTNC được rải bằng máy chuyên dùng. Đối với đường ô tô cao tốc, đường ô tô từ cấp III trở lên, đường đô thị cấp đô thị và cấp khu vực yêu cầu phải sử dụng máy rải có hệ thống điều chỉnh cao độ tự động. Trừ những chỗ hẹp cục bộ không rải được bằng máy thì cho phép rải thủ công và tuân theo quy định.
- Tùy theo bề rộng mặt đường, nên dùng 2 hoặc 3 máy rải hoạt động đồng thời trên 2 hoặc 3 vệt rải. Các máy rải phải đi cách nhau (10 ÷ 20) m. Trường hợp dùng một máy

- rải, trình tự rải phải được tổ chức sao cho khoảng cách giữa các điểm cuối của các vệt rải trong ngày là ngắn nhất.
- Trước khi rải ( $0,5 \div 1,0$ ) h phải đốt nóng tấm là, guồng xoắn đến trên  $1000^{\circ}\text{C}$ .
  - Ô tô chở hỗn hợp đi lùi tới phễu máy rải, bánh xe tiếp xúc đều và nhẹ nhàng với 2 trục lăn của máy rải. Sau đó điều khiển cho thùng ben đổ từ từ hỗn hợp xuống giữa phễu máy rải. Xe để số 0, máy rải sẽ đẩy ô tô từ từ về phía trước cùng máy rải. Khi hỗn hợp đã phân đều dọc theo guồng xoắn của máy rải và ngập tới  $2/3$  chiều cao guồng xoắn thì máy rải tiến về phía trước theo vệt quy định. Trong quá trình rải luôn giữ cho hỗn hợp thường xuyên ngập  $2/3$  chiều cao guồng xoắn.
  - Trong suốt thời gian rải hỗn hợp BTNC bắt buộc phải để thanh đầm (hoặc bộ phận chấn động trên tấm là) của máy rải luôn hoạt động.
  - Tùy bề dày của lớp rải và năng suất của máy mà chọn tốc độ của máy rải cho thích hợp để không xảy ra hiện tượng bề mặt bị nứt nẻ, bị xé rách hoặc không đều đặn. Tốc độ rải thường trong khoảng ( $2 \div 6$ ) m/min và phải được Tư vấn giám sát chấp thuận tốc độ rải và phải được giữ đúng và đều trong suốt quá trình rải.
  - Phải thường xuyên dùng thước sắt đã đánh dấu để kiểm tra bề dày rải. Đối với máy không có bộ phận tự động điều chỉnh thì vận tay nâng (hay hạ) tấm là từ từ để chiều dày lớp không bị thay đổi đột ngột. Nếu phát hiện hỗn hợp rải có hiện tượng phân ly, rạn nứt, làn sóng, vệt hàn thì phải tìm nguyên nhân để khắc phục ngay.
  - Khi máy rải làm việc, bố trí công nhân cầm dụng cụ theo máy để làm các việc sau:
    - + Lấy hỗn hợp hạt nhỏ từ trong phễu máy té phủ rải thành lớp mỏng dọc theo mỗi nối, san đều các chỗ lồi lõm, rỗ của mỗi nối trước khi lu lèn;
    - + Gọt bỏ, bù phụ những chỗ lồi lõm, rỗ mặt cục bộ trên lớp BTNC mới rải.
  - Cuối ngày làm việc, máy rải phải chạy không tải ra quá cuối vệt rải khoảng từ ( $5 \div 7$ ) m mới được ngừng hoạt động.
  - Trên đoạn đường có dốc dọc lớn hơn  $40\%$  phải tiến hành rải hỗn hợp từ chân dốc đi lên. Nên dùng hai hoặc nhiều máy rải đi cánh nhau ( $10 \div 20$ ) m.
  - Trường hợp máy rải đang làm việc bị hỏng thì phải báo ngay về trạm trộn tạm ngừng cung cấp hỗn hợp BTNC và cho phép dùng máy san tự hành san nốt lượng hỗn hợp còn lại trong trường hợp không phải là lớp mặt trên cùng của đường ô tô cao tốc, đường ô tô từ cấp III trở lên, đường đô thị cấp đô thị và cấp khu vực.
  - Trường hợp máy đang rải gặp mưa đột ngột thì:
    - + Báo ngay về trạm trộn tạm ngừng cung cấp hỗn hợp;
    - + Nếu lớp hỗn hợp BTNC đã được lu lèn trên  $2/3$  tổng số lượt lu yêu cầu thì cho phép tiếp tục lu trong mưa cho đến hết số lượt lu lèn yêu cầu. Ngược lại thì phải ngừng lu và gạt bỏ hỗn hợp ra ngoài phạm vi mặt đường. Chỉ khi nào mặt đường khô ráo lại mới được tiếp tục rải hỗn hợp.
  - Trường hợp phải rải bằng thủ công (ở các chỗ hẹp cục bộ) cần tuân quy định sau:
    - + Dùng xẻng xúc hỗn hợp BTNC và đổ thấp tay, không được hất từ xa để tránh hỗn hợp bị phân tầng;
    - + Dùng cào và bàn trang trải đều hỗn hợp BTNC thành một lớp bằng phẳng đạt dốc ngang yêu cầu, có bề dày dự kiến bằng ( $1,35 \div 1,45$ ) lần bề dày lớp BTNC thiết kế (xác định chính xác qua thử nghiệm lu lèn tại hiện trường);

- + Việc rải thủ công cần tiến hành đồng thời với việc rải bằng máy để có thể lu lèn đồng thời vệt rải bằng máy và chỗ rải bằng thủ công, bảo đảm mặt đường không có vết nối.
- Mỗi nối ngang:
  - + Mỗi nối ngang sau mỗi ngày làm việc phải vuông góc với tim đường; trước khi rải tiếp thì phải dùng máy cắt bỏ phần đầu mỗi nối, vệ sinh sạch vết cắt, sau đó dùng vật liệu tươi dính bám quét lên thành mép cắt để đảm bảo vệt rải mới và cũ dính kết tốt.
  - + Các mối nối ngang của lớp trên và lớp dưới cách nhau ít nhất là 1 m;
  - + Các mối nối ngang của các vệt rải ở cùng một lớp được bố trí so le tối thiểu 25 cm.
- Mỗi nối dọc:
  - + Mỗi nối dọc sau mỗi ngày làm việc phải được cắt bỏ phần rìa dọc vệt rải cũ, vệ sinh sạch vết cắt, sau đó dùng vật liệu tươi dính bám quét lên thành mép cắt để đảm bảo vệt rải mới và cũ dính kết tốt.
  - + Các mối dọc của lớp trên và lớp dưới cách nhau ít nhất là 20 cm.
  - + Các mối nối dọc của lớp trên và lớp dưới nên được bố trí sao cho các đường nối dọc của lớp trên cùng của mặt đường bê tông nhựa trùng với vị trí các đường phân chia các làn giao thông hoặc trùng với tim đường đối với đường 2 làn xe.

#### ***1.5.1.3.7 Lu lèn lớp bê tông nhựa:***

- Thiết bị lu lèn ít nhất phải có lu bánh thép nhẹ ( $6 \div 8$ )T, lu bánh thép nặng ( $10 \div 12$ ) T và lu bánh hơi có lớp nhẵn đi theo một máy rải. Khi thi công về mùa lạnh (nhiệt độ không khí từ  $15^{\circ}\text{C}$  đến  $20^{\circ}\text{C}$ ) thì nên huy động tối thiểu 5 lu (gồm 3 lu loại trên) để lu kịp trước khi hỗn hợp nguội. Ngoài ra có thể lu lèn bằng cách phối hợp các máy lu sau:
  - + Lu bánh hơi phối hợp với lu bánh thép;
  - + Lu rung phối hợp với lu bánh thép;
  - + Lu rung phối hợp với lu bánh hơi.
- Lu bánh hơi phải có tối thiểu 7 bánh, các lớp nhẵn đồng đều và có khả năng hoạt động với áp lực lớp đến 0,85 MPa. Mỗi lớp sẽ được bơm tới áp lực quy định và chênh lệch áp lực giữa hai lớp bất kỳ không được vượt quá 0,03 daN/cm<sup>2</sup>. Phải có biện pháp để điều chỉnh tải trọng của lu bánh hơi sao cho tải trọng trên mỗi bánh lớp có thể thay đổi từ ( $1,5 \div 2,5$ ) T.
- Ngay sau khi hỗn hợp BTNC được rải và làm phẳng sơ bộ, cần phải tiến hành kiểm tra và sửa những chỗ không đều. Nhiệt độ hỗn hợp sau khi rải và nhiệt độ lúc lu phải được giám sát chặt chẽ đảm bảo trong giới hạn đã quy định (Bảng 10).
- Sơ đồ lu lèn, tốc độ lu lèn, sự phối hợp các loại lu, số lần lu lèn qua một điểm của từng loại lu để đạt được độ chặt yêu cầu được xác định trên đoạn rải thử, có thể tham khảo các chỉ dẫn dưới đây:
  - + Lu sơ bộ, phải bám sát máy rải để nhanh chóng lu lèn bề mặt nhằm tránh hỗn hợp bị mất nhiệt; thông thường dùng lu bánh sắt ( $6 \div 8$ )T hoặc lu bánh lớp nhẵn lu ( $1 \div 2$ ) lần/điểm. Kết thúc lu sơ bộ cần kiểm tra độ dốc mũi luyện và độ bằng phẳng của lớp thi công.
  - + Giai đoạn lu chặt:

- Không được đồng thời dùng các loại lu khác nhau trên cùng một lượt lu trong phạm vi bề rộng của đoạn thi công để tránh gây ra không đồng đều về độ chặt. Chiều dài mỗi đoạn lu chặt không nên quá 60 m.
- Trong giai đoạn này nên dùng lu bánh lốp có tổng trọng lượng  $\geq 25 T$ , áp lực lốp không được dưới 0,6 MPa và phải bơm để áp lực hơi giữa các bánh bằng nhau (để tránh tạo ra hiện tượng độ chặt giữa các vệt không đồng đều).
- Nên dùng lu chấn động để lu chặt lớp BTNC, tần suất chấn động khi lu nên bằng  $(35 \div 50)$  Hz với biên độ chấn động bằng  $(0,3 \div 0,8)$  mm (bề dày lớp lu lèn càng lớn càng cần chọn tần số và biên độ chấn động lớn). Mỗi khi chuyển hướng phải tắt chấn động.
- Nếu dùng lu bánh thép nhấn để lu chặt thì phải dùng lu nặng  $\geq 12 T$ .
  - + Giai đoạn lu cuối nên dùng lu bánh thép loại 2 bánh, 3 bánh hoặc lu chấn động tắt chấn động lu ít nhất 2 lượt cho đến khi mặt lớp BTNC không còn vệt hằn. Nếu ở cuối giai đoạn lu chặt, bề mặt BTNC không còn vệt hằn thì có thể bỏ qua giai đoạn này
- Bề dày lu lèn một lớp BTNC có thể tham khảo ở Bảng 1.
- Lu lèn phải được tiến hành liên tục với tốc độ đều trong thời gian hỗn hợp còn giữ được nhiệt độ lu lèn có hiệu quả, không được thấp hơn nhiệt độ kế thúc lu lèn (xem Bảng 10). Vệt bánh lu phải chồng lên nhau ít nhất là 20cm. Những lượt lu đầu tiên dành cho mỗi nới dọc, sau đó tiến hành lu từ mép ngoài song song với tim đường và dịch dần về phía tim đường. Khi lu trong đường cong có bố trí siêu cao việc lu sẽ tiến hành từ bên thấp dịch dần về phía bên cao. Các lượt lu không được dừng tại các điểm nằm trong phạm vi 1 m tính từ điểm cuối của các lượt trước. Khi lu khởi động, đổi hướng tiến lùi... phải thao tác nhẹ nhàng, không thay đổi đột ngột để hỗn hợp BTNC không bị dịch chuyển và xé rách.
- Trong quá trình lu, đối với lu bánh sắt phải thường xuyên làm ẩm bánh sắt bằng nước. Đối với lu bánh hơi, dùng dầu chống dính bám bôi mặt lốp vài lượt đầu, khi lốp đã có nhiệt độ xấp xỉ với nhiệt độ của hỗn hợp BTNC thì sẽ không xảy ra tình trạng dính bám nữa. Không được dùng nước để làm ẩm lốp bánh hơi. Không được dùng dầu diesel, dầu cặn hay các dung môi có khả năng hoà tan nhựa đường để bôi vào bánh lu.
- Máy lu và các thiết bị nặng không được đỗ lại trên lớp BTNC chưa được lu lèn chặt và chưa nguội hẳn.
- Trong khi lu lèn nếu thấy lớp BTNC bị nứt nẻ hoặc bị làn sóng phải tìm nguyên nhân để điều chỉnh (nhiệt độ, tốc độ lu, tải trọng lu...).
- Kết thúc lu lèn phải chờ lớp BTNC giảm nhiệt độ bề mặt đến dưới 50°C mới được cho thông xe.
- Việc kiểm soát độ chặt lu lèn và bề dày lu lèn thực tế đạt được là rất quan trọng đối với chất lượng lớp BTNC về lâu dài và cả ngay thời gian đầu mới đưa đường vào khai thác, phải kiểm soát được độ chặt và bề dày trên thực tế đạt được và cả mức độ đồng đều về độ chặt và bề dày trên mỗi đoạn đường. Cách kiểm soát và đánh giá các chỉ tiêu này có thể tham khảo ở Phụ lục E.

#### 1.5.1.4 Công tác giám sát, kiểm tra và nghiệm thu lớp bê tông nhựa:

##### 1.5.1.4.1 Công tác giám sát:

- Công tác giám sát kiểm tra được tiến hành thường xuyên trước khi rải, trong khi rải và sau khi rải lớp BTNC. Các quy định về công tác kiểm tra nêu dưới đây là quy định tối

thiếu, căn cứ vào tình hình thực tế tại công trình mà Tư vấn giám sát có thể tăng tần suất kiểm tra cho phù hợp.

**1.5.1.4.2 Kiểm tra hiện trường trước khi thi công, bao gồm các nội dung sau:**

- Tình trạng bề mặt trên đó sẽ rải BTNC, độ dốc ngang, độ dốc dọc, cao độ, bề rộng;
- Tình trạng lớp nhựa tươi thấm bám hoặc dính bám;
- Hệ thống cao độ chuẩn;
- Thiết bị rải, lu lèn, thiết bị thông tin liên lạc, lực lượng thi công, hệ thống đảm bảo an toàn giao thông và an toàn lao động.

**1.5.1.4.3 Kiểm tra chất lượng vật liệu:**

- Kiểm tra chấp thuận vật liệu khi đưa vào công trình:
  - + Cốt liệu lớn, cốt liệu nhỏ, bột khoáng: Kiểm tra các chỉ tiêu quy định cho mỗi đợt nhập vật liệu.
  - + Nhựa đường: Kiểm tra các chỉ tiêu chất lượng theo quy định cho mỗi đợt nhập vật liệu;
  - + Phụ gia: Kiểm tra các chỉ tiêu chất lượng theo quy định cho mỗi đợt nhập vật liệu;
  - + Vật liệu tưới thấm bám, dính bám: Kiểm tra các chỉ tiêu chất lượng cho mỗi đợt nhập vật liệu.
- **CHÚ THÍCH:** Mẫu cốt liệu thô, cốt liệu nhỏ được lấy theo AASHTO T2, được rút gọn đến khối lượng thử nghiệm theo AASHTO T248; mẫu nhựa đường, vật liệu thấm bám, vật liệu dính bám được lấy theo TCVN 7494.
- Kiểm tra vật liệu trong quá trình sản xuất hỗn hợp BTNC: Theo quy định trong Bảng 11.

*Bảng 11 - Kiểm tra vật liệu trong quá trình sản xuất hỗn hợp BTNC*

Loại vật liệu	Chỉ tiêu kiểm tra	Tần suất	Vị trí kiểm tra	Căn cứ
1. Cốt liệu lớn	- Thành phần hạt - Hàm lượng hạt thoi dẹt - Hàm lượng vật liệu < 0,075mm	2 ngày/lần hoặc 200 m <sup>3</sup> /lần	Khu vực tập kết cốt liệu lớn	Bảng 4
2. Cốt liệu nhỏ	- Thành phần hạt - Hệ số đương lượng cát	2 ngày/lần hoặc 200 m <sup>3</sup> /lần	Khu vực tập kết cốt liệu nhỏ	Bảng 5, Bảng 6 và Bảng 7
3. Bột khoáng	- Thành phần hạt - Chỉ số dẻo - Độ ẩm	2 ngày/lần hoặc 50 tấn	Kho chứa bột khoáng	Bảng 8
4. Nhựa đường	- Độ kim lún - Điểm hoá mềm	1 ngày/lần	Thùng nấu nhựa đường sơ bộ	Phụ lục A

1. Với trạm trộn liên tục thì tần suất kiểm tra tại các mục (1), (2) và (3) là 1 lần/ngày.
2. Trong trường hợp sử dụng bột khoáng thu hồi (theo 5.3.5) thì phải tiến hành lấy mẫu bột khoáng thu hồi trong quá trình sản xuất hỗn hợp BTNC cho đoạn rải thử để thử nghiệm đầy đủ các chỉ tiêu theo quy định tại 5.3, nếu bột khoáng thu hồi thỏa mãn các yêu cầu quy định tại 5.3 thì mới được sử dụng. Trong quá trình sản xuất đại trà hỗn hợp BTNC, nội dung và tần suất kiểm tra bột khoáng thu hồi theo quy định trong bảng này.
3. Mẫu cốt liệu thô, cốt liệu nhỏ được lấy theo AASHTO T 2, được rút gọn đến khối lượng thử nghiệm theo AASHTO T 248; mẫu nhựa đường được lấy theo TCVN 7494.

**1.5.1.4.4 Kiểm tra trong các khâu công nghệ tại trạm trộn:**

- Theo quy định trong Bảng 12.

**CHỈ DẪN KỸ THUẬT THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU**

*Dự án: Sửa chữa hư hỏng nền mặt đường, hoàn thiện hệ thống ATGT theo QCVN 41:2024 đoạn Km20+000 đến Km24+400, Quốc lộ 51*

*Bảng 12 - Kiểm tra tại trạm trộn*

Nội dung kiểm tra	Chỉ tiêu/phương pháp	Tần suất	Vị trí kiểm tra	Căn cứ
1. Vật liệu tại các phễu nóng	Thành phần hạt	1 ngày/lần	Lấy mẫu từ các phễu nóng	Thành phần hạt của từng phễu
2. Công thức chế tạo hỗn hợp BTNC	- Thành phần hạt - Hàm lượng nhựa đường - Tỷ trọng lớn nhất (khối lượng riêng) của hỗn hợp (để phục vụ tính toán độ rỗng dư) - Khối lượng thể tích mẫu - Độ rỗng dư - Độ ổn định, độ dẻo Marshall - Độ ổn định Marshall còn lại	1 ngày/lần	Lấy mẫu hỗn hợp BTNC tại trạm trộn hoặc trên xe chở hỗn hợp BTNC.	Các chỉ tiêu của hỗn hợp BTNC đã được phê duyệt
3. Hệ thống cân đong vật liệu	Kiểm tra các chứng chỉ hiệu chuẩn/kiểm định và kiểm tra bằng mắt	1 ngày/ lần	Toàn trạm trộn	Theo 7.2.
4. Hệ thống nhiệt kế	Kiểm tra các chứng chỉ hiệu chuẩn/kiểm định và kiểm tra bằng mắt	1 ngày/ lần	Toàn trạm trộn	Theo 7.2.
5. Nhiệt độ nhựa đường	Thiết bị đo nhiệt độ	1 giờ/lần	Thùng nấu sơ bộ, thùng trộn	Theo 7.3.6. và Bảng 10
6. Nhiệt độ cốt liệu sau khi sấy	Thiết bị đo nhiệt độ	1 giờ/lần	Tang sấy	Theo 7.3.9
7. Nhiệt độ trộn	Thiết bị đo nhiệt độ	Mỗi mẻ trộn	Thùng trộn	Bảng 10
8. Thời gian trộn	Thiết bị đo thời gian	Mỗi mẻ trộn	Phòng điều khiển	Theo 7.3.11
9. Nhiệt độ hỗn hợp khi ra khỏi thùng trộn	Thiết bị đo nhiệt độ	Mỗi mẻ trộn	Phòng điều khiển	Bảng 10

Lấy mẫu hỗn hợp BTNC tại trạm trộn hoặc trên xe tải được thực hiện theo AASHTO R 97, mẫu hỗn hợp được rút gọn đến kích cỡ thử nghiệm theo AASHTO R 47.

**1.5.1.4.5 Kiểm tra trong khi thi công:**

- Theo quy định trong Bảng 13.

*Bảng 13 - Kiểm tra trong khi thi công lớp BTNC*

Nội dung kiểm tra	Chỉ tiêu/ phương pháp	Mật độ kiểm tra	Vị trí kiểm tra	Căn cứ
1. Nhiệt độ hỗn hợp trên xe tải	Thiết bị đo nhiệt độ	Mỗi xe	Thùng xe	Bảng 10
2. Nhiệt độ khi rải hỗn hợp	Thiết bị đo nhiệt độ	50 mét/điểm	Ngay sau máy rải	Bảng 10
3. Nhiệt độ lu lên hỗn hợp	Thiết bị đo nhiệt độ	50 mét/điểm	Mặt đường	Bảng 10
4. Chiều dày lớp hỗn hợp	Thuôn sắt	50 mét/điểm	Mặt đường	Hồ sơ thiết kế
5. Công tác lu lên	Sơ đồ lu, tốc độ lu, số lượt lu, tải trọng lu, các quy định khi lu lên	Thường xuyên	Mặt đường	Theo 8.3.2 và 8.7
6. Các mối nối dọc, mối nối ngang	Quan sát bằng mắt	Các mối nối	Mặt đường	Theo 8.6.14 và 8.6.15
7. Độ bằng phẳng sau khi	Thước 3 mét	25 mét/mặt	Mặt đường	Khe hở

lu sơ bộ		cắt		không quá 5 mm
8. Kiểm tra chất lượng hỗn hợp BTNC lấy tại hiện trường	- Hàm lượng nhựa; - Thành phần cấp phối. - Độ ổn định, độ dẻo Marshall - Độ ổn định Marshall còn lại.	2500 m <sup>2</sup> mặt đường/ 1 mẫu	Lấy mẫu hỗn hợp BTNC từ xe tải chở hỗn hợp hoặc từ mặt đường ngay khi hỗn hợp BTNC vừa được rải ra (trước khi lu lèn).	Theo 6.3.3
Lấy mẫu hỗn hợp BTNC trên xe tải hoặc từ mặt đường ngay khi hỗn hợp BTNC vừa được rải ra (trước khi lu lèn) được thực hiện theo AASHTO R 97, mẫu hỗn hợp được rút gọn đến kích cỡ thử nghiệm theo AASHTO R 47.				

**I.5.1.4.6 Kiểm tra khi nghiệm thu lớp BTNC**

- Kích thước hình học: Theo quy định tại Bảng 14.

Bảng 14 - Sai số cho phép của các đặc trưng hình học

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	± 0,5 %	≥ 95% tổng số điểm đo
- Lớp dưới			± 0,25 %	
- Lớp trên				
3. Chiều dày	Khoan lõi	2500 m <sup>2</sup> (hoặc 330 m dài đường 2 làn xe) / 1 tổ 3 mẫu	± 8 % chiều dày	≥ 95% tổng số điểm đo, 5% còn lại không vượt quá 10 mm (có thể tham khảo Phụ lục E)
- Lớp dưới			± 5 % chiều dày	
- Lớp trên				
4. Cao độ	Máy thủy bình	50 m/ điểm	- 10 mm; + 5 mm	≥ 95% tổng số điểm đo, 5% còn lại sai số không vượt quá ±10 mm
- Lớp dưới				
- Lớp trên			± 5 mm	

- Độ bằng phẳng của bề mặt lớp BTNC:
  - + Độ bằng phẳng của bề mặt lớp BTNC được kiểm tra, đánh giá theo chỉ số độ gồ ghề quốc tế (IRI):
    - Bắt buộc áp dụng cho lớp trên cùng của tất cả các cấp đường, loại đường; ngoại trừ đường ô tô từ cấp IV trở xuống, đường đô thị cấp nội bộ.
    - Khuyến khích áp dụng cho lớp dưới của tất cả các cấp đường, loại đường; lớp trên cùng của đường ô tô từ cấp IV trở xuống, đường đô thị cấp nội bộ.
    - Tiêu chuẩn nghiệm thu quy định trong Bảng 15.
      - + Độ bằng phẳng của bề mặt lớp BTNC được kiểm tra, đánh giá bằng thước dài 3 m:
    - Áp dụng cho lớp trên cùng khi chiều dài thi công ≤ 1 Km của tất cả các cấp đường, loại đường; lớp dưới của tất cả các cấp đường, loại đường; lớp trên cùng của đường ô tô từ cấp IV trở xuống, đường đô thị cấp nội bộ.
    - Tiêu chuẩn nghiệm thu quy định trong Bảng 15.

Bảng 15 - Tiêu chuẩn nghiệm thu độ bằng phẳng

Chi tiêu	Mật độ kiểm tra	Mức	Phương pháp thử
1. Độ bằng phẳng theo chỉ số độ gồ ghề quốc tế (IRI)	Toàn bộ chiều dài, các làn xe	Tùy theo cấp đường, theo quy định trong TCVN 8865	TCVN 8865
2. Độ bằng phẳng đo bằng thước 3 m	25 m / 1 vị trí / làn xe	Tùy theo cấp đường, theo quy định trong TCVN 8864	TCVN 8864

- Độ nhám, sức kháng trượt của bề mặt lớp BTNC: Được thực hiện đối với lớp BTNC trên cùng.

+ Độ nhám xác định bằng phương pháp rắc cát được áp dụng đối với tất cả các cấp đường, loại đường. Tiêu chuẩn nghiệm thu quy định trong Bảng 16.

Bảng 16 - Tiêu chuẩn nghiệm thu độ nhám

Chi tiêu	Mật độ kiểm tra	Mức	Phương pháp thử
Độ nhám mặt đường xác định bằng phương pháp rắc cát	10 điểm / 1 làn xe / 1 Km	$\geq 0,45$ mm (Tỷ lệ số điểm đo đạt yêu cầu $\geq 95$ %)	TCVN 8866

+ Sức kháng trượt xác định bằng con lắc Anh được áp dụng đối với đường ô tô cao tốc, đường ô tô từ cấp III trở lên, đường đô thị cấp đô thị. Tiêu chuẩn nghiệm thu quy định trong Bảng 17.

Bảng 17 - Tiêu chuẩn nghiệm thu sức kháng trượt

Chi tiêu	Mật độ kiểm tra	Mức	Phương pháp thử
Sức kháng trượt xác định bằng con lắc Anh	10 điểm / 1 làn xe / 1 Km	BPN $\geq 50$ (Tỷ lệ số điểm đo đạt yêu cầu $\geq 95$ %)	TCVN 10271

- Độ chặt lu lèn: Hệ số độ chặt lu lèn (K) của lớp BTNC, xác định theo công thức (1), không được nhỏ hơn 0,98.

$$K = \gamma_{tn} / \gamma_o \quad (1)$$

Trong đó:

+  $\gamma_{tn}$ : Khối lượng thể tích trung bình của BTNC sau khi thi công ở hiện trường, g/cm<sup>3</sup> (xác định trên mẫu khoan theo TCVN 8860-5);

+  $\gamma_o$ : Khối lượng thể tích trung bình của BTNC ở trạm trộn tương ứng với lý trình kiểm tra, g/cm<sup>3</sup> (xác định trên mẫu đúc Marshall từ hỗn hợp BTNC lấy tại trạm trộn).

+ Mật độ kiểm tra: 2500m<sup>2</sup> mặt đường / 1 tổ 3 mẫu khoan (sử dụng mẫu khoan đã xác định chiều dày theo quy định ở Bảng 14), có thể tham khảo cách kiểm tra đánh giá độ chặt ở Phụ lục E.

• **CHÚ THÍCH:** Có thể kiểm tra, nghiệm thu độ chặt lu lèn lớp BTNC 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.

- Độ rỗng dư xác định từ mẫu khoan phải nằm trong giới hạn cho phép quy định trong Bảng 3; trong trường hợp thiết kế hỗn hợp với độ rỗng dư từ 5 % đến 6 % thì độ rỗng dư xác định trên mẫu khoan có thể cho phép đến 7 % nhưng bắt buộc hệ số độ chặt không được nhỏ hơn 0,99.

- Dính bám giữa lớp BTNC với lớp dưới phải tốt (khoảng trên 95 % diện tích bề mặt dưới của mẫu khoan có dính bám với lớp dưới), được nhận xét đánh giá bằng mắt trên các mẫu khoan.
- Chất lượng các mối nối được đánh giá bằng mắt. Mối nối phải ngay thẳng, bằng phẳng, không rỗ mặt, không bị khác, không có khe hở.

**CHÚ THÍCH:**

- Các nội dung kiểm tra quy định trong 9.6 được áp dụng trong quá trình thực hiện dự án. Sau khi nghiệm thu, bàn giao đưa công trình vào sử dụng, nếu có thực hiện công tác kiểm tra thì các kết quả kiểm tra có thể không phản ánh đúng thực tế thi công (do công trình đã chịu tác động của điều kiện môi trường (nhiệt độ, mưa, gió), tải trọng khai thác theo thời gian).
- Khuyến khích áp dụng hệ số thanh toán theo AASHTO R42 để thanh toán cho Nhà thầu thi công tùy theo mức độ đáp ứng các chỉ tiêu kỹ thuật của lớp BTNC.

**I.5.1.5 Hồ sơ nghiệm thu bao gồm những nội dung sau:**

- Kết quả kiểm tra chấp thuận vật liệu khi đưa vào công trình;
- Thiết kế sơ bộ;
- Thiết kế hoàn chỉnh;
- Biểu đồ quan hệ giữa tốc độ cấp liệu (T/h) và tốc độ băng tải (m/min) cho cốt liệu;
- Thiết kế được phê duyệt - công thức chế tạo hỗn hợp BTNC;
- Hồ sơ của công tác rải thử, trong đó có quyết định của Tư vấn về nhiệt độ lu lèn, sơ đồ lu, số lượt lu trên một điểm,...
- Nhật ký từng chuyến xe chở hỗn hợp BTNC: khối lượng hỗn hợp, nhiệt độ của hỗn hợp khi xả từ thùng trộn vào xe, thời gian rời trạm trộn, thời gian đến công trường, nhiệt độ hỗn hợp khi đổ vào máy rải; thời tiết khi rải, lý trình rải;
- Hồ sơ kết quả kiểm tra theo các yêu cầu quy định từ Bảng 11 đến Bảng 17.

**I.5.1.6 An toàn lao động và bảo vệ môi trường:**

- 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.

**I.5.1.6.1 Tại trạm trộn hỗn hợp BTNC:**

- Phải triệt để tuân theo các quy định về phòng cháy, chống sét, bảo vệ môi trường, an toàn lao động hiện hành.
- Ở các nơi có thể xảy ra đám cháy (kho, nơi chứa nhựa, nơi chứa nhiên liệu, máy trộn...) phải có sẵn các dụng cụ chữa cháy, thùng đựng cát khô, bình bột dập lửa, bể nước và các lối ra phụ.
- Nơi nấu nhựa phải cách xa các công trình xây dựng dễ cháy và các kho tàng khác ít nhất là 50 m. Những chỗ có nhựa rơi vãi phải dọn sạch và rắc cát.
- Bộ phận lọc bụi của trạm trộn phải hoạt động tốt.
- Khi vận hành máy ở trạm trộn cần phải:
- Kiểm tra các máy móc và thiết bị;
  - + Khởi động máy, kiểm tra sự di chuyển của nhựa trong các ống dẫn, nếu cần thì phải làm nóng các ống, các van cho nhựa chảy được;
  - + Chỉ khi máy móc chạy thử không tải trong tình trạng tốt mới đốt đèn khò ở trống sấy.

- Trình tự thao tác khi đốt đèn khò phải tiến hành tuân theo chỉ dẫn của trạm trộn. Khi mỗi lửa cũng như điều chỉnh đèn khò phải đứng phía cạnh buồng đốt, không được đứng trực diện với đèn khò.
- Không được sử dụng trống sấy vật liệu có những hư hỏng ở buồng đốt, ở đèn khò, cũng như khi có hiện tượng ngọn lửa len qua các khe hở của buồng đốt phụt ra ngoài trời.
- Ở các trạm trộn hỗn hợp BTNC điều khiển tự động cần theo các quy định:
  - Trạm điều khiển cách xa máy trộn ít nhất là 15 m;
  - Trước mỗi ca làm việc phải kiểm tra các đường dây, các cơ cấu điều khiển, từng bộ phận máy móc thiết bị trong máy trộn;
  - Khi khởi động phải triệt để tuân theo trình tự đã quy định cho mỗi loại trạm trộn từ khâu cấp vật liệu vào trống sấy đến khâu tháo hỗn hợp đã trộn xong vào thùng.
  - Trong lúc kiểm tra cũng như sửa chữa kỹ thuật, trong các lò nấu, thùng chứa, các chỗ ẩm ướt chỉ được dùng các ngọn đèn điện di động có hiệu điện thế 12V. Khi kiểm tra và sửa chữa bên trong trống sấy và thùng trộn hỗn hợp phải để các bộ phận này nguội hẳn.
  - Mọi người làm việc ở trạm trộn đều phải học qua một lớp về an toàn lao động và kỹ thuật cơ bản của từng khâu trong dây chuyền công nghệ chế tạo hỗn hợp BTNC ở trạm trộn, phải được trang bị quần áo, kính, găng tay, dây bảo hộ lao động tùy theo từng phần việc.
  - Ở trạm trộn phải có y tế thường trực, đặc biệt là sơ cứu khi bị bỏng, có trang bị đầy đủ các dụng cụ và thuốc men mà cơ quan y tế đã quy định.

#### 1.5.1.6.2 Tại hiện trường thi công BTNC

- 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 hỗn hợp, chiếu sáng khu vực thi công nếu thi công vào ban đêm.
- Công nhân phục vụ theo máy rải phải có trang bị bảo hộ lao động phù hợp (giày/ủng, găng tay, khẩu trang, quần áo bảo hộ lao động, ...).
- 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 và báo cho người chỉ đạo thi công ở hiện trường kịp thời.
- Đối với máy rải phải chú ý kiểm tra sự làm việc của hệ thống vòi phun nhũ tương dính bám, băng tải cấp liệu, đốt nóng tấm là. Trước khi hạ phần treo của máy rải phải trông chừng không để có người đứng kề sau máy rải.

#### 1.5.2 Yêu cầu thi công nghiệm thu lớp bê tông nhựa chặt sử dụng nhựa đường Polyme:

##### 1.5.2.1 Yêu cầu về cấp phối hỗn hợp cốt liệu cho BTNC – Polyme:

- Thành phần cấp phối của BTNC – Polyme tuân thủ theo Bảng 2:

Bảng 2 – Cấp phối cốt liệu các loại BTNC – P

Quy định	BTNC P 16
1. Cỡ hạt lớn nhất danh định, mm	16
2. Cỡ sàng mắt vuông, mm	Lượng lọt qua sàng, % khối lượng
31,5	

Quy định	BTNCP 16
25	-
19	100
16	90÷100
12,5	76÷92
9,5	60÷80
4,75	34÷62
2,36	20÷48
1,18	13÷36
0,600	9÷26
0,300	7÷18
0,150	5÷14
0,075	4÷8
3. Chiều dày hợp lý (sau khi đầm nén), cm	5÷7

#### 1.5.2.2 Yêu cầu về các chỉ tiêu kỹ thuật của BTNC – Polyme

- Hàm lượng nhựa đường tối ưu của BTNCP được chọn trên cơ sở thiết kế hỗn hợp theo phương pháp Marshall (theo TCVN 8820), sao cho các chỉ tiêu kỹ thuật của mẫu hỗn hợp thiết kế thoả mãn các chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu trong Bảng 3.

**Bảng 3 - Các chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu với BTNCP**

Chỉ tiêu	BTNCP 16	Phương pháp thử	
1. Số chày đầm, chày	75 x 2	TCVN 8860-1 Mẫu trụ tròn, kích thước (DxH) mm = (101,6x63,5) mm	
2. Độ ổn định Marshall (60°C, 40 min), kN		TCVN 8860-1 hoặc ASTM D6927	
Lớp mặt trên	≥ 12		
Lớp mặt dưới	≥ 10		
3. Độ dẻo Marshall, mm	3 ÷ 6		
4. Độ ổn Marshall định còn lại, %	≥ 85	TCVN 8860-12	
5. Độ rỗng dư (Va), %	Lớp mặt trên	4 ÷ 6	TCVN 8860-9
	Các lớp dưới	3 ÷ 6	
6. Độ rỗng lấp đầy nhựa (VFA), %	65 ÷ 75	TCVN 8860-11	
7. Độ rỗng cốt liệu (VMA) ứng với Va thiết kế, %	Va = 3 %	≥ 12,5	TCVN 8860-10
	Va = 4 %	≥ 13,5	
	Va = 5 %	≥ 14,5	
	Va = 6 %	≥ 15,5	

Chỉ tiêu	BTNCP 16	Phương pháp thử
8. Tỷ lệ P0,075 /Pae	0,8 ÷ 1,6	Tính toán
9. Chỉ tiêu đánh giá khả năng kháng lún vệt bánh xe, có thể sử dụng một trong hai chỉ tiêu sau: 9a. Độ sâu vệt hằn bánh xe, sau 40 000 lượt tác dụng tải, mm 9b. Độ ổn định động, lần/mm	≤ 10 ≥ 2800	AASHTO T 324 T 0719

### 1.5.2.3 Yêu cầu đối với vật liệu dùng cho BTNC-Polyme

#### 1.5.2.3.1 Cốt liệu lớn (đá dăm)

- Cốt liệu lớn dùng cho BTNCP phải là đá dăm được nghiền (xay) từ đá tảng, đá núi. Không được dùng cốt liệu nghiền từ đá mác nơ, đá sa thạch sét, đá diệp thạch sét.
- Cốt liệu lớn phải sạch, khô và phải có các chỉ tiêu cơ lý thỏa mãn các yêu cầu trong Bảng 4.

**Bảng 4 - Các chỉ tiêu yêu cầu đối với cốt liệu lớn**

Chỉ tiêu	Mức, tương ứng với vị trí lớp BTNCP trong kết cấu áo đường		Phương pháp thử
	Lớp mặt trên	Các lớp mặt dưới	
1. Cường độ nén của đá gốc, MPa			TCVN 7572-10 (căn cứ chứng chỉ thí nghiệm kiểm tra của nơi sản xuất đá dăm sử dụng cho công trình)
- Đá mác ma, biến chất	≥ 100	≥ 80	
- Đá trầm tích	≥ 80	≥ 60	
2. Độ hao mòn khi va đập trong máy Los Angeles, %	≤ 28	≤ 30	TCVN 7572-12
3. Tỷ trọng khối	≥ 2,6	≥ 2,5	AASHTO T85
4. Độ hút nước, %	≤ 2	≤ 3	
5. Hàm lượng vật liệu nhỏ hơn 0,075 mm xác định bằng phương pháp rửa, %	≤ 2	≤ 2	AASHTO T11
6. Hàm lượng sét cục và hạt mềm yếu, %	≤ 3	≤ 5	AASHTO T112
7. Hàm lượng hạt thoi dẹt (tỷ lệ 1/3), %			TCVN 7572-13
- Cửa hỗn hợp cốt liệu	≤ 15	≤ 18	
- Cửa phân hạt lớn hơn 9,5 mm	≤ 12	≤ 15	
- Cửa phân hạt nhỏ hơn 9,5 mm	≤ 18	≤ 20	
8. Độ góc cạnh, %	≥ 40	≥ 40	TCVN 11807
9. Độ dính bám đá - nhựa đường polyme, cấp	≥ 4	≥ 4	TCVN 7504

**I.5.2.3.2 Cốt liệu nhỏ (cát)**

- Cốt liệu nhỏ có thể là cát tự nhiên, cát nghiền (cát xay) hoặc hỗn hợp cát tự nhiên và cát nghiền; lượng cát tự nhiên sử dụng không nên quá 10 % tổng khối lượng hỗn hợp cốt liệu.
- Cát tự nhiên không được lẫn tạp chất hữu cơ (gỗ, than, ...), không được lẫn bùn bần. Nếu cát bần thì phải phải rửa sạch mới được dùng.
- Cát nghiền phải được nghiền từ đá có cường độ nén không nhỏ hơn cường độ nén của đá dùng để sản xuất ra đá dăm.
- Các chỉ tiêu cơ lý của cốt liệu nhỏ phải thoả mãn các yêu cầu quy định tại Bảng 5.

**Bảng 5 - Các chỉ tiêu yêu cầu đối với cốt liệu nhỏ**

Chỉ tiêu	Mức	Phương pháp thử
1. Mô đun độ lớn	$\geq 2$	AASHTO T27
2. Độ góc cạnh, %	$\geq 45$	TCVN 8860-7
3. Tỷ trọng khối	$\geq 2,5$	AASHTO T84
4. Hàm lượng vật liệu nhỏ hơn 0,075 mm xác định bằng phương pháp rửa, %	$\leq 3$	AASHTO T11
5. Giá trị đương lượng cát (SE), %	$\geq 60$	AASHTO T176

- Cát tự nhiên nên có thành phần cấp phối như trong Bảng 6.

**Bảng 6 – Thành phần cấp phối cát tự nhiên**

Cỡ sàng vuông, mm	Lượng lọt qua sàng, %	
	Cát hạt lớn	Cát hạt vừa
9,5	100	100
4,75	90 ÷ 100	90 ÷ 100
2,36	65 ÷ 95	75 ÷ 90
1,18	35 ÷ 65	50 ÷ 90
0,6	15 ÷ 30	30 ÷ 60
0,3	5 ÷ 20	8 ÷ 30
0,15	0 ÷ 10	0 ÷ 10
0,075	0 ÷ 5	0 ÷ 5

- Cát nghiền nên có thành phần cấp phối như trong Bảng 7.

**Bảng 7 – Thành phần cấp phối cát nghiền**

Cỡ sàng vuông, mm	Lượng lọt qua sàng, %	
	Cát hạt lớn	Cát hạt vừa
9,5	100	-
4,75	90 ÷ 100	100
2,36	60 ÷ 90	80 ÷ 100
1,18	40 ÷ 75	50 ÷ 80
0,6	20 ÷ 55	25 ÷ 60

Cỡ sàng vuông, mm	Lượng lọt qua sàng, %	
	Cát hạt lớn	Cát hạt vừa
0,3	7 ÷ 40	8 ÷ 45
0,15	2 ÷ 20	0 ÷ 25
0,075	0 ÷ 10	0 ÷ 15

- **Chú thích:** Trong trường hợp hỗn hợp BTNCP sử dụng đồng thời 2 loại cốt liệu nhỏ là cát nghiền và cát tự nhiên thì từng loại cốt liệu nhỏ này đều phải thỏa mãn các yêu cầu nêu trên và phải được đưa lên trạm trộn từ 2 phễu nguội (Cold Bin) khác nhau.

#### 1.5.2.3.3 Bột khoáng

- Bột khoáng là sản phẩm được nghiền từ đá các-bô-nát (đá vôi can-xít, đô-lô-mit), có cường độ nén của đá gốc lớn hơn 40 MPa, từ xi lò cao hoặc là xi măng.
- Đá các-bô-nát dùng sản xuất bột khoáng phải sạch, không lẫn các tạp chất hữu cơ, hàm lượng chung bụi bùn sét không quá 5 %.
- Bột khoáng phải khô, tơi, không được vón hòn.
- Các chỉ tiêu cơ lý của bột khoáng phải thỏa mãn các yêu cầu quy định trong Bảng 8.

**Bảng 8 - Các chỉ tiêu yêu cầu đối với bột khoáng**

Chỉ tiêu	Mức	Phương pháp thử
1. Khối lượng riêng, T/m	≥ 2,50	TCVN 8735
2. Thành phần hạt (lượng lọt sàng qua các cỡ sàng mắt vuông), %		TCVN 12884-2
0,600 mm	100	
0,150 mm	90 ÷ 100	
0,075 mm	75 ÷ 100	
3. Độ ẩm, %	≤ 1,0	TCVN 12884-2
4. Chỉ số dẻo của bột khoáng nghiền từ đá các-bô-nát (1), %	≤ 4,0	TCVN 4197
5. Hệ số thích nước	≤ 0,8	TCVN 12884-2

- Không được dùng bột khoáng thu hồi từ trạm trộn để sản xuất hỗn hợp BTNCP.

#### 1.5.2.3.4 Nhựa đường polyme

- Nhựa đường polyme sử dụng cho BTNCP thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật quy định tại TCVN 11193:2021.
- Có thể tham khảo lựa chọn mác nhựa đường polyme theo Phụ lục B của TCVN 13567-1:2022; dùng cấp nhựa nào do Chủ đầu tư quy định.
- Trường hợp sử dụng BTNCP cho kết cấu mặt đường sân bay tại các vị trí có yêu cầu kháng dầu, thì phải sử dụng nhựa đường polyme kháng dầu có chỉ tiêu kỹ thuật thỏa mãn yêu cầu kháng dầu theo quy định.

#### 1.5.2.3.5 Phụ gia:

- Theo điều 5.5 của TCVN 13567-1:2022.

### 1.5.3 Lớp nhũ tương thấm và dính bám

#### 1.5.3.1 yêu cầu vật liệu

- Hỗn hợp gồm hai chất lỏng (nhựa đường và nước) không hòa tan lẫn nhau mà do sự phân tán của chất lỏng này vào trong chất lỏng kia để tạo thành những giọt ổn định nhờ sự có mặt của chất nhũ hóa có hoạt tính bề mặt.
- Khi nhũ tương nhựa đường được trộn với cốt liệu khoáng hoặc được phun lên bề mặt đường, nước sẽ bốc hơi, chất nhũ hóa thấm vào cốt liệu khoáng, nhũ tương nhựa đường sẽ bị phân tách, những hạt nhựa đường nhỏ li ti sẽ dịch lại gần nhau hình thành lớp mỏng, dày đặc trên bề mặt các hạt cốt liệu khoáng.
- Nhũ tương nhựa đường a xít (cationic emulsified asphalt) TCVN 8817-1:2011: Nhũ tương nhựa đường có sử dụng chất nhũ hóa có hoạt tính bề mặt mang i-on dương, do vậy nhũ tương nhựa đường có tính a xít
- Nhũ tương nhựa đường a xít được phân làm 3 loại (dựa theo tốc độ phân tách), mỗi loại gồm 2 mức:
  - + Loại nhũ tương nhựa đường a xít phân tách nhanh, gồm 2 mức: CRS-1 và CRS-2;
  - + Loại nhũ tương nhựa đường a xít phân tách vừa, gồm 2 mức: CMS-2 và CMS-2h;
  - + Loại nhũ tương nhựa đường a xít phân tách chậm, gồm 2 mức: CSS-1 và CSS-1h.
- Việc lựa chọn loại, mức nhũ tương nhựa đường a xít dùng cho xây dựng cần phải căn cứ vào mục đích xây dựng, công nghệ thi công, điều kiện khí hậu nơi xây dựng và phải tuân thủ các tiêu chuẩn về thử nghiệm, thi công, kiểm tra và nghiệm thu. Phụ lục A giới thiệu các loại nhũ tương nhựa đường a xít sử dụng trong xây dựng.
- Nhũ tương nhựa đường a xít phải được thí nghiệm trong khoảng thời gian 14 ngày tính từ khi xuất xưởng. Nhũ tương nhựa đường a xít phải đồng nhất sau khi được khuấy đều và không được xảy ra hiện tượng phân tầng do việc làm lạnh.
- Các chỉ tiêu chất lượng của nhũ tương nhựa đường a xít được quy định tại Bảng 1.

**Bảng 1 – Các chỉ tiêu chất lượng của nhũ tương nhựa đường axit.**

Tên chỉ tiêu	Phân tách nhanh		Phân tách chậm		Phương pháp thử
	CRS-1	CRS-2	CSS-1	CSS-1h	
<b>I. Thử nghiệm trên mẫu nhũ tương nhựa đường a xít</b>					
1. Độ nhớt Saybolt Furol	□	□	□	□	TCVN 8817-2:2011
1.1. Độ nhớt Saybolt Furol ở 25 °C, s	-	-	20÷100	20÷100	
1.2. Độ nhớt Saybolt Furol ở 50 °C, s	20÷100	100÷400	-	-	
2. Độ ổn định lưu trữ, 24 h, %	≤1	≤1	≤1	≤1	TCVN 8817-3:2011
3. Lượng hạt quá cỡ, thử nghiệm sàng, %	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	TCVN 8817-4:2011
4. Điện tích hạt	dương	dương	dương	dương	TCVN 8817-5:2011
5. Độ khử nhũ (sử	≥40	≥40	-	-	TCVN 8817-6:2011

**CHỈ DẪN KỸ THUẬT THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU**

Dự án: Sửa chữa hư hỏng nền mặt đường, hoàn thiện hệ thống ATGT theo QCVN 41:2024 đoạn Km20+000 đến Km24+400, Quốc lộ 51

Tên chỉ tiêu	Phân tách nhanh		Phân tách chậm		Phương pháp thử
	CRS-1	CRS-2	CSS-1	CSS-1h	
dụng 35 mL dioctyl sodium sulfosuccinate 0,8 %), %					
6. Thử nghiệm trộn với xi măng, %	–	–	≤2,0	≤2,0	TCVN 8817-7:2011
7. Độ dính bám và tính chịu nước	□	□	□	□	TCVN 8817-8:2011
7.1. Thử nghiệm với cốt liệu khô, sau khi trộn	–	–	–	–	
Thử nghiệm với cốt liệu khô, sau khi rửa nước	–	–	–	–	
7.2. Thử nghiệm với cốt liệu ướt, sau khi trộn	–	–	–	–	
Thử nghiệm với cốt liệu ướt, sau khi rửa nước	–	–	–	–	
8. Hàm lượng dầu, %	≤3	≤3	–	–	TCVN 8817-9:2011
9. Hàm lượng nhựa, %	≥60	≥65	≥57	≥57	TCVN 8817-9:2011 hoặc TCVN 8817-10:2011
<b>II. Thử nghiệm trên mẫu nhựa thu được sau chưng cất</b>					
10. Độ kim lún ở 25 oC, 5 s, 0,1 mm	100÷250	100÷250	100÷250	40÷90	TCVN 7495:200
11. Độ kéo dài ở 25 oC, 5 cm/min, cm	≥40	≥40	≥40	≥40	TCVN 7496:2005 (ASTM D113-99)
12. Độ hoà tan trong tricloetylen, %	≥97,5	≥97,5	≥97,5	≥97,5	TCVN 7500:2005 (ASTM D2042-01)
<p><b>CHÚ THÍCH:</b> Với đặc điểm khí hậu của Việt Nam, nên sử dụng nhựa đường có độ kim lún không lớn hơn 100 (0,1 mm) để sản xuất nhũ tương nhựa đường a xít.</p>					

**1.5.3.2 Các yêu cầu thi công**

- Lớp nhựa thấm và dính bám sẽ chỉ được rải trên bề mặt khô, và sẽ không được rải lớp nhựa dính bám trong lúc có gió to, có mưa, trời sương mù hay sắp mưa và có khả năng làm gián đoạn công việc.

- Máy rải phải được thiết kế, trang bị, bảo dưỡng và vận hành sao cho lượng bitum nóng có thể được rải đồng đều trên những chiều rộng khác nhau của bề mặt, theo tỷ lệ đã định theo phương dọc và ngang trong phạm vi  $\pm 10\%$  tỷ lệ yêu cầu.
- Trước khi rải lớp nhựa, tất cả bụi bẩn và các vật liệu có hại khác phải được dọn sạch khỏi bề mặt bằng chổi máy hoặc máy thổi hoặc cả hai. Nếu như thế vẫn chưa mang đến một bề mặt sạch sẽ đồng đều thì phải quét thêm bằng tay với các chổi cứng. Phải quét rộng ra ngoài các mép của khu vực cần phun nhựa ít nhất 20cm.
- Các mảng vật liệu có hại khác dính vào phải được loại bỏ khỏi mặt đường bằng cào thép hoặc các phương pháp đã được thông qua tại nơi mà Tư vấn giám sát chỉ dẫn. Khu vực cào đó phải được rửa bằng nước và chổi tay.
- Tỷ lệ rải:
  - + Nhà thầu sẽ phải tiến hành các thử nghiệm hiện trường dưới sự giám sát của Tư vấn giám sát để định ra tỷ lệ rải thích hợp và các thử nghiệm đó sẽ phải được lặp lại, theo chỉ đạo của Tư vấn giám sát, bất cứ khi nào có sự thay đổi về loại vật liệu bitum hoặc mặt đường.
  - + Tỷ lệ rải của lớp nhựa thấm là  $1\text{kg}/\text{m}^2$  hoặc là theo sự chỉ đạo của Tư vấn giám sát.
  - + Tỷ lệ rải của lớp dính bám là  $0,5\text{kg}/\text{m}^2$  cho mỗi lớp hoặc được sự thông qua của Tư vấn giám sát.
- Nhà thầu sẽ phải duy tu bề mặt lớp nhựa thấm theo quy định cho tới khi rải lớp tiếp theo. Không được cho phép xe cộ đi lại cho đến khi vật liệu bitum đã thấm hết và khô đi và theo ý kiến của Tư vấn giám sát sẽ không thực hiện việc duy tu nhựa thấm khi có xe cộ đi lại.

#### 1.5.4 Thi công lớp tái chế sâu sử dụng xi măng và bitum bột:

##### 1.5.4.1 Yêu cầu vật liệu:

##### 1.5.4.1.1 Yêu cầu về thành phần cấp phối:

- Hỗn hợp tái chế sử dụng chất gia cố là xi măng và :áp dụng cho mặt đường cũ có lớp mặt sử dụng chất liên kết nhựa đường (lớp bê tông nhựa, lớp mặt láng nhựa, thấm nhập nhựa), lớp dưới là cấp phối đá dăm.
- Hỗn hợp tái chế có thành phần cấp phối (xác định theo TCVN 7572-2) được quy định trong Bảng 1.

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

Kích cỡ lỗ sàng vuông, mm	Tỷ lệ lọt sàng, % theo khối lượng
50	100
37,5	$87 \div 100$
25	$75 \div 100$
19	$67 \div 94$
12,5	$55 \div 85$
4,75	$35 \div 67$
0,6	$14 \div 39$
0,075	$4 \div 20$

##### 1.5.4.1.2 Yêu cầu về các chỉ tiêu cơ lý:

- Hỗn hợp 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 tái chế.**

Tên chỉ tiêu	Mức		Phương pháp thử
	Thử nghiệm trên mẫu chế tạo theo phương pháp Marshall	Thử nghiệm trên mẫu chế tạo theo phương pháp Proctor cải tiến (1)	
1. Cường độ kéo khi ép chế ở 25 oC, trạng thái khô (Rkck), Mpa + Tái chế lớp mặt bê tông nhựa và lớp móng cấp phối đá dăm	0,25 ÷ 0,60	0,12 ÷ 0,25	TCVN 8862
2. Hệ số cường độ kéo khi ép chế (TSR = Rkcr / Rkck) + Tái chế lớp mặt bê tông nhựa và lớp móng cấp phối đá dăm	0,8 ÷ 1,0	-	TCVN 8862
3. Cường độ chịu nén (Rn), MPa	-	≥ 0,7	Phụ lục A
(1) Thử nghiệm trên mẫu chế tạo theo phương pháp Protor cải tiến được sử dụng khi lớp tái chế được áp dụng cho đường có ESAL thiết kế ≥ 5x106 (tương đương 2,1x106 trục tiêu chuẩn 10 tấn). Mẫu được chế tạo, bảo dưỡng, thử nghiệm theo hướng dẫn tại Phụ lục A.			

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

*a. Bitum bột*

- Nhựa đường mác (cấp) 85/100, 120/150 thường được dùng để tạo Bitum bột; tuy nhiên, cũng có thể sử dụng nhựa đường mác 60/70 để tạo Bitum bột. Yêu cầu kỹ thuật đối với các mác nhựa được theo Phụ lục C.
- Nhiệt độ nhựa đường trước khi tạo bột từ (160 ÷ 180)°C.
- Các đặc tính tạo bột của nhựa đường: Nhựa đường dùng để tạo 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 (τ1/2), các chỉ tiêu kiểm tra phải phù hợp với yêu cầu tối thiểu trong Bảng 3.

**Bảng 3 - Giới hạn đặc tính tạo bột của nhựa đường.**

Nhiệt độ hỗn hợp tái chế (T)	10 °C ≤ T ≤ 25 °C	T > 25 °C	Phương pháp thử
Tỷ lệ giãn nở nhỏ nhất, ER (lần)	10	8	Phụ lục B
Chu kỳ bán hủy ngắn nhất, τ1/2 (s)	8	6	

**Bảng 4 - Hàm lượng khuyến nghị sử dụng.**

Lượng hạt lọt qua sàng, %		Hàm lượng Bitum bột, % theo khối lượng cốt liệu khô
4,75 mm	0,075 mm	
< 50	3,0 ÷ 5,0	2,0 ÷ 2,5
	5,0 ÷ 7,5	2,0 ÷ 3,0
	7,5 ÷ 10,0	2,5 ÷ 3,5
	>10	3,0 ÷ 4,0

Lượng hạt lọt qua sàng, %		Hàm lượng Bitum bột, % theo khối lượng cốt liệu khô
4,75 mm	0,075 mm	
≥ 50	3,0 ÷ 5,0	2,0 ÷ 3,0
	5,0 ÷ 7,5	2,5 ÷ 3,5
	7,5 ÷ 10,0	3,0 ÷ 4,0
	>10	3,5 ÷ 4,5

*b. 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, 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.
- Xi măng
- Xi măng là loại phù hợp với TCVN 2682:2009 hoặc TCVN 6260:2009; ngoài ra, xi măng phải có thời gian bắt đầu đông kết tối thiểu là 120 min (xác định theo TCVN 6017).
- Hàm lượng xi măng sử dụng được xác định khi thiết kế hỗn hợp tái chế sao cho hỗn hợp tái chế thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật quy định. Hàm lượng xi măng (tính theo % khối lượng khô của hỗn hợp cốt liệu tái chế) thường dùng là 1,0 % (xác định theo Phụ lục A), tối đa không quá 1,5 % khi hỗn hợp thiếu thành phần hạt nhỏ hơn 0,075 mm.

*c. Cốt liệu bổ sung*

- Lượng và loại cốt liệu bổ sung (nếu có) phải được xác định khi thiết kế hỗn hợp sao cho hỗn hợp tái chế thỏa mãn các yêu cầu trong Bảng 1, Bảng 2.

*d. Nước*

- Nước dùng để trộn ẩm hỗn hợp tái chế khi thiết kế, thi công hỗn hợp tái chế phải phù hợp với TCVN 4506:2012.

*e. Vật liệu dùng cho lớp thấm bám*

- Vật liệu dùng cho lớp thấm bám trên bề mặt lớp tái chế, trước khi thi công lớp bê tông nhựa phía trên, được quy định như sau:
  - + Nhũ tương nhựa đường a xít phân tích chậm CSS-1h (TCVN 8817-1:2011) với tỷ lệ từ (0,3 ÷ 0,6) L/m<sup>2</sup>, có thể pha thêm nước vào nhũ tương (tỷ lệ 1/2 nước, 1/2 nhũ tương) và khuấy đều trước khi tưới.
  - + Nhũ tương nhựa đường trung tính loại MN-1 (JIS K2208) với tỷ lệ từ (0,3 ÷ 0,6) L/m<sup>2</sup>.
  - + Nhựa lỏng đông đặc nhanh RC70 (TCVN 8818-1:2011) với tỷ lệ từ (0,3 ÷ 0,5) L/m<sup>2</sup>.
  - + Trường hợp thi công vào ban đêm hoặc thời tiết ẩm ướt, có thể dùng nhũ tương nhựa đường a xít phân tách nhanh CRS-1 (TCVN 8817-1:2011) với tỷ lệ từ (0,3 ÷ 0,5) L/m<sup>2</sup>.
- Thời gian từ lúc tưới thấm bám đến khi rải lớp bê tông nhựa phía trên phải đủ để nhũ tương nhựa đường kịp phân tách hoặc để nhựa lỏng kịp đông đặc và do Tư vấn giám sát quyết định, thông thường sau ít nhất là 4h.

#### **I.5.4.2 Yêu cầu về thiết bị thi công**

##### **I.5.4.2.1 Dây chuyền công nghệ thi công:**

Bao gồm tối thiểu các thiết bị thi công chủ yếu sau:

- Máy tái chế.
- Máy rải xi măng.
- Xe bồn chở nước.
- Máy san tự hành.
- Máy lu các loại.

##### **I.5.4.2.2 Máy tái chế**

- Máy chuyên dụng, tự hành, có công suất thích hợp đủ khả năng cào xới áo đường cũ đến một chiều sâu quy định, trộn đều vật liệu cũ với cốt liệu bổ sung (nếu có) và vật liệu gia cố để tạo thành hỗn hợp vật liệu tái chế đồng nhất. 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 không nhỏ hơn 400 HP.
  - + Có khả năng tái chế tới độ sâu cần thiết theo thiết kế. Có hệ thống điều khiển cân bằng để duy trì độ sâu cào bóc trong giới hạn sai số  $\pm 10$  mm của chiều sâu theo yêu cầu trong suốt quá trình vận hành.
  - + Trồng cào có chiều rộng cắt tối thiểu 2,0m; phải xoay theo hướng cắt lên trên với tốc độ yêu cầu và có khả năng thay đổi tốc độ quay, tốc độ yêu cầu tối thiểu 112 r/min. Trồng cào có thể dịch chuyển sang trái, phải với độ dịch chuyển sang mỗi bên tối thiểu là 50 cm.
  - + Máy phải có hệ thống tạo Bitum bột, tất cả hệ thống phun và nước gắn khít với máy cào bóc tái chế cần 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 ÷ 500) kg/phút tương ứng với khả năng thay đổi hàm lượng từ (0 ÷ 5) %.
  - + Máy phải có khả năng cung cấp 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 trong suốt quá trình vận hành; có thiết bị điều chỉnh nhiệt độ và van áp suất của đường cung cấp cho mục đích kiểm tra chất lượng.

##### **I.5.4.2.3 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  $\pm 5$  % so với định lượng yêu cầu thiết kế trên một đơn vị diện tích của mặt đường.

##### **I.5.4.2.4 Xe bồn chứa nhựa đường nóng:**

- Phải 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. Dung tích của các xe phải phù hợp với khối lượng công việc.
- Mỗi bồn chứa phải được trang bị: Thiết bị đo nhiệt độ của Bitum 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.

##### **I.5.4.2.5 Xe bồn chở nước:**

- Phải có khả năng điều chỉnh được lưu lượng nước phun.

**I.5.4.2.6 Máy san:**

- Máy san tự hành 3 cầu trục, điều khiển bằng thủy lực hoặc cơ khí, có thiết bị đo độ dốc ngang, công suất từ 60 HP trở lên.

**I.5.4.2.7 Máy lu:**

- Là loại tự hành, tổ máy lu bao gồm tối thiểu các loại sau:
  - + Lu rung chân cừu là loại lu ban đầu và là lu chính, lu rung chân cừu được hoạt động trong hệ rung biên độ cao. Khối lượng tĩnh của lu phụ thuộc vào chiều dày sau khi lu lèn của lớp vật liệu tái sinh theo quy định trong Bảng 5.

**Bảng 5 - Khối lượng tĩnh của lu theo chiều dày lớp lu lèn**

Chiều dày của lớp tái chế sau lu lèn (H), cm	Khối lượng tĩnh nhỏ nhất của máy lu, T
$H < 15$	12
$15 \leq H < 20$	15
$20 \leq H < 22$	19

- + Lu rung 1 bánh thép là loại lu ngay sau lu rung chân cừu và là lu chính, lu rung 1 bánh thép được hoạt động trong hệ rung biên độ cao. Khối lượng tĩnh của lu được sử dụng phụ thuộc vào chiều dày sau khi lu lèn của lớp vật liệu tái chế theo quy định tại Bảng 5.
- + Lu rung 2 bánh thép: Có trọng lượng từ 10 T đến 12 T, gồm 2 bánh thép và rộng không dưới 1,98 m và có hệ thống phun nước và thanh gạt để làm sạch vật liệu dính bám vào bánh lu
- + Máy lu bánh lốp: Máy lu bánh lốp trọng lượng tĩnh tối thiểu 16 T, các lớp nhẵn đồng đều và có khả năng hoạt động với áp lực lu tối thiểu phải đạt 0,63 MPa. Mỗi lớp sẽ được bơm tới áp lực quy định và chênh lệch áp lực giữa hai lớp bất kỳ không được vượt quá 0,003 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.

**I.5.4.2.8 Máy cào bóc bê tông nhựa:**

- Máy cào bóc bê tông nhựa chuyên dụng (Cào bỏ lớp mặt BTN hiện hữu theo chiều dày thiết kế).

**I.5.4.3 Thi công lớp vật liệu tái chế:**

- Theo hồ sơ thiết kế, dùng máy cào bóc chuyên dụng để cào bóc lớp BTN cũ đến chiều sâu thiết kế, sau đó tiến hành thi công tái chế.
- Chỉ tiến hành thi công khi nhiệt độ không khí trên 5°C, trời không mưa.
- 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.
- Nhà thầu phải có kế hoạch phân luồng, đảm bảo an toàn giao thông trong suốt quá trình thi công.
- Nên thi công và hoàn thiện lớp tái chế vào ban ngày. Trường hợp đặc biệt phải thi công vào ban đêm thì phải có đủ thiết bị chiếu sáng trong quá trình thi công và được Tư vấn giám sát chấp thuận.

- Trước khi thi công đại trà, phải tiến hành thi công thử một vệt dài ít nhất 150 m để kiểm tra và xác định công nghệ thi công, làm cơ sở áp dụng cho thi công đại trà.

#### **I.5.4.4 Chuẩn bị mặt bằng:**

- 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.
- Định vị phạm vi mặt đường cần tái chế bằng cách vạch đường dẫn hướng dọc theo chiều dọc đường.
- 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, đà hầm ra và đập bỏ phần thành đến dưới 10cm 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 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.
- 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.

#### **I.5.4.5 Vận chuyển và rải xi măng**

- Dùng xe rải xi măng 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Xi măng chỉ được rải trước khi thi công tái chế 1h. Trong trường hợp mặt đường ẩm ướt, xi măng chỉ rải một đoạn khoảng (30 ÷ 50) m trước trước đây chuyên thiết bị thi công.

#### **I.5.4.6 Vận chuyển nhựa đường nóng**

- 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 50C 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.

- 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.
- 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.
- 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.

#### I.5.4.7 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 điện tử trang bị trên máy tái chế.

#### I.5.4.8 Cào bóc tái chế.

- Công việc cào bóc tái chế có thể tiến hành theo phương pháp một hành trình hoặc nhiều hành trình tùy theo điều kiện cụ thể của áo đường cũ và chiều dày lớp tái chế.
  - + Tái chế theo phương pháp một hành trình: Toàn bộ các thao tác cào bóc, xới trộn áo đường cũ với cốt liệu bổ sung (nếu có), xi măng, Bitum bột, phun tưới thêm nước (nếu có) đều được thực hiện và hoàn tất sau một lượt đi của máy cào bóc tái chế, và hỗn hợp vật liệu tái chế đạt được các yêu cầu quy định.
  - + Tái chế theo phương pháp hai hành trình: Sử dụng phương pháp hai hành trình khi không thể hoàn tất tất cả các thao tác chỉ sau một lượt đi. Trong lượt đi đầu tiên máy tái chế cào bóc, xới trộn áo đường cũ với cốt liệu bổ sung (nếu có), xi măng. Sau đó dùng máy san san phẳng và dùng máy lu bánh thép lu lên lại để có thể kiểm soát tốt hơn độ sâu tái chế. Tiếp theo, máy cào bóc tái chế đi lượt thứ hai, phun tưới thêm nước (nếu có), phun tưới và trộn đều vật liệu tái chế.
- Máy tái chế phải đi đúng đường với chiều rộng chông lán theo yêu cầu. Để hỗ trợ người vận hành, cần vạch đường dẫn hướng chính xác từ cả hai biên vệt cào bóc.
- Tốc độ tái chế tối ưu từ  $(3 \div 10)$  m/min, không nên cào bóc tái chế với tốc độ  $\geq 12$  m/min
- Sau khi xới trộn áo đường cũ và trước khi phun tưới Bitum bột, cần phải kiểm tra độ ẩm của vật liệu. Độ ẩm của vật liệu chỉ được sai khác trong phạm vi  $\pm 1 \%$  so với độ ẩm đã được quy định trong bước thiết kế hỗn hợp vật liệu tái chế. Nếu phát hiện độ ẩm lớn hơn thì phải giảm lượng nước, nếu nhỏ hơn thì phải tưới thêm nước. Nên bố trí một cán bộ kỹ thuật đủ trình độ và kinh nghiệm đi ngay phía sau máy cào bóc tái chế để quan sát, đánh giá và điều chỉnh độ ẩm thích hợp.
- Thường xuyên kiểm tra chiều sâu cào bóc ở cả hai phía của máy cào bóc 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).
- Các mối nối dọc giữa các vệt cào bóc tái chế liền kề phải chông lán lên nhau từ 10 cm đến 15 cm; vòi phun lên phần chông lán này sẽ được khóa lại để đảm bảo mũ tương không được phun hai lần trên phần chông lán.
- 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 mỗi nối bằng cách chạy lù 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 nhũ tương nhựa đường khi chạy lù 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.

- Đối với trường hợp tái chế loại A, yêu cầu toàn bộ quá trình công nghệ thi công từ khi tưới nước vào trộn đến khi lu lèn, hoàn thiện xong bề mặt lớp gia cố xi măng không vượt quá thời gian bắt đầu ninh kết của xi măng.
- Phải xử lý nền, móng bên dưới lớp vật liệu cào bóc 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 kho dự 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 dự 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.

#### 1.5.4.9 San định dạng và lu lèn lớp vật liệu tái chế.

- Công tác lu lèn phải được thực hiện theo đúng sơ đồ lu đã được thiết lập khi thi công đoạn thí điểm và được Tư vấn giám sát 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).
- Về nguyên tắc, việc lu lèn được thực hiện theo 3 giai đoạn là lu lèn ban đầu (lu sơ bộ), lu lèn chặt, lu hoàn thiện; 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. Để đảm bảo chắc chắn lớp vật liệu tái chế đã được lu lèn chặt, sau khi hoàn thành giai đoạn lu hoàn thiện, có thể tiến hành lu kiểm chứng.
- 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 20cm.
- Lu lèn ban đầu (lu sơ bộ) Dùng máy lu bánh lốp hoặc lu chân cừu đầm nén hỗn hợp vật liệu đồng thời giữ độ ẩm trong hỗn hợp tái chế nguội, máy lu không được đi sau máy cào bóc tái sinh quá 150 m. Lu bánh lốp chỉ dùng lu khi vệt bánh lốp còn lại trên mặt lớp vật liệu không đáng kể.
- San định dạng mặt đường Dùng máy san tự hành san gạt bề mặt lớp vật liệu đã được đầm lèn sơ bộ, lưỡi gạt máy san phải gạt bằng các đầu vệt bánh lốp, chân cừu; đồng thời tạo dốc ngang, dốc dọc và hình dạng mặt đường theo thiết kế.
- Lu lèn chặt: Dùng lu rung bánh thép, lu rung chân cừu và lu bánh lốp để lu lèn.
- Bù phụ, sửa sang bề mặt lớp tái chế: Sau giai đoạn lu lèn chặt, kiểm tra bề mặt đường nếu thấy có vị trí lồi lõm thì cần phải bù phụ vật liệu (đối với chỗ lõm) và san gạt (đối với chỗ lồi).
- Lu hoàn thiện: Tiếp tục dùng lu rung bánh thép và lu bánh lốp để lu lèn cho đến khi đạt độ chặt đầm nén yêu cầu.
- Lu kiểm chứng (có thể thực hiện hoặc không): Dùng lu bánh thép nặng tối thiểu 10 T, không rung, để lu kiểm chứng trên bề mặt lớp tái chế. Lu sẽ chạy trên đoạn dài tối thiểu 5 m; nếu không thấy có bất cứ biến dạng nào, thì có thể kết thúc quá trình lu lèn;

nếu phát hiện còn có biến dạng hằn lún nhẹ của vệt lu so với mặt bằng chung vừa thi công xong thì cần phải tiếp tục lu hoàn thiện.

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

**I.5.4.10 Bảo dưỡng lớp vật liệu tái chế.**

- Sau khi kết thúc quá trình lu lèn, 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 48h mới được rải lớp mặt đường phía trên. Nếu điều kiện thời tiết xấu (nắng ít, mưa nhiều), phải bảo dưỡng bằng cách tưới nhũ tương với tỷ lệ từ (0,6 ÷ 0,8) kg/m<sup>2</sup> và phủ thêm một lớp cát mỏng lên trên bề mặt và bảo dưỡng trong thời gian từ (2 ÷ 3) ngày.
- Sau thời gian bảo dưỡng, cần rải ngay lớp kết cấu bên trên. Trường hợp không thể rải 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.

**I.5.4.11 Kiểm tra, giám sát và nghiệm thu lớp tái chế**

- 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 Tư vấn giám sát có thể tăng tần suất và hạng mục kiểm tra cho phù hợp.
- Kiểm tra hiện trường trước khi thi công, bao gồm các hạng mục sau:
  - + Tình trạng đoạn đường sẽ tiến hành tái chế, các công trình ngầm.
  - + Tình trạng các thiết bị, máy thi công.
  - + Tình trạng các thiết bị, dụng cụ thử nghiệm 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.
- Kiểm tra chất lượng vật liệu: Tất cả các loại vật liệu đều phải được thí nghiệm kiểm tra và chấp thuận trước, trong khi thi công.
- Nghiệm thu lớp tái chế: Kích thước hình học, độ bằng phẳng, độ chặt lu lèn.

**I.5.5 Yêu cầu thi công nghiệm thu lớp móng Cấp phối đá dăm (TCVN 8859:2023):**

**I.5.5.1 Yêu cầu về loại đá**

- Các loại đá gốc được sử dụng để nghiền sàng làm cấp phối đá dăm phải có cường độ nén tối thiểu phải đạt 60 MPa nếu dùng cho lớp móng trên và 40 MPa nếu dùng cho lớp móng dưới. Không được dùng đá xay có nguồn gốc từ đá sa thạch (đá cát kết, bột kết) và diệp thạch (đá sét kết, đá sét).

**I.5.5.2 Yêu cầu về thành phần hạt của vật liệu CPĐĐ**

- Thành phần hạt của vật liệu CPĐĐ được quy định tại Bảng 1.

**Bảng 1 – Thành phần hạt của cấp phối đá dăm**

Kích cỡ mắt sàng vuông, mm	Tỷ lệ lọt sàng, % theo khối lượng	
	CPĐĐ có cỡ hạt danh định D <sub>max</sub> = 37,5 mm	CPĐĐ có cỡ hạt danh định D <sub>max</sub> = 25 mm
50	100	–

37,5	95 ÷ 100	100
25	–	79 ÷ 90
19	58 ÷ 78	67 ÷ 83
9,5	39 ÷ 59	49 ÷ 64
4,75	24 ÷ 39	34 ÷ 54
2,36	15 ÷ 30	25 ÷ 40
0,425	7 ÷ 19	12 ÷ 24
0,075	2 ÷ 12	2 ÷ 12

### 1.5.5.3 Yêu cầu về chỉ tiêu cơ lý của vật liệu CPĐD

- Các chỉ tiêu cơ lý của vật liệu CPĐD được quy định tại Bảng 2.

**Bảng 2 – Chỉ tiêu cơ lý của vật liệu CPĐD**

Chỉ tiêu	Cấp phối đá dăm Loại I	Phương pháp thử
1. Độ hao mòn Los-Angeles của cốt liệu (LA), %	≤ 35	TCVN 7572-12 : 2006
2. Chỉ số sức chịu tải CBR tại độ chặt K98, ngâm nước 96 h, %	≥ 100 –	22TCN 332 – 06
3. Giới hạn chảy (W <sub>L</sub> ) <sup>1)</sup> , %	≤ 25	TCVN 4197:1995
4. Chỉ số dẻo (I <sub>P</sub> ) <sup>1)</sup> , %	≤ 6	TCVN 4197:1995
5. Tích số dẻo PP <sup>2)</sup> (PP = Chỉ số dẻo I <sub>P</sub> x % lượng lọt qua sàng 0,075 mm)	≤ 45	-
6. Hàm lượng hạt thoi dẹt <sup>3)</sup> , %	≤ 18	TCVN 7572 - 2006
7. Độ chặt đầm nén (K <sub>yc</sub> ), %	≥ 98	22 TCN 333 – 06 (phương pháp II-D)

<sup>1)</sup> Giới hạn chảy, giới hạn dẻo được xác định bằng thí nghiệm với thành phần hạt lọt qua sàng 0,425 mm.

<sup>2)</sup> Tích số dẻo PP có nguồn gốc tiếng Anh là Plasticity Product

<sup>3)</sup> Hạt thoi dẹt là hạt có chiều dày hoặc chiều ngang nhỏ hơn hoặc bằng 1/3 chiều dài; Thí nghiệm được thực hiện với các cỡ hạt có đường kính lớn hơn 4,75 mm và chiếm trên 5 % khối lượng mẫu; Hàm lượng hạt thoi dẹt của mẫu lấy bằng bình quân gia quyền của các kết quả đã xác định cho từng cỡ hạt.

### 1.5.5.4 Yêu cầu thi công

#### 1.5.5.4.1 Chuẩn bị thi công

##### a. Chuẩn bị vật liệu CPĐD

- Phải tiến hành lựa chọn các nguồn cung cấp vật liệu CPĐD cho công trình. Công tác này bao gồm việc khảo sát, kiểm tra, đánh giá về khả năng đáp ứng các chỉ tiêu kỹ thuật, khả năng cung cấp vật liệu theo tiến độ công trình;
- Vật liệu CPĐD từ nguồn cung cấp phải được tập kết về bãi chứa tại chân công trình để tiến hành các công tác kiểm tra, đánh giá chất lượng vật liệu

- + Bãi chứa vật liệu nên bố trí gần vị trí thi công và phải tập kết được khối lượng vật liệu CPDD tối thiểu cho một ca thi công;
- + Bãi chứa vật liệu phải được gia cố để không bị cày xới, xáo trộn do sự đi lại của các phương tiện vận chuyển, thi công và không để bị ngập nước, không để bùn đất hoặc vật liệu khác lẫn vào;
- + Không tập kết lẫn lộn nhiều nguồn vật liệu vào cùng một vị trí;
- + Trong mọi công đoạn vận chuyển, tập kết, phải có các biện pháp nhằm tránh sự phân tầng của vật liệu CPDD (phun tưới ẩm trước khi bốc xúc, vận chuyển).

*b. Chuẩn bị mặt bằng thi công*

- Tiến hành khôi phục, kiểm tra hệ thống cọc định vị tim và mép móng đường;
- Việc thi công các lớp móng CPDD chỉ được tiến hành khi mặt bằng thi công đã được nghiệm thu. Khi cần thiết, phải tiến hành kiểm tra lại các chỉ tiêu kỹ thuật quy định của mặt bằng thi công, đặc biệt là độ chặt lu lèn thiết kế;
- Đối với mặt bằng thi công là móng hoặc mặt đường cũ, phải phát hiện, xử lý triệt để các vị trí hư hỏng cục bộ. Việc sửa chữa hư hỏng và bù vênh phải kết thúc trước khi thi công lớp móng CPDD. Khi bù vênh bằng CPDD thì chiều dày bù vênh tối thiểu phải lớn hơn hoặc bằng 3 lần cỡ hạt lớn nhất danh định  $D_{max}$ .

*c. Chuẩn bị thiết bị thi công chủ yếu và thiết bị phục vụ thi công*

- Huy động đầy đủ các trang thiết bị thi công chủ yếu như máy rải hoặc máy san, các loại lu, ô tô tự đổ chuyên chở vật liệu, thiết bị khống chế độ ẩm, máy đo đặc cao độ, dụng cụ khống chế chiều dày..., các thiết bị thí nghiệm kiểm tra độ chặt, độ ẩm tại hiện trường...
- Tiến hành kiểm tra tất cả các tính năng cơ bản của thiết bị thi công chủ yếu như hệ thống điều khiển chiều dày rải của máy rải, hệ thống rung của lu rung, hệ thống điều khiển thủy lực của lưỡi ben máy san, hệ thống phun nước... nhằm bảo đảm khả năng đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật thi công lớp vật liệu CPDD.
- Việc đưa các trang thiết bị trên vào dây chuyền thiết bị thi công đại trà phải dựa trên kết quả của công tác thi công thí điểm

**I.5.5.4.2 Thi công lớp móng đường bằng vật liệu CPDD**

*a. Tập kết vật liệu:*

- CPDD đã được vận chuyển đến vị trí thi công nên tiến hành thi công ngay nhằm tránh ảnh hưởng đến chất lượng và gây cản trở giao thông.
- Yêu cầu về độ ẩm của vật liệu CPDD
  - + Độ ẩm tốt nhất của vật liệu CPDD nằm trong phạm vi độ ẩm tối ưu ( $W_o \pm 2\%$ ) cần duy trì trong suốt quá trình chuyên chở, tập kết, san hoặc rải và lu lèn.
  - + Trước và trong quá trình thi công, cần phải kiểm tra và điều chỉnh kịp thời độ ẩm của vật liệu CPDD.
  - + Nếu vật liệu có độ ẩm thấp hơn phạm vi độ ẩm tối ưu, phải tưới nước bổ sung bằng các vòi tưới dạng mưa và không được để nước rửa trôi các hạt mịn. Nên kết hợp việc bổ sung độ ẩm ngay trong quá trình san rải, lu lèn bằng bộ phận phun nước dạng sương gắn kèm;
  - + Nếu độ ẩm lớn hơn phạm vi độ ẩm tối ưu thì phải trải ra để hong khô trước khi lu lèn.

*b. Công tác san rải CPDD*

- Đối với lớp móng trên, vật liệu CPĐD được rải bằng máy rải.
- Đối với lớp móng dưới, nên sử dụng máy rải để nâng cao chất lượng công trình. Chỉ được sử dụng máy san để rải vật liệu CPĐD khi có đầy đủ các giải pháp chống phân tầng của vật liệu CPĐD và được Tư vấn giám sát chấp thuận. Khi dùng máy san thì CPĐD được đổ thành các đồng trên mặt bằng thi công với các khoảng cách thích hợp xác định được thông qua thi công thí điểm nêu tại mục 7.3 nhưng khoảng cách các đồng này không lớn hơn 10 m.
- Căn cứ vào tính năng của thiết bị, chiều dày thiết kế, có thể phân thành các lớp thi công. Chiều dày của mỗi lớp thi công sau khi lu lèn không được lớn hơn 15 cm. Trường hợp đặc biệt có yêu cầu chiều dày cao hơn thì phải sử dụng thiết bị lu hiện đại và sơ đồ lu đặc biệt, nhưng trong mọi trường hợp không được vượt quá 18cm.
- Về quyết định chiều dày rải (thông qua hệ số lu lèn) phải căn cứ vào kết quả thi công thí điểm, có thể xác định hệ số rải (hệ số lu lèn) sơ bộ  $K_{rãi}$  như sau :

$$K_{rãi} = \frac{\gamma_{k\max} \cdot K_{yc}}{\gamma_{kr}}$$

Trong đó :

$\gamma_{k\max}$  là khối lượng thể tích khô lớn nhất theo kết quả thí nghiệm đầm nén tiêu chuẩn, g/cm<sup>3</sup>;

$\gamma_{kr}$  là khối lượng thể tích khô của vật liệu CPĐD ở trạng thái rời (chưa đầm nén), g/cm<sup>3</sup>;

$K_{yc}$  là độ chặt yêu cầu của lớp CPĐD, %

- Để đảm bảo độ chặt lu lèn trên toàn bộ bề rộng móng, khi không có khuôn đường hoặc đá vĩa, phải rải vật liệu CPĐD rộng thêm mỗi bên tối thiểu là 25 cm so với bề rộng thiết kế của móng. Tại các vị trí tiếp giáp với vệt rải trước, phải tiến hành loại bỏ các vật liệu CPĐD rời rạc tại các mép của vệt rải trước khi rải vệt tiếp theo.
- Trường hợp sử dụng máy san để rải vật liệu CPĐD, phải bố trí công nhân lái máy lành nghề và nhân công phụ theo máy nhằm hạn chế và xử lý kịp hiện tượng phân tầng của vật liệu. Với những vị trí vật liệu bị phân tầng, phải loại bỏ toàn bộ vật liệu và thay thế bằng vật liệu CPĐD mới. Việc xác lập sơ đồ vận hành của máy san, rải CPĐD phải dựa vào kết quả của công tác thi công thí điểm
- Phải thường xuyên kiểm tra cao độ, độ bằng phẳng, độ dốc ngang, độ dốc dọc, độ ẩm, độ đồng đều của vật liệu CPĐD trong suốt quá trình san rải.

### c. Công tác lu lèn

- Phải lựa chọn loại lu và phối hợp các loại lu trong sơ đồ lu lèn tùy thuộc vào loại đá dùng làm vật liệu, chiều dày, chiều rộng và độ dốc dọc của lớp móng đường. Thông thường, sử dụng lu nhẹ 60 - 80 kN với vận tốc chậm 3 Km/h để lu 3 - 4 lượt đầu, sau đó sử dụng lu rung 100 - 120 kN hoặc lu bánh lốp có tải trọng bánh 25 - 40 kN để lu tiếp từ 12 - 20 lượt cho đến khi đạt độ chặt yêu cầu, rồi hoàn thiện bằng 2 - 3 lượt lu bánh sắt nặng 80 - 100 kN.
- Số lần lu lèn phải đảm bảo đồng đều đối với tất cả các điểm trên mặt móng (kể cả phần mở rộng), đồng thời phải bảo đảm độ bằng phẳng sau khi lu lèn.
- Việc lu lèn phải thực hiện từ chỗ thấp đến chỗ cao, vệt bánh lu sau chồng lên vệt lu trước ít nhất là 20 cm. Những đoạn đường thẳng, lu từ mép vào tim đường và ở các

đoạn

đường cong, lu từ phía bụng đường cong dần lên phía lưng đường cong.

- Ngay sau giai đoạn lu lèn sơ bộ, phải tiến hành ngay công tác kiểm tra cao độ, độ dốc ngang, độ bằng phẳng và phát hiện những vị trí bị lồi lõm, phân tầng để bù phụ, sửa chữa kịp thời:
  - + Nếu thấy hiện tượng khác thường như rạn nứt, gợn sóng, xô dòn hoặc rời rạc không chặt... phải dừng lu, tìm nguyên nhân và xử lý triệt để rồi mới được lu tiếp. Tất cả các công tác này phải hoàn tất trước khi đạt được 80 % công lu;
  - + Nếu phải bù phụ sau khi đã lu lèn xong, thì bề mặt lớp móng CPDD đó phải được cày xới với chiều sâu tối thiểu là 5 cm trước khi rải bù.
  - + Sơ đồ công nghệ lu lèn áp dụng để thi công đại trà cho từng lớp vật liệu như các loại lu sử dụng, trình tự lu, số lần lu phải được xây dựng trên cơ sở thi công thí điểm lớp móng CPDD.

*d. Bảo dưỡng và tưới lớp nhựa thấm bám*

- Phải thường xuyên giữ đủ độ ẩm trên mặt lớp móng CPDD để tránh các hạt mịn bị gió thổi. Đồng thời không cho xe cộ đi lại trên lớp móng khi chưa tưới nhựa thấm bám để tránh bong bật.
- Đối với lớp móng trên, cần phải nhanh chóng tưới nhựa thấm bám bằng nhũ tương phân tách chậm CSS-1 (phù hợp với tiêu chuẩn TCVN 8817-1:2011), với tỷ lệ từ 0.5-1.3L/m<sup>2</sup>; Nhiệt độ tưới thấm bám tại nhiệt độ môi trường. Thời gian từ lúc tưới nhũ tương thấm bám đến khi rải lớp BTNC phía trên phải đủ để phân tách nhũ tương, tối thiểu sau 12h.
- Trước khi tưới nhựa thấm bám, phải tiến hành làm vệ sinh bề mặt lớp móng nhằm loại bỏ bụi, rác, vật liệu rời rạc bằng các dụng cụ thích hợp như chổi, máy nén khí nhưng không được làm bong bật các cốt liệu của lớp móng;
- Đối với lớp vật liệu phía dưới có sử dụng chất liên kết là nhựa đường, sử dụng nhũ tương phân tách nhanh CRS-1 (TCVN 8817-1) với lượng tưới từ 0.3-0.6 L/m<sup>2</sup>. Thời gian từ lúc tưới dính bám đến khi rải BTNC phải đủ để nhũ tương phân tách hoàn toàn (khi nhũ tương dính bám chuyển sang màu đen) thông thường ít nhất từ 2h đến 4h.
- Nếu phải bảo đảm giao thông, ngay sau khi tưới lớp thấm bám thì phải phủ một lớp đá mặt kích cỡ 0,5 cm x 0,1 cm với định lượng 10 l/m<sup>2</sup> ± 1 l/m<sup>2</sup> và lu nhẹ khoảng 2 – 3 lần/điểm. Đồng thời, phải bố trí lực lượng duy tu, bảo dưỡng hành ngày để thoát nước bề mặt, bù phụ, quét gạt các hạt đá bị văng dạt và lu lèn những chỗ có hiện tượng bị bong bật do xe chạy.

*e. Lấy mẫu vật liệu CPDD cho công tác kiểm tra nghiệm thu chất lượng vật liệu CPDD*

- Để phục vụ công tác kiểm tra chất lượng vật liệu trong quá trình thi công tại hiện trường và phục vụ nghiệm thu, yêu cầu khối lượng tối thiểu mẫu thí nghiệm tại hiện trường được lấy phù hợp với quy định tại Bảng 3.
- Mẫu thí nghiệm lấy tại hiện trường thi công phải đại diện cho lô sản phẩm hoặc đoạn được thí nghiệm, kiểm tra. Việc lấy mẫu có thể được thực hiện theo các phương thức khác nhau và tuân thủ các quy định tại 6.3.

**1.5.5.5 Kiểm tra, nghiệm thu chất lượng vật liệu**

- Công tác kiểm tra, nghiệm thu chất lượng vật liệu CPDD phải được tiến hành theo các giai đoạn sau:

- Giai đoạn kiểm tra phục vụ cho công tác chấp nhận nguồn cung cấp vật liệu CPDD cho công trình

Mẫu kiểm tra được lấy tại nguồn cung cấp; cứ 3000 m<sup>3</sup> vật liệu cung cấp cho công trình hoặc khi liên quan đến một trong các trường hợp sau thì ít nhất phải lấy một mẫu:

- Nguồn vật liệu lần đầu cung cấp cho công trình;
- Có sự thay đổi địa tầng khai thác của đá nguyên khai;
- Có sự thay đổi dây chuyền nghiền sàng hoặc hàm nghiền hoặc cỡ sàng;
- Có sự bất thường về chất lượng vật liệu.

Vật liệu phải thỏa mãn tất cả các chỉ tiêu cơ lý quy định tại Bảng 1 và Bảng 2.

- Giai đoạn kiểm tra phục vụ công tác nghiệm thu chất lượng vật liệu CPDD đã được tập kết tại chân công trình để đưa vào sử dụng
- Mẫu kiểm tra được lấy ở bãi chứa tại chân công trình, cứ 1000 m<sup>3</sup> vật liệu phải lấy ít nhất một mẫu cho mỗi nguồn cung cấp hoặc khi có sự bất thường về chất lượng vật liệu;
- Vật liệu phải thỏa mãn tất cả các chỉ tiêu cơ lý quy định tại Bảng 1 và Bảng 2 trước khi đem thí nghiệm đầm nén trong phòng.

#### 1.5.5.6 Kiểm tra trong quá trình thi công

- Trong suốt quá trình thi công, đơn vị thi công phải thường xuyên tiến hành thí nghiệm, kiểm tra theo các nội dung sau:
  - + Độ ẩm, sự phân tầng của vật liệu CPDD (quan sát bằng mắt và kiểm tra thành phần hạt). Cứ 200 m<sup>3</sup> vật liệu CPDD hoặc một ca thi công phải tiến hành lấy một mẫu thí nghiệm thành phần hạt, độ ẩm.
  - + Độ chặt lu lèn
  - + Việc thí nghiệm thực hiện theo 22 TCN 346 – 06 và được tiến hành tại mỗi lớp móng CPDD đã thi công xong;
  - + Đến giai đoạn cuối của quá trình lu lèn, phải thường xuyên thí nghiệm kiểm tra độ chặt lu lèn để làm cơ sở kết thúc quá trình lu lèn. Cứ 800 m<sup>2</sup> phải tiến hành thí nghiệm xác định độ chặt lu lèn tại một vị trí ngẫu nhiên.
  - + Các yếu tố hình học, độ bằng phẳng
  - + Cao độ, độ dốc ngang của bề mặt lớp móng được xác định dựa trên số liệu đo cao độ tại tim và tại mép của mặt móng;
  - + Chiều dày lớp móng được xác định dựa trên số liệu đo đạc cao độ trước và sau khi thi công lớp móng tại các điểm tương ứng trên cùng một mặt cắt (khi cần thiết, tiến hành đào hố để kiểm tra);
  - + Bề rộng lớp móng được xác định bằng thước thép;
  - + Độ bằng phẳng được đo bằng thước 3 m phù hợp với TCVN 8864:2011. Khe hở lớn nhất dưới thước được quy định tại Bảng 4;
  - + Mật độ kiểm tra và các yêu cầu cụ thể quy định tại Bảng 4.

**Bảng 4 Yêu cầu về kích thước hình học và độ bằng phẳng**

Chỉ tiêu kiểm tra	Giới hạn cho phép		Mật độ kiểm tra
	Móng dưới	Móng trên	

**CHỈ DẪN KỸ THUẬT THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU**

*Dự án: Sửa chữa hư hỏng nền mặt đường, hoàn thiện hệ thống ATGT theo QCVN 41:2024 đoạn Km20+000 đến Km24+400, Quốc lộ 51*

1. Cao độ	- 10 mm	- 5 mm	Cứ 40 m đến 50 m với đoạn tuyến thẳng, 20 m đến 25 m với đoạn tuyến cong đứng đo một trắc ngang.
2. Độ dốc ngang	± 0,5 %	± 0,3 %	
3. Chiều dày	± 10 mm	± 5 mm	
4. Chiều rộng	- 50 mm	- 50 mm	
5. Độ bằng phẳng: khe hở lớn nhất dưới thước 3m	≤ 10 mm	≤ 5 mm	Cứ 100 m đo tại một vị trí

**I.5.6 Thi công móng cấp phối đá dăm gia cố xi măng (TCVN 8858 : 2023)**

**I.5.6.1 Yêu cầu đối với vật liệu**

**I.5.6.1.1 Cốt liệu**

- Thành phần hạt CPĐĐ: yêu cầu thành phần hạt của CPĐĐ (kể cả CPĐĐ loại I và loại II) theo TCVN 8859: 2011 và bổ sung loại  $D_{max}$  31,5, xem Bảng 1. Trong Bảng 1,  $D_{max}$  là cỡ hạt lớn nhất danh định.

**Bảng 1 - Yêu cầu về thành phần hạt của CPĐĐ gia cố xi măng**

Kích cỡ mắt sàng vuông, mm	Tỷ lệ lọt sàng, % theo khối lượng			
	$D_{max} = 37,5$ mm	$D_{max} = 31,5$ mm	$D_{max} = 25$ mm	$D_{max} = 19$ mm
50	100	-	-	-
37,5	95-100	100	-	-
31,5	-	95-100	100	-
25,0	-	79-90	79-90	100
19,0	58-78	67-83	67-83	90-100
9,5	39-59	49-64	49-64	58-73
4,75	24-39	34-54	34-54	39-59
2,36	15-30	25-40	25-40	30-45
0,425	7-19	12-24	12-24	13-27
0,075	2-12	2-12	2-12	2-12

CHÚ THÍCH: Loại CPĐĐ có cỡ hạt danh định  $D_{max} = 37,5$  mm chỉ dùng cho các lớp móng dưới.

- Các yêu cầu về chỉ tiêu cơ lý của vật liệu CPĐĐ
  - + Các chỉ tiêu cơ lý của vật liệu CPĐĐ phải tuân thủ như quy định trong TCVN 8859:2011 và TCVN 8857:2011.
  - + Chỉ tiêu Los Angeles (LA) thí nghiệm theo TCVN 7572-12: 2006 của CPĐĐ hoặc CPTN gia cố xi măng không vượt quá 35 % trường hợp sử dụng cho lớp móng trên và không vượt quá 45 % trường hợp sử dụng làm lớp móng dưới (không trực tiếp với tầng mặt của lớp kết cấu áo đường).
  - + Hàm lượng tạp chất hữu cơ thí nghiệm theo phương pháp TCVN 7572-9:2006 không được vượt quá 2 %; hàm lượng muối Sunfat thí nghiệm theo phương pháp TCVN 7572-16:2006 không được quá 0,25 %.

- + Chỉ số dẻo của hạt mịn thí nghiệm theo TCVN 4197:2012 đối với CPĐD phải  $\leq 4$  %.
- + Đối với lớp móng trên (trực tiếp với tầng mặt của lớp kết cấu áo đường) hoặc lớp mặt trên có lán nhựa nên chọn tỷ lệ lượng hạt mịn  $< 0,075$  mm càng ít càng tốt, tối đa là 7 %; nếu hạt mịn có chỉ số dẻo lớn thì chỉ nên chiếm tới 5 % khối lượng cốt liệu khô.

#### **I.5.6.1.2 Xi măng**

- Xi măng sử dụng trong móng cấp phối gia cố xi măng là xi măng Poóc-lăng (PC) đáp ứng yêu cầu quy định tại TCVN 2682 hoặc xi măng Poóc-lăng hỗn hợp (PCB) đáp ứng yêu cầu quy định quy định tại TCVN 6260. Xi măng sử dụng trong móng cấp phối gia cố xi măng có mác không nhỏ hơn 30 MPa.
- Xi măng phải có thời gian bắt đầu ninh kết tối thiểu là 120 min. Khi sử dụng chất phụ gia làm chậm ninh kết thì phải theo quy định tại 4.3.3.
- Lượng xi măng dùng trong gia cố CPĐD phải được xác định thông qua thí nghiệm trong phòng để đạt các yêu cầu về cường độ tại Bảng 3 và Bảng 4 đồng thời hạn chế khả năng gây nứt (xem 6.4.). Lượng xi măng (tính theo khối lượng hỗn hợp cốt liệu khô) thường được lựa chọn trong khoảng từ 2,5 % đến 6 % đối với cốt liệu là CPĐD và trong khoảng từ 4 % đến 10 % đối với cốt liệu là CPTN.

#### **I.5.6.1.3 Phụ gia**

- Khuyến khích bổ sung phụ gia khoáng vào xi măng (PC) khi gia cố để giảm co ngót và hạn chế khả năng gây nứt lớp móng cấp phối gia cố xi măng. Tỷ lệ phụ gia khoáng hợp lý phải được lựa chọn thông qua thử nghiệm trong phòng thí nghiệm. Khuyến cáo khối lượng phụ gia khoáng chiếm khoảng (15 ÷ 25) % khối lượng của hỗn hợp xi măng và phụ gia khoáng.
- Phụ gia khoáng (PGK) sử dụng trong móng cấp phối gia cố xi măng, có thể là tro bay (flyash), xỉ lò cao (slag), puzolan tự nhiên, tro núi lửa hoặc các nguyên liệu khác của núi lửa. Thành phần hóa học chủ yếu của phụ gia khoáng là SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> và CaO. Phụ gia khoáng sử dụng phải đáp ứng các quy định tại TCVN 8825:2011. Nếu sử dụng tro bay phải tuân thủ theo ASTM C618-08 (loại F và C).
- Cho phép sử dụng chất phụ gia làm chậm ninh kết để tạo thuận lợi cho việc thi công lớp móng cấp phối gia cố xi măng nhưng việc lựa chọn chất phụ gia cụ thể phải thông qua thí nghiệm, làm thử.
- Nước dùng để trộn móng cấp phối gia cố xi măng như yêu cầu về nước dùng cho bê tông và vữa quy định tại TCVN 4506:2012.

#### **I.5.6.1.4 Cường độ cấp phối gia cố xi măng**

- Yêu cầu cường độ cấp phối gia cố xi măng tùy thuộc vào phương pháp đánh giá được quy định trong hồ sơ thiết kế và chỉ dẫn kỹ thuật của từng dự án và được quy định cụ thể thông qua một trong hai trường hợp dưới đây.

**CHÚ THÍCH:** Hiện tại trong nước đang sử dụng song song hai tiêu chuẩn thiết kế kết cấu áo đường mềm có quy định và yêu cầu đối với lớp móng cấp phối đá dăm gia cố xi măng là khác nhau, để tiện cho việc sử dụng tiêu chuẩn này sẽ quy định 02 trường hợp tương ứng với từng tiêu chuẩn thiết kế hiện hành.

- Trường hợp thứ nhất, yêu cầu đối với cường độ của móng cấp phối gia cố xi măng bao gồm hai chỉ tiêu, đó là cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi ép chế được dẫn ở Bảng 3 dưới đây.

**Bảng 3 - Yêu cầu đối với cường độ của móng cấp phối gia cố xi măng**

(Cường độ chịu nén thí nghiệm theo 4.5.2.1, cường độ chịu kéo khi ép chế thí nghiệm theo 4.5.2.2)

Vị trí lớp móng cấp phối gia cố xi măng	Cường độ chịu nén ( $R_{nén\ 14\ ngày}$ ), MPa	Cường độ chịu kéo khi ép chế ( $R_{ép\ chế\ 14\ ngày}$ ), MPa
Lớp móng trên của kết cấu mặt đường có tầng mặt BTN và BTXM của đường cao tốc, đường cấp I, cấp II hoặc lớp mặt có láng nhựa.	$\geq 4,0$	$\geq 0,45$
Lớp móng trên trong các trường hợp khác	$\geq 3,0$	$\geq 0,35$
Lớp móng dưới trong mọi trường hợp	$\geq 1,5$	Không quy định

- + Cường độ chịu nén của móng cấp phối gia cố xi măng trong Bảng 3 được thí nghiệm như sau: Kích thước mẫu nén hình trụ có đường kính 152 mm, chiều cao 117 mm. Mẫu được chế bị sau khi trộn cấp phối (dẫn ở Bảng 1 hoặc Bảng 2) với xi măng rồi ủ mẫu 2 h ở độ ẩm tốt nhất với khối lượng thể tích khô lớn nhất. Độ ẩm tốt nhất và khối lượng thể tích khô lớn nhất được thí nghiệm theo phương pháp II-D trong TCVN 12790:2020 sau khi đã hiệu chỉnh về cấp phối không loại bỏ hạt quá cỡ. Mẫu được bảo dưỡng ẩm 7 ngày và 7 ngày ngâm nước rồi đem nén với tốc độ gia tải khi nén là  $(6\pm 1)$  KPa/s. Kết quả nén mẫu phải nhân với hệ số 0,96 (để quy đổi về cường độ nén mẫu lập phương  $(150\times 150\times 150)$  cm. Cường độ chịu nén tương ứng với một tỷ lệ xi măng là trị số trung bình của tối thiểu 3 mẫu thí nghiệm.
- + Cường độ chịu kéo khi ép chế của móng cấp phối gia cố xi măng trong Bảng 3 được thí nghiệm như sau: Mẫu ép chế cũng được chế tạo sau khi trộn cấp phối với xi măng được 2 h với độ ẩm và chặt giống như mẫu nén và bảo dưỡng như mẫu nén, sau đó được thí nghiệm xác định cường độ chịu kéo khi ép chế quy định tại TCVN 8862:2011. Cường độ chịu kéo khi ép chế tương ứng với một tỷ lệ xi măng là trị số trung bình của tối thiểu 3 mẫu thí nghiệm.
- Trường hợp thứ hai, chỉ tiêu cường độ của móng cấp phối gia cố xi măng được quy định là cường độ chịu nén 7 ngày thí nghiệm theo AASHTO-T22, yêu cầu về cường độ của móng cấp phối gia cố xi măng được dẫn ở Bảng 4. Mẫu được chế bị tương tự như trường hợp thứ nhất và dưỡng ẩm 7 ngày trước khi nén.

**Bảng 4 - Yêu cầu đối với cường độ của móng cấp phối gia cố xi măng**

(Cường độ chịu nén thí nghiệm theo AASHTO-T22)

Loại vật liệu	Cường độ chịu nén ( $R_{nén\ 7\ ngày}$ ), MPa
Cấp phối đá dăm loại I gia cố xi măng	$\geq 4,0$
Cấp phối đá dăm loại II gia cố xi măng (hoặc cấp phối thiên nhiên gia cố xi măng)	$\geq 2,0$

- Yêu cầu đối với các mẫu khoan lấy ở hiện trường (trình bày tại 9.3.1) phải có đường kính  $d$  tối thiểu bằng 3 lần cỡ hạt lớn nhất của hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng. Dùng khoan bê tông có đường kính trong mũi khoan là 10 cm đối với CPĐĐ có cỡ hạt danh định  $D_{max} \leq 31,5$  mm; hoặc đường kính trong mũi khoan 15 cm đối với CPĐĐ có cỡ hạt danh định  $D_{max} = 37,5$  mm; Khi ép kiểm tra cường độ chịu nén thì tùy theo tỷ số h/d khác nhau của mẫu, kết quả nén được nhân với hệ số hiệu chỉnh ở Bảng 5.

**Bảng 5 - Hệ số hiệu chỉnh cường độ nén mẫu khoan ở hiện trường theo tỷ số h/d**

Đường kính trong mũi khoan là 10 cm		Đường kính trong mũi khoan là 15 cm	
Tỷ số h/d của mẫu khoan	Hệ số hiệu chỉnh cường độ nén mẫu khoan	Tỷ số h/d của mẫu khoan	Hệ số hiệu chỉnh cường độ nén mẫu khoan
1,0	1,07	1,0	1,08
1,2	1,09	1,1	1,09
1,4	1,12	1,2	1,10
1,6	1,15	1,3	1,11
1,8	1,18		

#### 1.5.6.2 Yêu cầu về trang thiết bị thi công

- Trạm trộn:
  - + Phải sử dụng thiết bị trộn bê tông xi măng liên tục có công suất lớn để đáp ứng đủ khối lượng hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng tương ứng với dây chuyền công nghệ thi công được phê duyệt. Khi thi công đường cao tốc hoặc đường cấp I, II (theo TCVN 4054:2005) phải sử dụng trạm trộn có công suất trạm trộn  $\geq 50$  T/h.
  - + Thiết bị cân đong phải đảm bảo chính xác, đặc biệt là bộ phận cân đong lượng xi măng và lượng nước; sai số cân đong cho phép đối với cốt liệu là  $\pm 2\%$ , với xi măng là  $\pm 0,5\%$  và với nước là  $\pm 1\%$  theo khối lượng.
  - + Năng suất và vị trí của trạm trộn phải tương ứng với đoạn dây chuyền thi công sao cho đảm bảo được thời gian trộn, chuyên chở, rải và đầm nén hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng kết thúc trước thời gian bắt đầu ninh kết đối với xi măng quy định tại 4.2.2 và đối với xi măng có sử dụng phụ gia làm chậm ninh kết thì phải theo quy định tại 4.3.3.
- Xe bồn hoặc ô tô ben có bạt phủ thùng xe để chuyên chở hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng.
- Máy rải: Sử dụng máy rải chuyên dùng có chiều rộng vệt rải lớn và có thể điều chỉnh được chiều rộng vệt rải theo thực tế. Trường hợp không có máy rải thì cho phép dùng máy san gạt thay thế nhưng chỉ áp dụng cho các lớp móng dưới hoặc lớp móng trên của đường cấp III trở xuống theo TCVN 4054:2005 và tương đương.
- Ván khuôn thép có chân đế gắn cố định vững chãi xuống các lớp nền móng phía dưới trong suốt quá trình rải và lu lèn hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng.
- Phải bố trí đầy đủ các thiết bị đầm nén theo công nghệ thi công đã được phê duyệt, khuyến khích sử dụng các thiết bị đầm nén hiện đại có hiệu suất cao. Thông thường các thiết bị đầm nén cho một dây chuyền thi công bao gồm: máy lu rung loại có tải trọng tĩnh (Pt) 7 tấn hoặc máy lu bánh hơi 9 tấn cho bước đầm sơ bộ; lu rung có tải

trọng tĩnh (Pt) từ (10÷15) tấn cho bước đầm chặt; lu bánh bánh sắt hoặc bánh hơi mặt nhẵn, tải trọng (1,5 ÷2,0) tấn/bánh cho bước hoàn thiện bề mặt.

- Thiết bị tồn trữ, bơm hút, phun tưới nhũ tương (nếu thực hiện việc bảo dưỡng lớp gia cố xi măng bằng nhũ tương); thiết bị phun tưới nước (nếu bảo dưỡng bằng cách phủ cát tưới nước).
- Đầm rung hoặc đầm cóc loại nhỏ để đầm nén các dải mép.

### I.5.6.3 Công tác chuẩn bị thi công

- Phải chuẩn bị và kiểm tra sự đầy đủ, sẵn sàng của tất cả các trang thiết bị, dụng cụ phục vụ cho dây chuyền thi công và kiểm tra, kiểm soát chất lượng tại hiện trường trong suốt quá trình thi công và nghiệm thu sau khi thi công xong lớp móng cấp phối gia cố xi măng.
- Vật liệu đá, cát phải có mái che nắng, che mưa và được chứa tại khu vực có nền khô ráo, dốc thoát nước về mọi phía; xi măng và phụ gia phải được bảo quản trong nhà kho hoặc nằm trong silo của trạm trộn.
- Trước khi thi công, đơn vị thi công phải tiến hành mọi thí nghiệm kiểm tra chất lượng vật liệu theo các yêu cầu quy định tại Điều 4.
- Thiết kế hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng
  - + Mục tiêu của việc thiết kế hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng chính là việc lựa chọn hàm lượng xi măng và phụ gia (nếu có) để đạt được cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi ép chế yêu cầu và đảm bảo phù hợp với điều kiện thi công về thời gian vận chuyển, san rải và đổ; thiết bị đầm chặt; khí hậu thời tiết của khu vực thi công.
  - + Việc thiết kế hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng trong phòng thí nghiệm ứng với nhiều tỷ lệ xi măng khác nhau (tối thiểu là 3 tỷ lệ) để xác định được lượng xi măng cần thiết trong hỗn hợp (kể cả phụ gia khoáng nếu có).
  - + Sau khi đã lựa chọn các tỷ lệ xi măng khác nhau phù hợp với mục tiêu tại 6.4.1, tiến hành thí nghiệm theo hướng dẫn quy định tại Điều 4.5.
  - + Tỷ lệ xi măng cần thiết được lựa chọn sao cho hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng có cường độ đạt yêu cầu ở Bảng 3 hoặc Bảng 4.
  - + Riêng đối với trường hợp sử dụng lớp móng cấp phối gia cố xi măng cho lớp móng trên của áo đường mềm cấp cao, cần lựa chọn tỷ lệ xi măng hợp lý. Tỷ lệ hợp lý là ứng với mẫu cấp phối gia cố xi măng có tỷ lệ xi măng thấp nhất mà cường độ vẫn đạt yêu cầu ở Bảng 3 hoặc Bảng 4.
  - + Lượng xi măng áp dụng khi thi công thực tế hay lượng xi măng đưa vào hồ sơ thiết kế, có xét đến sự phân bố không đồng đều của xi măng trong hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng khi trộn, thông thường lấy lớn hơn lượng xi măng xác định thông qua thí nghiệm trong phòng 0,2 % đối với CPĐĐ, 0,3 % đối với CPTN khi trộn hỗn hợp tại trạm trộn; 0,5 % đối với CPTN khi trộn hỗn hợp tại chỗ (trên đường), tỷ lệ này sẽ được quyết định thông qua đoạn thi công thử.
  - + Sau khi đã lựa chọn được tỷ lệ xi măng hợp lý cần phải tiến hành thí nghiệm hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng ứng với tỷ lệ xi măng đã lựa chọn để xác định chính xác độ ẩm tốt nhất ( $W_{op}$ ) và khối lượng thể tích khô lớn nhất ( $\rho_{kmax}$ ) theo phương pháp (II-D) trong TCVN 12790:2020 làm căn cứ cho công tác kiểm tra trong quá trình thi công.

- Các kết quả thí nghiệm kiểm tra chất lượng vật liệu, thiết kế hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng đều phải đáp ứng các yêu cầu quy định tại Điều 4 của Tiêu chuẩn này. Nếu kết quả thí nghiệm không đạt yêu cầu ở Bảng 3 hoặc Bảng 4 thì cần phải điều chỉnh lại vật liệu đầu vào, tỷ lệ thành phần hỗn hợp.
- Nhà thầu phải thiết kế dây chuyền công nghệ thi công, lập kế hoạch kiểm tra chất lượng thi công lớp móng cấp phối gia cố xi măng sao cho đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật và phù hợp với điều kiện thời tiết cũng như điều kiện về đảm bảo giao thông thực tế của dự án.
- Phải tu sửa và lu 2-3 lần/điểm lòng đường hoặc móng phía dưới lớp móng cấp phối gia cố xi măng để bảo đảm lòng đường hoặc móng phía dưới vững chắc, đồng đều và đạt độ dốc ngang quy định. Trường hợp sử dụng cấp phối gia cố xi măng làm lớp móng tăng cường trên mặt đường cũ thì phải phát hiện, xử lý triệt để các vị trí cao su, ổ gà và phải vá sửa, bù vênh mặt đường cũ. Lớp bù vênh phải được thi công trước bằng các vật liệu có cỡ hạt thích hợp với chiều dày bù vênh, không được thi công lớp bù vênh gộp với lớp móng tăng cường trừ trường hợp chiều dày lớp bù vênh không đủ để thi công một lớp riêng biệt được quy định trong hồ sơ thiết kế. Nếu phía dưới là lòng đường hoặc lớp móng có thể thấm hút nước thì phải tưới ẩm nước trước khi rải hoặc trộn hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng.
- Chuẩn bị sẵn các phương án bảo dưỡng, che nắng mưa trong điều kiện thời tiết bất lợi. Ưu tiên sử dụng các loại nhà di động (có mái che) để che nắng cho lớp móng cấp phối gia cố xi măng ngay từ khi đang hoàn thiện và bắt đầu công việc bảo dưỡng, đồng thời loại nhà này cũng rất có tác dụng trong trường hợp đang thi công lớp móng cấp phối gia cố xi măng bị gặp mưa đột ngột.
- Thi công thử nghiệm hiện trường nhằm kiểm tra, điều chỉnh và hoàn thiện công nghệ thi công cho phù hợp với điều kiện cụ thể của dự án và điều kiện tự nhiên của khu vực. Đồng thời, những thông số kỹ thuật được kiểm chứng từ đoạn thử nghiệm thành công sẽ được áp dụng để thi công đại trà. Đoạn thi công thử nghiệm có chiều dài tối thiểu 100 m, chiều rộng thường được thiết kế bằng chiều rộng mặt cắt ngang móng đường khi mặt đường không có dải phân cách cứng ở giữa và bằng  $\frac{1}{2}$  chiều rộng mặt đường khi mặt đường có dải phân cách cứng ở giữa.
- Những nội dung cần theo dõi, đánh giá và kiểm chứng trong đoạn thi công thử nghiệm ứng với điều kiện cụ thể của dự án và điều kiện tự nhiên của khu vực:
  - + Độ ẩm thi công hợp lý của hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng;
  - + Thời gian trộn, vận chuyển, rải, lu lèn, hoàn thiện và kết thúc thi công;
  - + Thời gian bắt đầu hình thành cường độ của hỗn hợp cấp phối đá dăm chính là thời gian bắt nình kết của xi măng theo 4.2.2 hoặc theo 4.3.3 khi có sử dụng phụ gia làm chậm thời gian nình kết của xi măng;
  - + Chiều dày lớp móng cấp phối gia cố xi măng khi rải; trình tự và số lượt cần lu lèn để đạt độ chặt yêu cầu;
  - + Chiều dày lớn nhất mà thiết bị lu lèn của Nhà thầu có thể lu lèn lớp móng cấp phối gia cố xi măng đạt độ chặt yêu cầu, ký hiệu là Hmax;
  - + Giải pháp bảo dưỡng hợp lý cho lớp móng cấp phối gia cố xi măng sau khi hoàn thiện;
  - + Thời gian cắt khe giả hợp lý (đối với trường hợp có thiết kế cắt khe), thời gian có thể thông xe (loại ô tô, thiết bị phục vụ trong quá trình thi công);

- + Yêu cầu theo dõi, đo đạc, ghi chép diễn biến vết nứt của lớp móng cấp phối gia cố xi măng và đối chiếu với quy định tại Bảng 6 để có thể kịp thời điều chỉnh về tỷ lệ hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng hoặc công nghệ thi công và bảo dưỡng cho hợp lý.
- Nhà thầu tiếp tục hoàn thiện dây chuyền công nghệ thi công và các yêu cầu về đảm bảo chất lượng thi công lớp móng cấp phối gia cố xi măng nếu thấy cần thiết.
- Chỉ sau khi đoạn thi công thử nghiệm lớp móng cấp phối gia cố xi măng đạt được tất cả các yêu cầu đề ra mới được tiến hành thi công đại trà.

#### **I.5.6.4 Công nghệ thi công lớp CPĐD gia cố xi măng khi sử dụng trạm trộn**

##### **I.5.6.4.1 Tại trạm trộn**

- CPĐD dùng để gia cố xi măng có thể được đưa vào máy trộn theo một trong hai phương thức sau: Cấp phối được sản xuất có thành phần hạt đạt sẵn yêu cầu ở Bảng 1 hoặc Bảng 2. Cấp phối được tạo thành từ nhiều cỡ hạt được đưa vào máy trộn riêng rẽ theo những tỷ lệ tính toán trước để sau khi trộn sẽ đạt được thành phần hạt yêu cầu ở Bảng 1 hoặc Bảng 2.
- Trong mỗi ca hoặc khi thời tiết thay đổi cần phải thí nghiệm xác định độ ẩm thực tế của đá, cát để kịp thời điều chỉnh chính xác lượng nước đưa vào máy trộn.
- Công nghệ trộn phải được tiến hành theo hai giai đoạn: Trộn khô với xi măng và trộn với nước.
- Thời gian trộn của mỗi giai đoạn phải được xác định thông qua trộn thử, tùy thuộc loại thiết bị trộn thực tế sử dụng;
- Trạm trộn phải có hệ thống tự động kiểm soát tỉ lệ xi măng, độ ẩm hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng theo thiết kế; kiểm soát được sự đồng đều của hỗn hợp đồng thời phải có bảng ghi chép thống kê rõ khối lượng phối liệu (kể cả khối lượng xi măng và nước) đối với từng mẻ trộn để tiện kiểm tra so sánh với quy định.
- Trong trường hợp dự án có sự thay đổi nguồn cung cấp vật liệu hoặc tính chất của vật liệu thay đổi trong quá trình sản xuất, Nhà thầu phải tiến hành thiết kế mới hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng theo các bước đã dẫn tại 6.4.
- Để tránh hỗn hợp sau khi trộn bị phân tầng, thì chiều cao rơi của hỗn hợp đã trộn kể từ miệng ra của máy trộn đến thùng xe của xe chuyên chở không được lớn hơn 1,5 m.

##### **I.5.6.4.2 Thi công tại hiện trường**

###### **a. Trước khi thi công**

- Cần phải theo dõi chặt chẽ diễn biến thời tiết để tránh thi công vào những thời điểm có thời tiết cực đoan, bất lợi như mưa, nắng nóng gay gắt. Vào những ngày có nhiệt độ không khí  $\geq 30$  °C thì phải tránh thi công vào buổi trưa mà thi công vào sáng sớm, chiều gần tối hoặc vào ban đêm. Thi công ban đêm phải có đủ phương tiện chiếu sáng để bảo đảm an toàn.
- Khi cốt liệu đá, cát quá nóng phải có giải pháp làm giảm nhiệt độ để sao cho nhiệt độ hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng sau khi trộn, trước khi rải không lớn hơn 30 °C.
- Phải có biện pháp che nắng cho lớp móng cấp phối gia cố xi măng, nhất là lúc vừa thi công xong để chống mất nước trong hỗn hợp và gây nứt lớp móng cấp phối gia cố xi măng đồng thời sẵn sàng các phương án bảo dưỡng kịp thời.

###### **b. Vận chuyển hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng**

- Phải bố trí đủ xe vận chuyển hỗn hợp CPĐD gia cố xi măng đã được trộn tại trạm trộn ra công trường đáp ứng yêu cầu về tiến độ thi công.

- Nếu vận chuyển bằng xe thùng phải được phủ bạt kín để chống mất nước cho hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng.
- Trường hợp sử dụng máy rải, xe vận chuyển đến công trường sẽ chạy song song và đổ trực tiếp hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng vào phễu của máy rải. Trường hợp rải hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng bằng máy san thì xe đổ thành đống trong ván khuôn với cự ly tính toán trước để tiện cho máy san gạt thành lớp.
- c. Thi công hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng
  - Rải hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng
    - + Việc rải hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng thông thường được thực hiện bằng máy rải trong ván khuôn thép cố định. Chiều cao của ván khuôn phải bằng bề dày của lớp móng gia cố xi măng sau khi lu lèn chặt nhân với hệ số lu lèn quy định tại 7.2.3.2.1. Chiều rộng vệt rải (khoảng cách giữa hai thành ván khuôn) được tùy thuộc vào bề rộng móng đường, tính năng của máy rải và được quyết định thông qua thi công thử nghiệm.
    - + Đối với tuyến đường cấp cao, bao gồm nhiều làn xe, chiều rộng móng đường lớn nên sử dụng 02 máy rải đồng thời chạy so le, cùng chiều để thi công cho hai vệt rải liền kề. Khoảng giãn cách giữa hai máy rải sao cho vệt rải của máy đi trước vừa xong thì vệt bên cạnh được rải tiếp theo rồi tiến hành lu lèn đồng thời trên toàn bộ bề mặt cả 02 vệt rải đến khi lớp móng cấp phối gia cố xi măng đạt độ chặt yêu cầu.
    - + Dựa vào thi công thử nghiệm tại 6.10, chiều dày lớp móng cấp phối gia cố xi măng khi rải phải được tính toán trước sao cho sau khi lu lèn chặt phải đạt chiều dày thiết kế ( $H_{tk}$ ). Trường hợp chiều dày thiết kế của lớp kết cấu cấp phối gia cố xi măng ( $H_{tk}$ ) lớn hơn chiều dày lớn nhất mà thiết bị lu lèn của Nhà thầu có thể lu lèn chặt ( $H_{max}$ ), khi rải cần phải phân thành các lớp (Chiều dày mỗi lớp được phân chia phải tương đối đồng đều và hợp lý). Rải và lu lèn xong lớp dưới có thể thi công ngay lớp trên (trước đó phải tưới ẩm bề mặt lớp dưới). Nếu làm xong lớp dưới nhưng không có điều kiện làm ngay lớp trên thì phải tiến hành bảo dưỡng lớp dưới như quy định tại 7.2.4. Thông thường, hỗn hợp cấp phối đá dăm gia cố xi măng rải một lớp (một lần rải) và lu lèn đạt được độ chặt yêu cầu có chiều dày nhỏ hơn hoặc bằng 18 cm.
  - Lu lèn chặt hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng
    - + Hệ số lu lèn của lớp móng cấp phối gia cố xi măng được xác định bằng tỷ số giữa trị số khối lượng thể tích khô lớn nhất  $\rho_{kmax}$ , của hỗn hợp được xác định theo thí nghiệm đầm nén quy định tại 6.4.7 với trị số khối lượng thể tích khô của hỗn hợp lúc ra khỏi máy trộn. Hệ số này được chính xác hoá thông qua việc tiến hành rải thử đã quy định tại 6.10.
    - + Hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng phải được lu lèn ở độ ẩm tốt nhất với sai số cho phép về độ ẩm là -1 % (không cho phép độ ẩm lớn hơn độ ẩm tốt nhất) và phải được đầm nén ở độ chặt  $K \geq 1,0$  theo kết quả thí nghiệm được quy định tại 6.4.7
    - + Để đạt độ chặt yêu cầu trước tiên dùng lu bánh sắt lu sơ bộ 2 lần/điểm, sau đó dùng một trong hai loại lu bánh lốp hoặc lu rung quy định tại 5.1.5 làm lu chủ yếu. Nếu dùng lu lốp thì số lần lu cần thiết khoảng 15-20 lần/điểm; nếu dùng lu rung thì cần khoảng 6-10 lần/điểm. Cuối cùng dùng lu bánh sắt lu là phẳng (số lần lu cần thiết phải được chính xác hoá thông qua kết quả thi công rải thử quy định tại 6.10). Trường hợp không có lu rung hoặc lu bánh lốp thì có thể dùng lu nặng bánh nhẵn để lu chặt nhưng phải thông qua rải thử để xác định bề dày lu lèn thích hợp.

- Hoàn thiện bề mặt
  - + Việc hoàn thiện bề mặt lớp gia cố phải được thực hiện ngay trong quá trình lu lèn nhưng chỉ được gạt phẳng các chỗ lồi, vật liệu thừa sau khi gạt phẳng phải bỏ đi không được sử dụng lại. Trường hợp có những vết lõm lớn, chiều sâu vết lõm lớn hơn 1 cm (quy định tại 9.3.3), phải cày xới khu vực vết lõm, bù phụ bằng vật liệu mới rồi san phẳng trước khi lu lèn.
  - + Toàn bộ quá trình trộn, vận chuyển, rải, lu lèn, hoàn thiện lớp móng cấp phối gia cố xi măng phải được kết thúc trước khi hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng bắt đầu hình thành cường độ, mốc thời gian này đã được chính xác hóa sau khi thử nghiệm ở 6.10.
- Thi công mỗi nối dọc
  - + Trường hợp sử dụng ván khuôn thép: Sau khi dỡ ván khuôn, trước khi thi công vệt rải mới liền kề, cần vệ sinh sạch sẽ bằng chổi thép và tưới ẩm nước vào bề mặt vách ngăn của vệt rải cũ (đã thi công trước đó).
  - + Trường hợp không sử dụng ván khuôn (thi công theo phương pháp ép dư): Sau khi hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng của vệt rải trước đã đông cứng, dùng máy cắt bê tông cắt bỏ phần ép dư rồi làm vệ sinh sạch sẽ và tưới ẩm nước trước khi thi công vệt rải mới liền kề. Yêu cầu vết cắt phải gọn gàng, vách thẳng đứng và song song với tim đường bằng cách căng dây và đánh dấu trước lên bề mặt lớp móng cấp phối gia cố xi măng.
  - + Khi rải và lu lèn hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng của vệt rải mới liền kề, tại nơi tiếp giáp phải thận trọng để không phá hỏng kết cấu móng cấp phối gia cố xi măng đã hình thành cường độ của vệt rải trước đó cách bổ sung loại đầm rung loại nhỏ kết hợp với san gạt thủ công.
- Thi công mỗi nối ngang (mỗi nối dừng thi công). Trước khi dừng thi công hoặc do sự cố (mưa, hỏng máy...) cần lựa chọn vị trí mỗi nối thi công hợp lý rồi áp dụng một trong hai phương án tạo mỗi nối như sau:
  - + Dùng ván khuôn gỗ có chiều cao bằng chiều dày (thiết kế) của lớp móng cấp phối gia cố xi măng ngăn lại rồi đổ hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng chờ qua, lu lèn chặt phần cấp phối gia cố xi măng trong ván khuôn. Trước khi thi công lần tiếp theo, loại bỏ phần cấp phối gia cố xi măng thừa và xử lý tương tự như xử lý mỗi nối dọc.
  - + Rải hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng vượt dốc tại vị trí cần dừng thi công và lu lèn chặt phần cấp phối gia cố xi măng đủ cao độ thiết kế. Khi thi công tiếp, dùng máy cắt cắt thẳng, vuông góc với tim đường, loại bỏ phần cấp phối gia cố xi măng không đạt yêu cầu rồi cũng xử lý tương tự như mỗi nối dọc.
  - + Ở chỗ chuyển tiếp giữa các đoạn lu lèn (nơi kết thúc hành trình lu hoặc quay đầu lu) trong cùng một vệt rải, cùng một ca thi công (không hình thành mỗi nối ngang), cần phải xáo xới lại chỗ hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng đã rải trong phạm vi 60 cm cuối của đoạn rải trước rồi trộn thêm 50 % khối lượng hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng mới chờ đến và san gạt đều trước khi lu tiếp đoạn sau (cần tăng thêm số lần lu tại chỗ nối tiếp). Điều kiện thi công chỗ chuyển tiếp cũng được khống chế nghiêm ngặt về thời gian như yêu cầu tại 7.2.3.3.2.

d. Công tác bảo dưỡng

- Công tác bảo dưỡng phải kịp thời, nhất là vào những ngày nắng nóng để tránh cho hỗn hợp cấp phối gia cố xi măng mất nước dẫn đến lớp bề mặt bị rời xốp không đủ cường độ hoặc dễ gây nứt ngoài ý muốn. Tùy theo điều kiện của công trường, thời tiết mà Nhà thầu có thể lựa chọn những biện pháp bảo dưỡng sao cho phù hợp. Dưới đây dẫn ra một số biện pháp bảo dưỡng thông dụng. Nhà thầu cũng có thể lựa chọn, thử nghiệm và áp dụng các biện pháp khác khi được Chủ đầu tư chấp thuận phê duyệt.
- Sử dụng màng chất dẻo, vải địa kỹ thuật không dệt (hoặc vật liệu tương đương) phủ kín bề mặt rồi tưới nước bảo dưỡng thường xuyên. Khi rải lớp vải địa kỹ thuật, yêu cầu phải chồng mí lên nhau tại những chỗ tiếp giáp tối thiểu 20 cm. Nên dùng các vật nặng như gạch, gỗ, cát ... đè lên các mép lớp vải địa kỹ thuật để phòng gió to làm cho lớp móng cấp phối gia cố xi măng không được phủ kín. Phải kiểm tra để đảm bảo chắc chắn rằng bề mặt lớp móng cấp phối gia cố xi măng luôn ở trạng thái ẩm ướt trong suốt thời gian bảo dưỡng, nếu khô phải tưới nước bảo dưỡng kịp thời.
- Sử dụng lớp cát dày khoảng 5 cm phủ kín bề mặt lớp móng cấp phối gia cố xi măng kết hợp với tưới ẩm nước. Biện pháp này chỉ phù hợp với những nơi có sẵn cát đồng thời cần phải tránh những tình huống như sau: cát dính vào bề mặt lớp móng cấp phối gia cố xi măng do khi rải cát mà cấp phối gia cố xi măng còn chưa đông cứng; cát dễ bị gió cuốn đi khi gió to và bị khô.
- Sử dụng nhũ tương nhựa đường hoặc nhựa lỏng với liều lượng khoảng 0,6-0,8 lít/m<sup>2</sup> phủ lên bề mặt lớp móng cấp phối gia cố xi măng vừa là để bảo dưỡng kết hợp làm lớp nhựa thấm bám trong trường hợp phía trên lớp móng cấp phối gia cố xi măng sau này sẽ là lớp láng nhựa, BTN. Trong trường hợp này, việc kiểm tra độ mở rộng vết nứt lớp móng cấp phối gia cố xi măng sẽ khó khăn hơn.
- Sử dụng chất tạo màng để bảo dưỡng (chống mất nước kịp thời) cho lớp móng cấp phối gia cố xi măng nhất là vào những ngày nắng nóng. Chất tạo màng sử dụng bảo dưỡng móng cấp phối gia cố xi măng thường là dạng lỏng (sau khi phun sương trên bề mặt mặt đường sẽ tạo thành màng mỏng) phù hợp với ASTM C309-98. Thi công lớp tạo màng bằng cách phun dung dịch tạo màng trên bề mặt móng cấp phối gia cố xi măng ngay khi vừa ráo nước với liều lượng tối thiểu là 0,35 kg/m<sup>2</sup>. Có thể dùng cách phun thêm lớp tạo màng thứ hai lên trên lớp thứ nhất hoặc kết hợp với các biện pháp khác như phủ cát hoặc phủ màng chất dẻo, vải địa kỹ thuật không dệt.
- Trong suốt thời gian bảo dưỡng cấm các phương tiện thi công di chuyển trên bề mặt lớp móng cấp phối gia cố xi măng. Chỉ được phép tiếp tục thi công các lớp phía trên khi kiểm tra cường độ của mẫu khoan lớp móng cấp phối gia cố xi măng thực tế tại hiện trường đã đạt hoặc lớn hơn 75 % cường độ lớp móng cấp phối gia cố xi măng thiết kế (khoảng 14 ngày sau khi thi công xong).

\* Khuyến cáo nên tiến hành thi công ngay những lớp phía trên khi lớp móng cấp phối gia cố xi măng đã đủ cường độ và đạt các yêu cầu về kiểm tra nghiệm thu.

e. Yêu cầu về kiểm soát nứt sau khi thi công và giải pháp xử lý vết nứt

- Thông thường, lớp móng cấp phối gia cố xi măng sau khi thi công sẽ bị nứt và sẽ còn tiếp tục nứt trong quá trình khai thác. Nói chung, ngay sau khi thi công, vết nứt có thể xuất hiện và theo thời gian, số lượng vết nứt và độ mở rộng vết nứt có thể tăng lên nhất là đối với những trường hợp không áp dụng các giải pháp chống nứt phản ánh. Do đó cần phải kiểm tra, theo dõi liên tục diễn biến nứt của lớp móng cấp phối gia cố xi măng trong suốt quá trình bảo dưỡng.
- Yêu cầu đo đạc kiểm soát vết nứt sau thi công: Phải đo đạc kích thước, khoảng cách và độ mở rộng các vết nứt để so sánh đối chiếu với quy định vết nứt cho phép trên bề mặt

lớp móng cấp phối gia cố xi măng, dẫn ở Bảng 6 dưới đây. Nếu phát hiện có những dấu hiệu bất thường về nứt lớp móng cấp phối gia cố xi măng trong quá trình bảo dưỡng, cần dừng thi công, tìm nguyên nhân để kịp thời khắc phục. Các nguyên nhân gây nứt bất thường có thể là do nguồn vật liệu, tỷ lệ hỗn hợp, độ ẩm hỗn hợp, độ chặt lu lèn, điều kiện thời tiết, bảo dưỡng...

**Bảng 6 – Quy định vết nứt cho phép trên bề mặt lớp móng cấp phối gia cố xi măng**

Loại vết nứt trên bề mặt	Chiều dài vết nứt, m	Độ mở rộng vết nứt, mm	Tình trạng vết nứt
Nứt dọc	$\leq 2,0$	$\leq 1,0$	Không liên tục
Nứt ngang	-	$\leq 3,0$	Khoảng cách giữa hai vết nứt liền kề $\geq 2,0m$
Nứt tại các mối nối dọc	-	$\leq 2,0$	Không liên tục
Loại vết nứt trên bề mặt	Chiều dài vết nứt, m	Độ mở rộng vết nứt, mm	Tình trạng vết nứt
Nứt xiên so với phương dọc tuyến trong khoảng $(25 \div 75)^\circ$ .	-	-	Không có

- Trường hợp lớp móng cấp phối gia cố xi măng làm lớp móng trên của KCAĐ mềm, tầng mặt là các lớp BTN đã đạt được tất cả các tiêu chuẩn nghiệm thu theo quy định tại Điều 9 nhưng không đạt được quy định vết nứt cho phép tại Bảng 6, có thể xem xét bổ sung các giải pháp xử lý vết nứt nhằm hạn chế và ngăn cản nứt phản ánh lên các lớp mặt BTN phía trên.
- Khi phạm vi hư hỏng là lớn, tương ứng với diện tích một vùng hư hỏng lớn hơn  $10 m^2$ , tỷ lệ diện tích hư hỏng vượt quá 5 % tổng diện tích đã thi công, Nhà thầu trình Chủ đầu tư để Tư vấn thiết kế đề xuất phương án xử lý.
- Khi phạm vi hư hỏng (không đạt quy định về vết nứt cho phép) là cục bộ, tương ứng với diện tích một vùng bị hư hỏng không lớn hơn  $10 m^2$ , tỷ lệ diện tích hư hỏng không vượt quá 5% tổng diện tích đã thi công, Nhà thầu có thể lựa chọn áp dụng một trong các giải pháp dưới đây.
- Giải pháp sử dụng hỗn hợp cát trộn nhựa đường (C.2.4 Phụ lục C) trám kín các vết nứt cục bộ có độ mở rộng vượt quá cho phép ở Bảng 6 trên lớp móng cấp phối gia cố xi măng trước khi thi công lớp trên, áp dụng cho KCAĐ mềm loại cấp cao A2 trở xuống, có lớp mặt là láng nhựa hoặc các cốt liệu xử lý bằng nhựa đường.
- Giải pháp sử dụng lưới sợi thủy tinh tăng cường tại các đường nứt cục bộ có độ mở rộng vượt quá cho phép hoặc các khu vực có mật độ vết nứt vượt quá cho phép ở Bảng 6, áp dụng cho KCAĐ mềm cấp cao không có thiết kế sẵn lớp chống nứt phản ánh. Yêu cầu thi công đối với đường nứt cục bộ có độ mở rộng vượt quá cho phép hoặc khu vực có mật độ vết nứt vượt quá cho phép bằng lưới sợi thủy tinh tham khảo Phụ lục B.
- Đối với các dự án đã thiết kế và phê duyệt một lớp trung gian để kiểm soát nứt phản ánh một cách chủ động bằng hỗn hợp đá nhựa, lưới sợi thủy tinh hoặc giải pháp cốt khe giả (tạo đường nứt trước) thì có thể tham khảo thi công theo Phụ lục A, Phụ lục B và Phụ lục C.

**1.5.7 Thi công và nghiệm thu mặt đường bê tông xi măng - TCCS 40:2022/TCĐBVN**

### 1.5.7.1 Yêu cầu về vật liệu

#### 1.5.7.1.1 Xi măng

- Các chỉ tiêu xi măng dùng trong xây dựng tầng mặt BTXM đường ô tô các cấp (TCVN 4054:2005; TCVN 5729:2012; TCVN10380:2014 ) phải đáp ứng được đầy đủ các chỉ tiêu nêu ở Bảng 1 và Bảng 2 - TCCS40:2022/TCĐBVN.
- Cường độ nén và cường độ kéo khi uốn của xi măng dùng làm mặt đường BTXM quy định ở Bảng 1 - TCCS40:2022/TCĐBVN.
- Xi măng rời sử dụng nên có nhiệt độ khi đưa vào máy trộn không lớn hơn 60°C.
- Xi măng dùng làm lớp móng của mặt đường BTXM có thể sử dụng các loại xi măng poóc lăng thông thường theo TCVN 2682:2020 hoặc xi măng poóc lăng hỗn hợp theo TCVN 6260:2020.

#### 1.5.7.1.2 Phụ gia

- Có thể sử dụng các loại phụ gia giảm nước, phụ gia làm chậm đông kết, phụ gia hoạt tính cao.
- Các phụ gia hóa chất khi sử dụng phải tuân theo TCVN 8826:2011. Không được sử dụng bất kỳ chất phụ gia tăng nhanh tốc độ hóa cứng của bê tông trừ khi được phê chuẩn bằng văn bản của Kỹ sư tư vấn giám sát.
- Các phụ gia hoạt tính cao khi sử dụng phải tuân theo TCVN 8827:2011 .

#### 1.5.7.1.3 Cốt liệu chế tạo BTXM

- Cốt liệu dùng để chế tạo BTXM phải sạch, bền chắc, được khai thác từ thiên nhiên (cát, cuội sỏi) hoặc xay nghiền từ đá tảng, cuội sỏi (đá dăm, cát xay).
- Phải đảm bảo rằng tất cả các cốt liệu đều được thí nghiệm bằng các mẫu lấy từ các kho chứa vật liệu hoặc các bãi chứa vật liệu tại hiện trường thi công. Thí nghiệm mẫu các cốt liệu tuân theo TCVN 7572-1 ÷ 20:2006 cốt liệu bê tông và vữa - Phương pháp thử.
- Nội dung, phương pháp và tần suất kiểm tra cốt liệu chế tạo BTXM xem Bảng 26 - TCCS40:2022/TCĐBVN.
- Cốt liệu thô:
  - + Cốt liệu thô dùng làm mặt đường BTXM có thể là sỏi cuội, sỏi cuội nghiền hoặc đá dăm. Các chỉ tiêu cơ lý của cốt liệu thô phải thỏa mãn các chỉ tiêu nêu ở Bảng 3 - TCCS40:2022/TCĐBVN. Nếu trộn 2 hoặc nhiều hơn 2 loại cốt liệu thô với nhau thì mỗi loại đều phải thỏa mãn các yêu cầu nêu ở Bảng 3 - TCCS40:2022/TCĐBVN.
  - + Cốt liệu thô dùng làm mặt đường BTXM không được trực tiếp dùng hỗn hợp không qua phân cỡ hạt mà phải dùng từ 2 đến 4 cỡ hạt để trộn với nhau thành một hỗn hợp.
  - + Yêu cầu thành phần cấp phối cốt liệu thô như ở Bảng 4a- TCCS40:2022/TCĐBVN. Hàm lượng bột đá (<0,075 mm) lẫn vào cốt liệu thô không nên quá 1 %.
  - + Yêu cầu phân loại cỡ hạt danh định và thành phần mỗi loại cỡ hạt của cốt liệu thô đưa vào thiết bị trộn như ở Bảng 4b - TCCS40:2022/TCĐBVN.
  - + Cỡ hạt danh định của cốt liệu thô: không nên lớn hơn 19 mm đối với cuội sỏi; không nên lớn hơn 25,0 mm đối với sỏi cuội nghiền; không được lớn hơn 37,5 mm đối với đá dăm.

- + Cốt liệu thô dùng cho tầng mỏng bê tông nghèo cũng chỉ được dùng cỡ hạt danh định lớn nhất là 37,5 mm.
- Cốt liệu nhỏ (cát)
  - + Cốt liệu nhỏ phải nghiền từ đá cứng, sạch hoặc dùng cát sông sạch hoặc cát trộn từ hai loại đó. Các chỉ tiêu yêu cầu đối với cốt liệu nhỏ dùng cho BTXM mặt đường được quy định ở Bảng 5 - TCCS40:2022/TCĐBVN.
  - + Thành phần cấp phối của cốt liệu nhỏ phải phù hợp với yêu cầu ở Bảng 6 - TCCS40:2022/TCĐBVN. Nếu cát sông thì có thể dùng loại có mô đun độ lớn trong phạm vi  $2,2 \div 3,5$ . Nếu mô đun độ lớn của cát sai khác nhau quá 0,3 thì phải thiết kế riêng thành phần BTXM (điều chỉnh tỷ lệ cát khi chế tạo hỗn hợp BTXM). Cát nhỏ chỉ được sử dụng nếu thiết kế thành phần BTXM có thêm phụ gia giảm nước (để giảm tỷ lệ N/X thiết kế).
  - + Ngoài việc phải bảo đảm các yêu cầu ở Bảng 5 và Bảng 6 - TCCS40:2022/TCĐBVN, cát nghiền không được nghiền từ các loại đá gốc chịu mài mòn kém như các loại đá phiến sét, diệp thạch và nếu dùng cát nghiền khi thiết kế thành phần BTXM phải sử dụng thêm phụ gia giảm nước.
- Cốt thép
  - + Cốt thép sử dụng trong mặt đường BTXM phải tuân theo TCVN 1651-1÷2:2018. Thép dùng làm lưới thép là thép có gờ phù hợp với TCVN 1651-2:2018. Thép dùng làm thanh liên kết chịu kéo của khe dọc là thép tiết diện có gờ phù hợp với TCVN 1651-2:2018. Thép của thanh truyền lực là thép tròn trơn phù hợp với yêu cầu của TCVN 1651-1:2018.
  - + Cốt thép sử dụng đối với BTXM mặt đường phải thẳng, không dính bẩn, không dính dầu mỡ, không han rỉ, không được có vết nứt.
  - + Khi gia công thanh truyền lực phải dùng máy cắt nguội, không được dùng các phương pháp làm biến dạng đầu thanh. Mặt cắt thanh phải vuông góc, tròn trơn. Nên dùng máy mài để mài phần bavia, đồng thời gia công thành cạnh vát  $2 \text{ mm} \div 3 \text{ mm}$ .
- Nước dùng để chế tạo BTXM: nước dùng để chế tạo BTXM không lẫn dầu mỡ, các tạp chất hữu cơ khác và phù hợp với TCVN 4506:2012.
- Vật liệu chèn khe
  - + Vật liệu chèn khe bao gồm các loại: dạng tấm chế tạo sẵn dùng cho khe dẫn và mastic rót nóng dùng lấp đầy các loại khe.
  - + Vật liệu chèn khe dạng tấm có yêu cầu kỹ thuật nêu ở Bảng 7 - TCCS40:2022/TCĐBVN.
  - + Mastic chèn khe (khe dọc, khe co) loại rót nóng phải có các chỉ tiêu kỹ thuật như yêu cầu ở Bảng 8 - TCCS40:2022/TCĐBVN để bảo đảm dính bám tốt với thành tấm BTXM, bảo đảm có tính đàn hồi cao, không hòa tan trong nước, không thấm nước, ổn định nhiệt và bền. Cũng có thể sử dụng các loại mastic chèn khe loại rót nóng có các chỉ tiêu phù hợp với yêu cầu AASHTO M301 hoặc ASTM D3405.
- Các vật liệu khác
  - + Vật liệu làm lớp ngăn cách giữa lớp móng và lớp BTXM (đồng thời có tác dụng giữ cho BTXM khỏi mất nước trong khi thi công) có thể sử dụng giấy dầu, vải địa kỹ thuật. Vải địa kỹ thuật lựa chọn loại chống thấm nước theo TCVN 8871:2011.

+ Ống chụp đầu thanh truyền lực

- Đối với khe dãn, nên sử dụng ống tôn mạ kẽm có chiều dày ống không nhỏ hơn 2 mm, đường kính trong của ống không nhỏ hơn đường kính của thanh truyền lực  $1,0 \text{ mm} \div 1,5 \text{ mm}$ , chiều dài là 50 mm, chiều dài đoạn ống để hở không được nhỏ hơn 25 mm. Nếu dùng ống chụp đầu bằng PVC thì chiều dài ống nên bằng 100 mm.
- Đối với các khe co thi công lắp đặt thanh truyền lực bằng phương pháp tự động ấn thanh truyền lực vào hỗn hợp BTXM vừa rải thì phải dùng ống bằng PVC lồng khít trước với thanh truyền lực để cùng ấn cả vào khối BTXM vừa rải. Trong trường hợp này, ống PVC phải có chiều dày vách ống không nhỏ hơn 0,5 mm và chiều dài ống PVC phải dài hơn 30 mm so với 1/2 chiều dài thanh truyền lực.

+ Chất tạo màng và màng chất dẻo dùng để bảo dưỡng mặt đường BTXM

- Chất tạo màng sử dụng bảo dưỡng mặt đường BTXM thường là dạng lỏng (sau khi phun sương trên bề mặt mặt đường sẽ tạo thành màng mỏng) phải thỏa mãn các quy định trong Bảng 9 - TCCS40:2022/TCĐBVN. Cũng có thể sử dụng các chất tạo màng phù hợp với ASTM C309-98.
- Màng chất dẻo dùng để bảo dưỡng BTXM phải có bề dày tối thiểu bằng 0,05 mm và được sử dụng theo chỉ dẫn của nhà sản xuất.

### 1.5.7.2 Lựa chọn thành phần bê tông

#### 1.5.7.2.1 Thiết kế thành phần bê tông

- Trước khi thi công, Nhà thầu phải tiến hành thiết kế thành phần của bê tông để đạt được cường độ kéo khi uốn thiết kế yêu cầu, độ mài mòn yêu cầu và độ sụt tối ưu quy định ở Bảng 10 tương ứng với phương pháp thi công lựa chọn (ván khuôn trượt hoặc ván khuôn cố định).
- Cường độ kéo khi uốn trung bình của bê tông chế thử trong phòng thí nghiệm khi thiết kế thành phần bê tông của Nhà thầu ít nhất phải cao hơn cường độ thiết kế yêu cầu 1,15 đến 1,20 lần (Với mặt đường cao tốc, đường cấp I, cấp II phải áp dụng hệ số 1,20, còn với mặt đường các cấp khác phải áp dụng hệ số 1,15). Cường độ trung bình khi chế thử trong phòng là cường độ trung bình ở tuổi mẫu 28 d của 6 mẫu chế thử tương ứng với thành phần bê tông được lựa chọn khi thiết kế.
- Tính toán lựa chọn thành phần bê tông với các chú ý sau:
  - + Hàm lượng xi măng tối đa không nên lớn hơn 400 kg/m<sup>3</sup>. Hàm lượng xi măng tối thiểu phải lớn hơn 300 kg/m<sup>3</sup> đối với mặt đường BTXM đường cao tốc, đường cấp I, cấp II và phải lớn hơn 290 kg/m<sup>3</sup> đối với mặt đường BTXM từ cấp III trở xuống.
  - + Tỷ lệ nước, xi măng (N/X) lớn nhất chỉ được trong phạm vi  $0,44 \div 0,48$ ; mặt đường cấp càng cao thì chọn trị số N/X lớn nhất càng nhỏ (đường cao tốc, cấp I, cấp II lấy tỷ lệ N/X lớn nhất là 0,44). Trong đó, tỷ lệ N/X lớn nhất ở đây tương ứng với đá có độ ẩm  $\leq 0,5 \%$  và cát có độ ẩm  $\leq 1 \%$  (tương ứng với trường hợp đá, cát khô tự nhiên).

#### 1.5.7.2.2 Yêu cầu về các chỉ tiêu cơ lý của bê tông và độ sụt tối ưu của hỗn hợp BTXM

- Các chỉ tiêu cơ lý của bê tông và độ sụt của hỗn hợp BTXM được quy định ở Bảng 10 - TCCS40:2022/TCĐBVN trừ khi có các yêu cầu khác của thiết kế.

#### 1.5.7.2.3 Chấp thuận hỗn hợp bê tông xi măng đưa vào sản xuất

- Để mỗi một thiết kế hỗn hợp được duyệt đưa vào sản xuất trong dự án, Nhà thầu phải trình công thức thiết kế hỗn hợp bê tông và tính toán lượng vật liệu cần cho sản xuất 1 m<sup>3</sup> BTXM đã lèn chặt ít nhất 30 ngày kể đến ngày sản xuất.
- Nhà thầu đệ trình bằng văn bản số liệu các mẫu thí nghiệm trong phòng thí nghiệm của tất cả các vật liệu trong hỗn hợp đồng thời chỉ rõ nguồn gốc hoặc nơi sản xuất các vật liệu mà họ đã đề nghị.
- Nhà thầu tiến hành thí nghiệm trộn thử ở trạm trộn đối với hỗn hợp mà họ đề nghị và nộp kết quả thí nghiệm chứng minh rằng nó phù hợp với tiêu chuẩn kỹ thuật.

#### **I.5.7.2.4 Thay đổi thiết kế hỗn hợp bê tông**

- Trong quá trình chế tạo hỗn hợp bê tông Nhà thầu phải đề xuất một thiết kế mới cho hỗn hợp bê tông trong trường hợp dự án có sự thay đổi nguồn cung cấp vật liệu hoặc tính chất của vật liệu thay đổi trong quá trình sản xuất bê tông.
- Thiết kế mới đề xuất phải dựa vào các hỗn hợp chế tạo thử. Nhà thầu phải đệ trình các tỷ lệ thiết kế hỗn hợp để phê duyệt trong quá trình chế tạo và cần điều chỉnh theo các điều kiện sau:
  - + Nếu hàm lượng xi măng thay đổi lớn hơn 2 % so với lượng xi măng đã thiết kế, phải điều chỉnh tỷ lệ các thành phần khác để duy trì hàm lượng xi măng nằm trong phạm vi sai số đã thiết kế.
  - + Nếu hỗn hợp bê tông không đạt độ sụt thiết kế ứng với tỷ lệ N/X đã chọn, có thể tăng lượng xi măng nhưng vẫn giữ nguyên tỷ lệ N/X.
- Trong quá trình thi công phải thường xuyên điều chỉnh trong phạm vi nhỏ tỷ lệ các thành phần trong hỗn hợp BTXM tùy theo sự thay đổi của điều kiện thời tiết (độ ẩm, nhiệt độ) và cự ly vận chuyển (đặc biệt là về lượng nước cho vào mỗi mẻ trộn cần điều chỉnh theo độ ẩm thực tế của đá, cát) để bảo đảm được cường độ và độ sụt yêu cầu.

#### **I.5.7.3 Công tác chuẩn bị thi công**

##### **I.5.7.3.1 Yêu cầu chung:**

- Công tác chuẩn bị bao gồm các nội dung lựa chọn công nghệ thi công, chuẩn bị xe máy, lập hồ sơ bản vẽ thi công, bố trí và xây lắp trạm trộn BTXM, chuẩn bị nền, móng.
- Trên đường ô tô cao tốc, cấp I, cấp II, cấp III phải sử dụng các trạm trộn hỗn hợp BTXM kiểu trộn cưỡng bức có thiết bị khống chế tự động khối lượng các thành phần vật liệu cho mỗi mẻ trộn. Có thể sử dụng các trạm (thiết bị) trộn cưỡng bức không khống chế tự động khi thi công các mặt đường BTXM trên đường ô tô từ cấp IV trở xuống.
- Trong mọi trường hợp thi công mặt đường BTXM trên các đường thuộc hệ thống đường quốc gia (kể cả đường cấp thấp) đều không được sử dụng các thiết bị trộn nhỏ kiểu hỗn hợp rơi tự do trong thùng quay (kiểu trộn tự do) và không được khống chế thành phần vật liệu trộn theo thể tích. Không được dùng nhân công khống chế, cho thêm nước vào thiết bị trộn.
- Trên đường ô tô cao tốc phải sử dụng công nghệ ván khuôn trượt và có thể sử dụng công nghệ ván khuôn ray để thi công mặt đường BTXM. Trên các đường khác từ cấp I đến cấp IV phải thi công mặt đường BTXM bằng công nghệ ván khuôn trượt, công nghệ ván khuôn ray hoặc công nghệ thi công liên hợp khác trong ván khuôn cố định. Công nghệ thi công đơn giản chỉ được dùng để thi công đường từ cấp V trở xuống và trong trường hợp không có các thiết bị khác cũng có thể dùng để thi công mặt đường BTXM trên đường cấp IV.

- Có thể dùng máy rải thông thường để rải hỗn hợp BTXM lu lèn hoặc đá gia cố xi măng tầng móng mặt đường BTXM.

#### **I.5.7.3.2 Lập bản vẽ thi công, kiểm tra thiết bị và vật liệu trước khi thi công**

- Nhà thầu trước khi thi công tầng mặt BTXM phải căn cứ vào hồ sơ thiết kế, công nghệ thi công và thời hạn thi công đã xác định để tiến hành lập hồ sơ bản vẽ thi công, trong đó bao gồm các hạng mục lắp đặt trạm trộn hỗn hợp BTXM; chuẩn bị tầng móng và thiết kế dây chuyền thi công tầng mặt BTXM từ khâu rải, đầm, tạo bề mặt, cắt khe, chèn khe, cho đến khi bảo dưỡng xong, từ đó lập kế hoạch cung ứng vật liệu các loại, thiết bị và nhân lực thật chi tiết, cụ thể.
- Nhà thầu phải thiết lập các phòng thí nghiệm hiện trường để kiểm tra chất lượng vật liệu trước khi bắt đầu thi công. Tại các trạm trộn bê tông phải có một tổ thí nghiệm thường trực tại chỗ để kiểm tra vật liệu nhằm kịp thời thay đổi công thức phối trộn (thay đổi tùy tình hình thời tiết, khí hậu).
- Trong giai đoạn chuẩn bị thi công, Nhà thầu phải khảo sát, điều tra (cả trên thực địa) xác nhận các nguồn cung ứng vật liệu, cung cấp trang thiết bị thi công, xác định rõ các tuyến đường phục vụ vận chuyển trong quá trình thi công.
- Trước khi thi công phải thực hiện việc kiểm tra chỉnh sửa, định chuẩn, bảo dưỡng tất cả các loại trang thiết bị, xe, máy nhằm bảo đảm chúng hoạt động ổn định trong quá trình thi công.
- Trước khi thi công phải tổ chức huấn luyện, bồi dưỡng nghiệp vụ cho tất cả các cán bộ, công nhân tham gia vào tất cả các khâu thi công, bảo đảm mỗi cá nhân nắm chắc được nội dung và nhiệm vụ mình phải thực hiện.
- Trước khi thi công, phải thiết lập hệ thống thông tin liên lạc hoàn chỉnh, nhanh chóng giữa trạm trộn bê tông với hiện trường thi công và giữa chúng với các bộ phận điều hành thi công.

#### **I.5.7.3.3 Chuẩn bị nền, móng trước khi thi công tầng mặt BTXM**

- Trước khi thi công mặt đường BTXM, nền đường phải bảo đảm ổn định và hết lún theo yêu cầu của thiết kế.
- Trường hợp nền đắp trên đất yếu thì chỉ được phép thi công mặt đường BTXM khi độ lún còn lại trong thời hạn 30 năm kể từ khi xây dựng xong nền đắp đáp ứng yêu cầu ở Bảng 11 - TCCS40:2022/TCĐBVN.
- Trước khi thi công tầng mặt BTXM, các lớp trong tầng móng phải được hoàn thành và đã được nghiệm thu theo đúng quy định kỹ thuật của hồ sơ thiết kế, theo đúng các tiêu chuẩn thiết kế và tiêu chuẩn thi công hữu quan đến đồng thời phải phù hợp với các yêu cầu sau:
  - + Độ dốc dọc và độ dốc ngang của tầng móng phải bằng với độ dốc dọc và độ dốc ngang của mặt đường thiết kế. Riêng độ dốc ngang cho phép lớn hơn độ dốc ngang của mặt đường 0,15% ÷ 0,20% nhưng không được nhỏ hơn độ dốc ngang của mặt đường.
  - + Trường hợp lề gia cố mỏng hơn bề dày tầng mặt BTXM thì dưới lề phải bố trí móng lề có khả năng thoát nước hoặc rãnh ngầm thoát nước; nếu có đá vữa thì đá vữa phía dưới phải có đục lỗ thoát nước ngang qua đá vữa. Lề đất phải bố trí lớp thoát nước bằng vật liệu hạt. Các giải pháp này đều nhằm bảo đảm nước thấm qua khe nối mặt đường BTXM xuống mặt tầng móng thoát nhanh ra khỏi kết cấu mặt đường.

- + Móng trên của mặt đường BTXM phải bằng vật liệu có khả năng chống xói như quy định ở tiêu chuẩn thiết kế.
- + Chiều dài đoạn móng trên đã hoàn thành trước khi thi công tầng mặt BTXM nên đủ để có thể thi công tầng mặt BTXM liên tục trong 5 ÷ 10 ngày.
- Trước khi thi công tầng mặt BTXM phải kiểm tra kỹ xem lớp móng trên (kể cả trường hợp hợp móng là mặt đường BTXM cũ) có bị nứt hoặc hư hại không, nếu có thì cần tiến hành sửa chữa triệt để:
  - + Phải vá bù các chỗ mặt móng bị bong vỡ, bị làm trũng bằng vật liệu như vật liệu lớp móng thiết kế.
  - + Các khe nứt phải được tưới bitum bịt kín, sau đó dán giấy hoặc vải địa kỹ thuật không thấm nước lên trên vết nứt, dán rộng ít nhất 30 cm ra ngoài phạm vi có các vết nứt nhưng bề rộng tối thiểu phải bằng 100 cm.
  - + Nếu tầng móng bị nứt dọc mở rộng thì sau khi vá sửa vết nứt, nên đặt thêm lưới thép cách đáy tấm mặt BTXM ở 1/3 bề dày tấm trên toàn bộ các tấm BTXM trong phạm vi lớp móng trên bị nứt.
  - + Nếu móng trên bị nứt vỡ nặng thì phải đào bỏ toàn bộ phạm vi nứt vỡ làm lại bằng bê tông nghèo. Các chỗ bong bật lộ đá trên mặt móng phải dùng bitum tưới, quét bịt kín.
- Trên mặt lớp móng trên phải làm lớp chống thấm và giảm ma sát theo đúng thiết kế trước khi thi công tầng mặt BTXM. Nếu phát hiện lớp này bị hư hại cục bộ thì phải dùng vật liệu cùng loại để sửa chữa, bảo đảm lớp chống thấm và giảm ma sát này phải đồng đều toàn bộ mặt móng.
- Trên móng bằng cấp phối đá gia cố xi măng có thể làm lớp chống thấm và giảm ma sát bằng lớp láng nhựa đường nóng hoặc nhũ tương nhựa đường mỏng (tối thiểu dày 5 mm).
- Trên các đoạn nền đường có thể bị ngập nước thì nên dùng vải địa kỹ thuật loại không thấm nước bọc kín tầng móng của mặt đường BTXM.
- Thi công lớp móng trên bằng bê tông nghèo nên áp dụng loại công nghệ giống như công nghệ thi công tầng mặt BTXM phía trên, đồng thời cũng phải tuân thủ các quy định và yêu cầu về kỹ thuật thi công tương tự như thi công tầng mặt BTXM phía trên cùng với các chú ý sau:
  - + Vị trí và kích thước các loại khe phải bố trí trùng với vị trí khe của tầng mặt BTXM phía trên. Chiều sâu cắt khe không nên nhỏ hơn 50 mm và dùng bitum tưới vào khe.
  - + Khe dọc và khe co ngang của móng bê tông nghèo có thể không đặt thanh liên kết và thanh truyền lực. Khe dẫn của móng bê tông nghèo phải đặt thanh truyền lực và tấm chèn khe dẫn trùng với vị trí khe dẫn của tầng mặt BTXM. Mặt tấm chèn khe dẫn không được cao hơn mặt móng bê tông nghèo và cũng phải lắp đặt bảo đảm độ chính xác như tấm chèn tầng mặt BTXM.

#### **1.5.7.3.4 Bố trí, lắp đặt và các yêu cầu đối với trạm trộn bê tông cố định**

- Trạm trộn bê tông phải được bố trí tại nơi thuận tiện cho việc cung cấp vật liệu chờ đến và cung cấp hỗn hợp bê tông ra hiện trường được liên tục theo đúng tiến độ yêu cầu.
- Trạm trộn phải có đầy đủ các bộ phận như: nơi chứa đá, cát, kho chứa hoặc các xi lô chứa xi măng; máy vận chuyển, thiết bị trộn và phân loại đá, cát; máy vận chuyển đưa xi măng lên cao; phễu chứa các thành phần vật liệu; thiết bị cân đong riêng cho các

loại vật liệu; cấp nước và cân đong nước: phễu cấp vật liệu có van tháo vật liệu xuống máy trộn; thiết bị cấp liệu và cân đong phụ gia; thiết bị trộn tác dụng chu kỳ; phễu chứa để trút hỗn hợp xuống xe vận chuyển.

- Trạm trộn phải đảm bảo việc cấp nước trộn bê tông đồng thời phải đảm bảo chất lượng nước. Khi không có khả năng cung cấp đủ lượng nước thì phải bố trí bể chứa có dung tích tương ứng với lượng nước cần thiết trong ngày.
- Trạm trộn phải đảm bảo việc cấp điện đầy đủ. Lượng điện cung cấp phải bảo đảm cho đủ nhu cầu của toàn bộ máy móc thiết bị thi công, chiếu sáng và điện sinh hoạt.
- Phải đảm bảo việc cấp nhiên liệu cho máy móc thiết bị xe cộ vận chuyển và máy phát điện dự phòng. Nếu công trường ở xa trạm xăng dầu thì nên bố trí bể chứa nhiên liệu.
- Trạm trộn phải đủ mặt bằng để bố trí các máy móc và thiết bị hoạt động, để các phương tiện vận chuyển vật liệu đi lại thuận tiện. Bên dưới máy trộn nên rải một lớp bê tông có chiều dày không nhỏ hơn 200 mm, đồng thời bố trí rãnh, ống thoát nước, hố ga hoặc thiết bị xử lý nước thải sinh ra khi rửa máy trộn.
- Yêu cầu về cất giữ và cung cấp xi măng
- Khuyến khích sử dụng xi măng rời vận chuyển từ nơi sản xuất đến trạm trộn bê tông. Mỗi trạm trộn cần bố trí ít nhất 02 silô chứa xi măng, nếu có trộn thêm phụ gia khoáng thì cần bố trí ít nhất 01 silô chứa phụ gia khoáng. Khi lấy xi măng từ 02 nhà máy khác nhau cần trút hết xi măng từ silô trước khi đổ mới; xi măng từ các nguồn khác nhau phải chứa riêng trong các silô khác nhau.
- Trường hợp nguồn cung cấp xi măng rời không đủ hoặc khoảng cách vận chuyển quá xa, phải dự trữ xi măng đóng bao; mở bao tại nơi dự trữ và vận chuyển đến phễu trút. Kho chứa xi măng đóng bao phải có mái che và bố trí tại vị trí cao của trạm trộn.
- Nghiêm cấm sử dụng xi măng bị ẩm hoặc bị vón cục.
- Yêu cầu về dự trữ bảo quản cốt liệu
  - + Trước khi thi công nên dự trữ lượng cát, đá cho thời gian thi công từ 10 ÷ 15 ngày.
  - + Các kho bãi chứa cốt liệu cần được bố trí riêng rẽ theo nguồn cung cấp và theo loại cỡ hạt khác nhau. Bố trí bãi để cốt liệu ở vị trí thoát nước tốt, mặt nền phải cứng.
  - + Vào ngày mưa; có gió to; nắng gắt phải có mái che cho bãi chứa cốt liệu, lượng cốt liệu được che phủ không nên ít hơn lượng sử dụng trong một tuần ở điều kiện thi công bình thường.
  - + Loại bỏ các cấp phối bị phân tầng hoặc có lẫn các vật liệu khác không đạt yêu cầu.
- Chuẩn bị máy trộn bê tông
  - + Khi dùng thiết bị trộn bố trí tại hiện trường thì trên máy phải gắn mác nhãn của nhà sản xuất, có ghi rõ tổng dung tích của trống, dung tích trộn bê tông và tốc độ trộn thích hợp của trống hoặc của các cánh gắn ở trong trống. Giữ thiết bị trộn luôn sạch.
  - + Khi sử dụng thiết bị trộn cố định, tại trạm trộn phải có bản sao về lý lịch của máy do nhà sản xuất cung cấp với đầy đủ các chi tiết theo thiết kế của cánh gắn trong trống, kích thước của chiều cao, chiều sâu và sự bố trí các cánh trộn.
  - + Tiến hành vận hành thử thiết bị trộn và thí nghiệm độ đồng đều của hỗn hợp trộn cho từng loại hỗn hợp ở thời điểm bắt đầu của dự án và lặp lại thử nghiệm sau 30.000m<sup>3</sup> hỗn hợp bê tông đối với trạm trộn cố định.

#### I.5.7.4 Công tác trộn và vận chuyển hỗn hợp BTXM

#### 1.5.7.4.1 Trộn bê tông

- Năng lực trộn của trạm trộn phải thỏa mãn các quy định sau:

- + Khi rải bê tông bằng máy thì năng lực của trạm trộn được tính theo biểu thức (1) để xác định số lượng và công suất của trạm trộn.

$$M = 60\mu \times b \times h \times Vt \quad (1)$$

Trong đó:

M - Năng lực của trạm trộn, m<sup>3</sup>/h;

b - Bề rộng rải, m;

Vt - Tốc độ rải, m/min ( $\geq 1$  m/min);

h - Chiều dày tấm bê tông, m;

$\mu$  - Hệ số tin cậy của trạm trộn, lấy giá trị trong khoảng từ 1,2 ÷ 1,5 xác định tùy thuộc vào tình hình thực tế:

-  $\mu$  lấy giá trị nhỏ nếu độ tin cậy của trạm cao; và ngược lại;

-  $\mu$  lấy giá trị lớn đối với bê tông yêu cầu độ sụt nhỏ.

- + Tùy theo công nghệ thi công mà năng suất nhỏ nhất của mỗi trạm trộn phải thỏa mãn quy định trong Bảng 12 - TCCS40:2022/TCĐBVN. Thông thường nên bố trí từ 2 ÷ 3 trạm trộn, nhiều nhất không nên quá 4 trạm. Quy cách và chủng loại của trạm trộn nên thống nhất. Ưu tiên lựa chọn loại trạm trộn chu kỳ (theo mẻ), cũng có thể sử dụng trạm trộn liên tục.
- Yêu cầu về kỹ thuật trộn bê tông
  - + Trạm trộn trước khi đưa vào sử dụng bắt buộc phải tiến hành kiểm định và trộn thử. Nếu quá thời hạn kiểm định thiết bị hoặc lắp đặt lại sau khi di dời thì đều phải tiến hành kiểm định lại. Trong quá trình thi công, cứ 15 ngày thì phải kiểm tra, hiệu chỉnh độ chính xác của thiết bị đo đếm 1 lần.
  - + Sai số cân đo vật liệu của trạm trộn không được vượt quá quy định trong Bảng 13 - TCCS40:2022/TCĐBVN. Nếu không thỏa mãn thì phải phân tích nguyên nhân để sửa chữa, đảm bảo độ chính xác của thiết bị cân đo. Nếu trạm trộn sử dụng hệ thống điều khiển tự động thì phải sử dụng hệ thống tự động cấp liệu, đồng thời dựa vào thành phần các mẻ trộn in ra hàng ngày để thống kê số liệu tỷ lệ phối trộn và sai số tương ứng với mỗi lý trình đã rải trên thực tế.
  - + Cần phải dựa vào độ dính kết, độ đồng đều và độ ổn định cường độ của hỗn hợp bê tông trộn thử để xác định thời gian trộn tối ưu. Thông thường với thiết bị trộn một trục đứng thì tổng thời gian trộn trong khoảng (80 ÷ 120) s, trong đó thời gian trút vật liệu vào máy trộn không nên ít hơn 40 s; thời gian thực trộn không được ngắn hơn 40 s.
  - + Trong quá trình trộn không được sử dụng nước mưa, cát đá bẩn hoặc bị phơi nắng quá nóng.
  - + Nên pha loãng phụ gia rồi mới trộn, đồng thời phải khấu trừ lượng nước pha loãng và lượng nước sẵn có trong phụ gia vào lượng nước trộn bê tông.
  - + Thời gian thực trộn của bê tông có phụ gia khoáng nên dài hơn bê tông thông thường từ (10 ÷ 15) s.
- Kiểm tra và khống chế chất lượng hỗn hợp bê tông phải thỏa mãn các quy định tại Bảng 14 - TCCS40:2022/TCĐBVN.

- + Khi thi công ở thời tiết nhiệt độ thấp hoặc nhiệt độ cao thì nhiệt độ của hỗn hợp khi ra khỏi buồng trộn nên trong khoảng từ 10°C ÷ 35°C. Đồng thời nên đo nhiệt độ của nguyên vật liệu, nhiệt độ của hỗn hợp trộn, tỷ lệ tổn thất độ sụt và thời gian đông kết để có biện pháp xử lý kịp thời.
- + Hỗn hợp bê tông trộn phải đồng đều, nghiêm cấm sử dụng khi hỗn hợp bê tông trộn không đồng đều, có vật liệu sống, vật liệu khô, phân tầng hoặc phụ gia khoáng bị vón cục. Độ chênh lệch về độ sụt giữa mỗi mẻ trộn của một máy trộn, hoặc giữa các máy trộn là ±10 mm. Độ sụt lúc trộn phải bằng tổng của độ sụt tối ưu khi rải và độ sụt tổn thất khi vận chuyển tại thời điểm thi công.

#### I.5.7.4.2 Vận chuyển bê tông

- Số lượng xe vận chuyển tương ứng với hệ thống rải máy được xác định theo biểu thức (2):

$$N = 2n \left( 1 + \frac{S \gamma_c m}{V_q G_q} \right) \quad (2)$$

Trong đó:

- N - Số lượng xe vận chuyển (xe);
  - n - Số trạm trộn có cùng công suất;
  - S - Khoảng cách vận chuyển 1 chiều (km);
  - $\gamma_c$  - Khối lượng thể tích của bê tông (t/m<sup>3</sup>);
  - m - Công suất trộn của 1 trạm trộn trong một giờ (m<sup>3</sup>/h);
  - $V_q$  - Vận tốc chuyển trung bình của xe (km/h);
  - $G_q$  - Tải trọng của xe (t/xe).
- Nên lựa chọn xe tự đổ có tải trọng từ 5 ÷ 20 tấn, tầm chắn của xe tự đổ phải đóng kín, chặt, không làm chảy vữa trong quá trình vận chuyển. Khi vận chuyển khoảng cách lớn hoặc khi rải mặt đường bằng bê tông lưới thép, cốt thép thì nên lựa chọn xe chở bê tông chuyên dụng.

#### I.5.7.4.3 Yêu cầu kỹ thuật vận chuyển

- Phải căn cứ vào tiến độ thi công, khối lượng vận chuyển, khoảng cách vận chuyển và tình trạng của đường để lựa chọn loại xe và số xe vận chuyển. Tổng khả năng vận chuyển nên lớn hơn tổng khả năng trộn. Đảm bảo bê tông được vận chuyển đến hiện trường theo đúng thời gian quy định.
- Hỗn hợp bê tông vận chuyển đến công trường phải có các đặc tính phù hợp với yêu cầu thi công. Thời gian dài nhất cho phép từ khi bê tông ra khỏi buồng trộn đến khi rải xong đối với mỗi loại công nghệ rải phải thỏa mãn quy định trong Bảng 15 - TCCS40:2022/TCĐBVN. Khi không thỏa mãn phải thông qua thí nghiệm để tăng phụ gia làm chậm đông kết.
- Ngoài các quy định trên, việc vận chuyển hỗn hợp bê tông còn phải tuân thủ các yêu cầu kỹ thuật sau:
  - + Phải làm sạch thùng xe, phun nước làm ướt, thoát nước đọng trước khi cho bê tông vào thùng. Khi rót bê tông vào thùng xe tự đổ thì phải điều chỉnh vị trí xe, tránh xuất hiện hiện tượng phân tầng cốt liệu. Độ cao trút bê tông vào thùng xe của máy trộn không được lớn hơn 2 m.

- + Trong quá trình vận chuyển phải tránh chầy vữa, tránh làm đổ vật liệu gây bẩn mặt đường, và không được dùng xe tùy tiện trên đường. Xe tự đổ phải có giảm xóc, tránh để hỗn hợp phân tầng. Khi xuất phát và khi dừng phải từ từ.
- + Khi vận chuyển trong thời tiết nắng gắt, gió to, mưa hoặc nhiệt độ thấp thì phải có tấm che bê tông cho xe tự đổ. Đối với xe chờ bê tông chuyên dụng nên bọc thêm lớp giữ nhiệt hoặc cách nhiệt.
- + Bán kính vận chuyển lớn nhất của xe tự đổ không được vượt quá 20 km.
- + Nghiêm cấm xe vận chuyển khi quay đầu hoặc tránh xe va vào ván khuôn hoặc các cọc tiêu đánh dấu cơ tuyến thi công. Nếu va vào thì phải báo cáo để tiến hành đo, sửa chữa cơ tuyến thi công.
- + Khi xe quay đầu hoặc khi xả bê tông phải có người chỉ huy. Xả bê tông phải đúng vị trí, nghiêm cấm va vào máy rải và các thiết bị thi công hoặc thiết bị đo đạc đặt ở phía trước. Sau khi xả xong, phải lập tức rời đi.

### I.5.7.5 Công tác lắp đặt ván khuôn cố định và chế tạo, lắp đặt cốt thép

#### I.5.7.5.1 Ván khuôn cố định

- Ván khuôn cố định được sử dụng khi thi công các lớp móng và tầng mặt BTXM theo công nghệ ván khuôn ray, các công nghệ thi công liên hợp khác hoặc công nghệ thi công đơn giản.
- Yêu cầu chung đối với ván khuôn cố định
  - + Ván khuôn phải làm bằng kim loại, đủ cứng, có tiết diện hình chữ U, không được làm bằng gỗ hoặc chất dẻo. Độ chính xác của ván khuôn phải đảm bảo yêu cầu ở Bảng 16. Chiều cao ván khuôn bằng với bề dày tấm (lớp) BTXM thiết kế, chiều dài mỗi đoạn nên từ 3,0 m đến 5,0 m. Nếu cần lắp đặt thanh liên kết dọc thì trên vách đứng của ván khuôn phải có lỗ để khi rải BTXM có thể cắm thanh liên kết vào. Dọc theo ván khuôn cứ cách 1 m phải bố trí một thanh chống cố định (thanh chống một đầu hàn vào góc chữ U của ván khuôn, đầu dưới chống tựa vào một vật tựa gắn chặt xuống móng).

Bảng 16 - Sai số cho phép của ván khuôn

Công nghệ thi công	Sai số về cao độ, mm	Biến dạng cục bộ, mm	Góc vách thẳng đứng, độ	Độ bằng phẳng đỉnh ván khuôn, mm	Độ bằng phẳng thành ván khuôn, mm	Biến dạng dọc, mm
Ván khuôn ray và công nghệ thi công liên hợp khác	± 1	± 2	90 ± 1	± 1	± 2	± 1
Công nghệ đơn giản	± 2	± 3	90 ± 3	± 2	± 3	± 3

- + Trên ván khuôn ngang ở chỗ khe ngừng thi công, phải có các khe thẳng đứng trên ván khuôn để cắm thanh truyền lực và để có thể rút ván khuôn lên sau khi BTXM đủ cường độ. Cự ly giữa các khe thẳng đứng bằng cự ly giữa các thanh truyền lực thiết kế.
- + Tổng số lượng ván khuôn nên đủ để lắp đặt cho từ 3 đến 5 ngày thi công và được dự trữ tùy theo tốc độ rải BTXM và điều kiện nhiệt độ lúc thi công (trời nóng chu kỳ dỡ ván khuôn ngắn).
- Lắp đặt ván khuôn

**CHỈ DẪN KỸ THUẬT THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU**

*Dự án: Sửa chữa hư hỏng nền mặt đường, hoàn thiện hệ thống ATGT theo QCVN 41:2024 đoạn Km20+000 đến Km24+400, Quốc lộ 51*

- + Trước khi lắp đặt ván khuôn phải thiết lập các điểm mốc) đo đạc trên mặt tầng móng: 100 m bố trí một mốc cao đạc tạm; 20 m bố trí một mốc cọc tim, đánh dấu vị trí tấm, vị trí khe dẫn.
- + Tại các đoạn đường cong phải dùng loại ván khuôn ngắn, mỗi đoạn ván khuôn ngắn được đặt sao cho điểm giữa của ván khuôn trùng với điểm tiếp tuyến với đường cong.
- + Trong công nghệ thi công ván khuôn ray phải dùng ván khuôn chuyên dùng dài 3 m, bề rộng mặt đáy ván khuôn ray nên bằng 0,8 chiều cao. Đỉnh ray phải cao hơn đỉnh ván khuôn 20 mm ÷ 40 mm. Khoảng cách giữa tim ray đến mặt trong của ván khuôn nên bằng 125 mm.
- + Lắp đặt ván khuôn phải bảo đảm chắc chắn, ngay ngắn, đỉnh ván khuôn phải bằng, không bị oằn, vẹo (đặc biệt là các đầu nối các đoạn ván khuôn). Nghiêm cấm việc đào tầng móng để cố định ván khuôn mà phải dùng các tấm đệm khoan chốt xuống móng để làm điểm tựa chống ván khuôn.
- + Lắp đặt xong ván khuôn phải kiểm tra độ chính xác theo các yêu cầu được quy định ở Bảng 17.

*Bảng 17 - Yêu cầu về độ chính xác lắp đặt ván khuôn*

Hạng mục kiểm tra	Công nghệ thi công	
	Ván khuôn ray	Đơn giản
Lệch vị trí trên mặt bằng, mm, không lớn hơn	5	15
Bề rộng rải so với thiết kế, mm, không lớn hơn	5	15
Chiều cao ván khuôn so với bề dày rải BTXM:		
+ Thông thường, mm	- 3	- 4
+ Cá biệt, mm	- 8	- 9
Sai lệch về cao độ, mm	± 5	± 10
Độ dốc ngang lấy theo đỉnh ván khuôn trong một vệt rải so với thiết kế, %	± 0,1	± 0,2
Chênh lệch cao độ giữa hai ván khuôn liền kề, mm, không lớn hơn	1	2
Độ bằng phẳng của đỉnh ván khuôn, mm không lớn hơn (dùng thước 3,0m đặt trên đỉnh ván khuôn)	1	2
Độ thẳng đứng của vách ván khuôn, mm, không lớn hơn (dùng quả rọi)	2	4
Độ oằn theo chiều dọc, mm, không lớn hơn (căng dây)	2	4

**CHÚ THÍCH**

*Nếu dùng công nghệ thi công bằng các máy liên hợp khác thì yêu cầu lắp đặt ván khuôn có thể áp dụng trị số trung bình tương ứng với hai công nghệ đề cập trong Bảng 17.*

**- Dỡ ván khuôn**

- + Chỉ được dỡ ván khuôn khi cường độ nén của bê tông  $\geq 8,0$  MPa. Nếu dùng xi măng đạt các chỉ tiêu đề cập ở Điều 4 "Yêu cầu đối với xi măng" hoặc dùng xi măng poóc lăng thì thời gian dỡ ván khuôn sớm nhất có thể tham khảo như Bảng 18 tùy thuộc nhiệt độ không khí trung bình ngày đêm lúc rải hỗn hợp BTXM.

*Bảng 18 - Thời gian sớm nhất cho phép dỡ ván khuôn*

Nhiệt độ không khí trung bình ngày đêm khi rải	5	10	15	20	25	$\geq 30$
--	---	----	----	----	----	-----------



hỗn hợp BTXM, °C						
Thời gian sớm nhất cho phép đổ ván khuôn, h	72	48	36	30	24	18

- + Khi tháo ván khuôn không được làm hư hại bê tông ở thành tấm, ở góc tấm, ở xung quanh thanh truyền lực và không được làm các thanh truyền lực, thanh liên kết bị biến dạng hoặc bị xung động. Khi tháo ván khuôn cấm dùng búa tạ mà phải dùng các dụng cụ nện bẫy chuyên môn.
- + Sau khi rỗ, ván khuôn phải được tẩy sạch vết vữa bám và tu sửa đạt yêu cầu ở Bảng 16 để dùng lại.

### I.5.7.6 Rải bê tông

#### I.5.7.6.1 Rải bê tông mặt đường bằng máy rải ván khuôn trượt

- Khi thi công mặt đường BTXM trên đường cao tốc, đường cấp I, cấp II, cấp III nên chọn loại máy rải ván khuôn trượt có thể đồng thời rải được từ 2 ÷ 3 làn xe 7,5 m ÷ 12,5m trong một lần rải; chiều rộng rải nhỏ nhất không được nhỏ hơn chiều rộng thiết kế của một làn xe. Để rải lề đường bằng BTXM nên chọn máy rải ván khuôn trượt đa năng loại vừa hoặc nhỏ. Các thông số kỹ thuật cơ bản để lựa chọn máy rải ván khuôn trượt tham khảo Phụ lục A.
- Khi rải mặt đường BTXM bằng công nghệ ván khuôn trượt, có thể bố trí 1 máy xúc hoặc máy bốc vật liệu để phụ trợ cho công tác rải. Khi sử dụng phương pháp đặt trước thanh truyền lực tại khe co trên các giá đỡ thì phải chọn loại máy đưa hỗn hợp rải lên từ phía bên; hoặc các gàu tải, băng tải bê tông. Cũng có thể dùng xe ben tự đổ trút vào máng tạm để từ đó đổ bê tông vào chỗ các thanh truyền lực.
- Đối với công trình có quy mô lớn, tiến độ thi công nhanh, nên sử dụng máy tạo nhám kết hợp với bảo dưỡng. Cũng có thể dùng máy tạo nhám hoặc tạo rãnh bằng thủ công để làm rãnh chống trượt.
- Đối với mặt đường BTXM đường cao tốc, đường cấp I, cấp II, cấp III nên dùng máy kẻ rãnh ngang khi bê tông chưa đông cứng để tạo nhám, chiều rộng mỗi đợt kẻ rãnh không nên nhỏ hơn 500 mm, số lượng và công suất của máy kẻ rãnh ngang nên tương thích với tiến độ rải bê tông.
- Các trang thiết bị đồng bộ trong công nghệ thi công bằng ván khuôn trượt nên thỏa mãn yêu cầu trong Bảng 21.

Bảng 21 - Các trang thiết bị đồng bộ trong công nghệ rải ván khuôn trượt

Nội dung	Thiết bị thi công chính	
	Tên máy	Loại và quy cách
Gia công, lưới thép, cốt thép	Máy cắt cốt thép, uốn cốt thép, máy hàn điện	Chủng loại và số lượng xác định theo nhu cầu
Trắc đạc xác lập đường chuẩn	Máy thủy bình, kinh vĩ, toàn đạc <sup>1)</sup>	Chủng loại và số lượng xác định theo nhu cầu
	Dây mốc, cọc tiêu, máy căng dây	300 cọc tiêu, 5 máy căng dây, 3000 m dây mốc
Trộn	Trạm trộn cưỡng bức	≥ 50 m <sup>3</sup> /h, số lượng xác định theo tính toán
	Máy xúc vật liệu	2 m <sup>3</sup> ÷ 3 m <sup>3</sup>
	Máy phát điện	≥ 120kW
	Máy bơm và bể chứa nước	≥ 250 m <sup>3</sup>

**CHỈ DẪN KỸ THUẬT THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU**

Dự án: Sửa chữa hư hỏng nền mặt đường, hoàn thiện hệ thống ATGT theo QCVN 41:2024 đoạn Km20+000 đến Km24+400, Quốc lộ 51

Nội dung	Thiết bị thi công chính	
	Tên máy	Loại và quy cách
Vận chuyển	Xe chở bê tông chuyên dụng <sup>1)</sup>	4m <sup>3</sup> ÷ 6 m <sup>3</sup> , số lượng xác định theo tính toán
	Xe tự đổ	4 m <sup>3</sup> ÷ 24 m <sup>3</sup> , số lượng xác định theo tính toán
Rải bê tông	Máy rải vật liệu <sup>1)</sup> , máy xúc, máy cào	Chủng loại và số lượng xác định theo nhu cầu
	01 máy rải bê tông ván khuôn trượt	Thông số kỹ thuật xem Phụ lục A
	Đầm rui, đầm kiểu đầm tạo phẳng, ván khuôn	Xác định theo yêu cầu thi công khe nối thủ công
Tạo nhám	Máy tạo nhám kết hợp bảo dưỡng <sup>1)</sup> (01 máy)	Có cùng bề rộng như máy rải
	Cào răng tạo nhám thủ công, cầu công tác bắc ngang qua phía trên (không chạm mặt bê tông mới đổ) để công nhân thao tác	Chủng loại và số lượng xác định theo nhu cầu
	Máy kẻ rãnh cứng <sup>1)</sup> ; chiều rộng mỗi đợt kẻ rãnh ≥ 500 mm, công suất ≥ 7,5 kW	Số lượng tương thích với tiến độ san rải
Cắt khe	Máy cắt mềm	Chủng loại và số lượng xác định theo nhu cầu
	Máy cắt thông thường hoặc máy cắt khe có giá đỡ	Chủng loại và số lượng xác định theo nhu cầu
	Máy phát điện di động	12 kW ÷ 60 kW, số lượng xác định theo nhu cầu
Mài phẳng	Máy mài	Dùng khi xử lý những chỗ chưa phẳng
Chèn khe	Máy rót vật liệu chèn khe hoặc công cụ bơm/trám chèn khe	Chủng loại và số lượng xác định theo nhu cầu
Bảo dưỡng	Máy phun nước áp lực hoặc máy phun sương	Chủng loại và số lượng xác định theo nhu cầu
	Xe vận chuyển	4 t ÷ 6 t, số lượng xác định theo nhu cầu
	Xe phun nước	4 t ÷ 6 t, số lượng xác định theo nhu cầu

**CHÚ THÍCH**

<sup>1)</sup> Có thể lựa chọn tùy theo thiết bị và phương thức thi công.

- **Bố trí đường chuẩn**

- + Khi thi công theo công nghệ ván khuôn trượt trước hết phải bố trí đường chuẩn. Có 3 kiểu tạo đường chuẩn là: căng dây đôi một phía, căng dây đơn một phía và căng dây đôi hai phía;
- + Ngoài việc đảm bảo đủ bề rộng rải bê tông, đường chuẩn còn phải thỏa mãn yêu cầu có thêm khoảng cách theo phương ngang ở mỗi bên từ 650 mm ÷ 1000 mm;
- + Khoảng cách cọc tiêu đỡ dây chuẩn theo phương dọc không được lớn hơn 10 m đối với đoạn thẳng; đối với đoạn đường cong (đứng hoặc nằm) thì cần giảm đi tùy theo bán kính cong; khoảng cách nhỏ nhất là 2,5 m;

- + Chiều cao từ đỉnh lớp móng đến gờ kẹp dây chuẩn trên cọc tiêu nên từ 450 mm ÷ 750 mm. Khoảng cách theo phương ngang từ đầu thanh kẹp đến cọc tiêu nên bằng 300 mm. Cọc tiêu phải đóng chắc chắn.
- + Chiều dài lớn nhất của một sợi dây chuẩn không nên lớn hơn 450 m;
- + Lực căng của dây chuẩn không được nhỏ hơn 100 N;
- + Độ chính xác của dây chuẩn phải thỏa mãn yêu cầu trong Bảng 22.

Bảng 22 - Yêu cầu về độ chính xác bố trí dây chuẩn

Nội dung	Độ lệch tim đường trên mặt bằng, mm	Sai số về bề rộng đường, mm	Sai số về chiều dày tấm bê tông, mm		Sai số về độ cao theo chiều dọc, mm	Sai số về dốc ngang, mm	Chênh cao 2 bên khe dọc, mm
			Tiêu biểu	Cá biệt			
Mức	≤ 10	≤ + 15	≥ -3	≥ -8	± 5	± 0,10	± 1,5

**CHÚ THÍCH**

Đo 3 điểm trên 01 mặt cắt ngang của đường 1 lần xe và 5 điểm của đường 2 lần xe để xác định chiều dày tấm, lấy giá trị trung bình làm chiều dày trung bình của mặt cắt. Chiều dày trung bình của mặt cắt không được nhỏ hơn giá trị tiêu biểu; giá trị nhỏ nhất không được nhỏ hơn trị số cá biệt. Mỗi 200 m đo 01 mặt cắt, lấy giá trị trung bình làm chiều dày trung bình của đoạn, chiều dày trung bình của đoạn không được nhỏ hơn chiều dày thiết kế. Nếu không thỏa mãn điều kiện trên, không được tiến hành rải mặt đường.

- + Sau khi bố trí dây chuẩn, nghiêm cấm làm rung lắc hoặc va chạm vào dây. Nếu va chạm làm chuyển dịch thì phải tiến hành trắc đạc hiệu chỉnh. Thi công trong mùa gió nên giảm khoảng cách cọc tiêu căng dây.
- Chuẩn bị rải. Tất cả các trang thiết bị thi công đều phải ở trạng thái tốt, sẵn sàng cho thi công. Cần làm sạch lớp móng, lớp ngăn cách (nếu có) và làm sạch vị trí dịch chuyển của bánh xích máy rải. Cần phun nước làm ướt bề mặt lớp móng nhưng không được đọng nước. Thanh liên kết bên (khe nối dọc) cần được hiệu chỉnh thẳng thắn, những vị trí thiếu thanh liên kết phải khoan cắm bổ sung. Phần mép trên của khe thi công dọc cần quét đầy nhựa đường.
- Rải hỗn hợp
  - + Khi độ sụt của hỗn hợp bê tông trong khoảng 10 mm ÷ 50 mm thì hệ số rải nên từ 1,08 ÷ 1,15 (xác định chính xác theo kết quả rải thử nghiệm). Cự ly giữa máy trút hỗn hợp và máy rải ván khuôn trượt nên không chế trong phạm vi 5 m ÷ 10 m;
  - + Cắm các loại phương tiện đi lên trên lưới thép hoặc cốt thép các loại.
- Thiết lập và hiệu chỉnh thông số thi công cho máy rải ván khuôn trượt
  - + Vị trí mép dưới đầm dùi phải ở phía trên điểm thấp nhất của “bản nén ép” của máy, các đầm dùi bố trí đều theo phương ngang, khoảng cách giữa các đầm không nên lớn hơn 450 mm; khoảng cách từ hai mép bên đầm dùi với mép san rải không nên lớn quá 250 mm.
  - + Góc nghiêng trước bản nén ép nên trong khoảng 3°. Vị trí bản đầm dưng vừa nên ở phía dưới mép trước bản nén ép khoảng 5 mm ÷ 10 mm.
  - + Chiều cao rải vượt ở hai mép biên căn cứ vào độ sụt của hỗn hợp bê tông điều chỉnh trong khoảng (3 ÷ 8) mm, mép trước thanh đầm tạo phẳng nên điều chỉnh để

- cùng cao độ mép sau bản nén ép; mép sau dầm xoa phẳng thấp hơn mép sau bản nén ép ( $1 \div 2$ ) mm và bằng cao độ mặt đường.
- + Đầu tiên phải dựa vào dây chuẩn để điều chỉnh và hiệu chỉnh vị trí rải, thông số hình học và độ nằm ngang của khung máy rải, khi đạt yêu cầu mới được bắt đầu san rải.
  - + Đối với 5 m đầu tiên, cần kiểm tra đo đạc lại các thông số về cao độ mặt đường, chiều dày mép biên, tim đường, độ dốc ngang. Độ chính xác của chúng phải không chế trong phạm vi quy định tại Bảng 22 (Yêu cầu về độ chính xác bố trí dây chuẩn).
- Các yêu cầu kỹ thuật khi rải bê tông
- + Phải điều khiển máy rải ván khuôn trượt từ từ, tốc độ đều, liên tục không gián đoạn. Nghiêm cấm rải đuổi theo vật liệu, sau đó tùy tiện dừng máy chờ, san rải ngắt quãng. Tốc độ san rải cần căn cứ vào độ sụt của hỗn hợp, lượng cấp vật liệu và tính năng thiết bị để không chế trong khoảng từ (0,5 ÷ 3,0) m/min, thông thường nên không chế trong khoảng 1 m/min. Khi độ sụt của hỗn hợp bê tông thay đổi, cần điều chỉnh tần số của đầm rung trước, sau đó mới thay đổi tốc độ san rải.
  - + Phải kịp thời điều chỉnh độ cao tấm không chế chỗ vật liệu vào, lúc bắt đầu nên đặt hơi cao một chút để đảm bảo vật liệu vào được. Khi san rải bình thường cần giữ vị trí chiều cao của vật liệu trong phạm vi đầm cao hơn đầm rung khoảng 10 cm, độ biến thiên của cao độ vật liệu nên không chế trong khoảng  $\pm 30$  mm.
  - + Khi san rải bình thường, tần số đầm rung được điều chỉnh trong khoảng (6000 ÷ 11000) lần/min, nên sử dụng 9000 lần/min. Cần ngăn ngừa bê tông bị rung quá, rung thiếu hoặc rung sót. Cần căn cứ vào độ sụt của bê tông để điều chỉnh tần số hoặc tốc độ đầm rung. Khi máy rải lăn bánh, cần bật hệ thống đầm trước (2 ÷ 3) min, rồi mới từ từ tiến lên. Sau khi máy đã rải xong, cần tắt ngay hệ thống đầm.
  - + Máy rải ván khuôn trượt sử dụng hết tải có thể rải mặt đường với độ dốc dọc lớn nhất là: lên dốc 5 %, xuống dốc 6 %. Khi lên dốc, góc ngửa trước bản đáy ép nén nên chỉnh nhỏ vừa phải, đồng thời giảm nhẹ áp lực của bản gạt phẳng; khi xuống dốc, góc ngửa trước nên chỉnh tăng lên chút ít, đồng thời tăng áp lực của thanh gạt phẳng. Áp lực thích hợp là áp lực khi đáy thanh gạt phẳng tiếp xúc với bề mặt bê tông một khoảng không nhỏ hơn  $3/4$  chiều dài thanh.
  - + Bán kính cong nhỏ nhất khi thi công của máy rải ván khuôn trượt không được nhỏ hơn 50 m; độ dốc ngang siêu cao lớn nhất không nên lớn hơn 7 %.
  - + Khi rải đường một làn xe một lần (một vệt rải), cần dựa vào yêu cầu thiết kế mặt đường để bố trí thiết bị đóng thanh liên kết khe dọc một phía hoặc hai phía. Khi rải đường hai làn xe trở lên một lần, ngoài thiết bị đóng thanh liên kết khe dọc còn phải cần bố trí thiết bị cắm thanh liên kết tự động vào vị trí khe dọc.
  - + Khi tạo rãnh chống trượt bằng phương pháp rạch mềm thì chiều dày lớp vữa bê mặt nên không chế khoảng 4 mm, chiều dày bề mặt của lớp vữa mặt đường khi cắt rãnh cứng nên không chế trong khoảng (2 ÷ 3) mm.
  - + Sau khi bảo dưỡng (5 ÷ 7) ngày, mới được rải làn đường bên cạnh (cường độ thực tế nén mẫu lớn hơn hoặc bằng 70 % cường độ thiết kế).
- Xử lý sự cố

- + Trong khi rải cần thường xuyên kiểm tra tình trạng làm việc và vị trí của hệ thống đầm. Khi mặt đường xuất hiện hiện tượng thô ráp hoặc nứt, phải dừng máy kiểm tra hoặc thay đầm. Sau rải xong, nếu trên mặt đường xuất hiện dải vữa sáng màu, phải chỉnh cao vị trí đầm dùi, sao cho mép đáy của nó ở phía trên độ cao mép đáy sau của bản nén ép.
- + Khi chiều rộng rải lớn hơn 7,5 m, nếu độ sụt của hỗn hợp hai bên không đồng nhất thì tốc độ rải phải dựa vào phía độ sụt thấp để xác định, đồng thời chỉnh nhỏ tần số đầm dùi bên phía bê tông có độ sụt cao.
- + Cần thông qua biện pháp điều chỉnh độ sụt của hỗn hợp bê tông, thời gian dừng máy đợi vật liệu, góc ngửa trước bản ép nén, tốc độ khởi động và tốc độ rải,... để khống chế và loại bỏ hiện tượng nứt ngang.
- + Khi thời gian dừng máy đợi vật liệu vượt quá 1/5 thời gian bắt đầu đông kết của bê tông (ở cùng nhiệt độ với nhiệt độ thi công), cần mau chóng lái máy rải ra khỏi khu vực thi công và làm khe ngừng thi công tại đó.
- Trong quá trình rải bằng máy ván khuôn trượt phải sử dụng bàn gạt xoa phẳng tự động để xoa mặt. Đối với một số ít chỗ bề mặt thô nhám hoặc thiếu vật liệu rõ rệt, cần bổ sung một lượng hỗn hợp thích hợp phía sau bản ép nén hoặc phía trước đầm xoa phẳng, để đầm xoa phẳng hoặc bản xoa phẳng chỉnh sửa. Trong một số trường hợp sau có thể sửa chữa cục bộ bằng thủ công:
  - + Dùng máy xoa phẳng thủ công, tinh chỉnh khuyết tật nhỏ của bề mặt sau khi rải, nhưng không được thêm lớp mỏng vào toàn bộ bề mặt để sửa chữa cao độ mặt đường.
  - + Đối với hiện tượng vát biên, sụt biên, xệ vai xuất hiện ở mép khe dọc, cần kích ván khuôn bên hoặc đặt thước nhôm vuông ở phần trên để bổ sung vật liệu sửa chữa mép biên.
  - + Đối với chỗ máy khởi động và chỗ đầu đoạn thi công theo chiều dọc cần sử dụng máy xoa phẳng và thước dài hơn 3 m tựa vào thành ván khuôn để tu sửa phẳng.
  - + Sau khi kết thúc công tác rải, phải kịp thời rửa sạch máy rải và tiến hành bảo dưỡng trong ngày. Chú ý, cần loại bỏ bê tông phần sót lại trong buồng rung của máy rải, ván khuôn hai bên cần thu ngắn vào (20 ÷ 40) cm, chiều dài miệng thu nên dài hơn ván khuôn bên của máy rải.
  - + Vị trí ngừng thi công cần đặt thanh truyền lực, đồng thời phải thỏa mãn yêu cầu về độ phẳng, cao độ, độ dốc ngang của mặt đường và chiều dài tấm ngừng thi công.
  - + Tùy theo phương pháp cắt khe được lựa chọn, có thể tiến hành làm ngay khe ngang trong ngày khi bê tông chưa đông cứng (khe mềm) hoặc cắt khe khi bê tông đã đông cứng vào ngày tiếp theo.

#### **1.5.7.6.2 Rải bê tông mặt đường bằng máy rải ván khuôn ray và các công nghệ thi công liên hợp khác**

- Lựa chọn thiết bị rải
  - + Việc lựa chọn loại máy rải trên ván khuôn ray cần dựa vào số làn xe hoặc chiều rộng thiết kế của mặt đường theo các thông số kỹ thuật ở Phụ lục A. Chiều rộng rải nhỏ nhất không nhỏ hơn một làn xe 3,75 m.
  - + Tùy theo phương thức rải vật liệu khác nhau có thể lựa chọn máy rải ván khuôn ray kiểu tấm gạt, kiểu thùng hoặc kiểu trục xoắn ốc.

- + Các thiết bị kèm theo khác có thể tham khảo các trang thiết bị đồng bộ như đối với công nghệ ván khuôn trượt ở Bảng 21 để bố trí phối hợp.
- Rải hỗn hợp bê tông
- + Khi sử dụng bộ rải vật liệu trực guồng xoắn ốc hoặc tấm gạt có thể di chuyển lên, xuống, sang phải, sang trái bố trí phía trước máy để rải vật liệu thì đồng bộ hỗn hợp không được quá cao hoặc quá to, cũng không được thiếu vật liệu.
- + Có thể dùng máy xúc, hoặc nhân công phụ trợ để rải vật liệu. Hỗn hợp bê tông phía trước bộ phận rải vật liệu trực guồng xoắn ốc cần cao hơn chiều cao mặt đường một khoảng 100 mm, sau bộ phận rải vật liệu cần bố trí tấm gạt không chế chiều cao rải. Cũng có thể dùng thiết bị rải kiểu thùng chạy trên ray để rải hỗn hợp được chính xác hơn. Khi nắp phễu cấp liệu của thùng đóng lại thì thùng chứa hỗn hợp BTXM được di chuyển đến vị trí rải và sau đó nắp nhẹ nhàng mở ra để rải thành luống hỗn hợp. Thùng rải di chuyển ngang để rải đều khắp mặt đường.
- + Độ sụt thích hợp khi rải nên không chế trong khoảng (10 ÷ 40) mm tùy theo chất lượng đầm rung. Hệ số rải K ứng với các độ sụt khác nhau có thể tham khảo Bảng 23.

Bảng 23 - Quan hệ giữa hệ số rải K và độ sụt

Độ sụt, mm	5	10	20	30	40	50	60
Hệ số rải K	1,30	1,25	1,22	1,19	1,17	1,15	1,12

- + Khi thi công mặt đường bê tông lưới thép nên chọn loại có 2 thùng rải chia làm hai lớp, rải 2 lần, có thể rải xong vật liệu ở lớp thứ nhất, lắp ráp xong lưới thép, rồi rải vật liệu lần thứ hai, sau đó đầm chặt một lần. Cũng có thể rải vật liệu làm hai lần và đầm chặt hai lần. Khi rải mặt đường bê tông lưới thép theo phương thức hai lớp, thì việc rải vật liệu và chiều dài rải lớp bê tông phía dưới phải căn cứ vào chiều dài lưới thép và thời gian đông kết của lớp bê tông thứ nhất để xác định, nhưng chiều dài rải này không nên vượt quá 20 m.
- Đầm chặt hỗn hợp bê tông
  - + Máy rải ván khuôn ray cần kèm theo hệ thống đầm dùi. Có hai loại đầm dùi: đầm dùi cắm nghiêng đầm liên tục và đầm cắm thẳng đầm ngắt quãng. Khi chiều dày lớp rải lớn hơn 150 mm, độ sụt nhỏ hơn 30 mm nếu dùng loại đầm liên tục thì nên không chế tốc độ di chuyển trong khoảng (0,5 ÷ 1,0) m/min, đồng thời có điều chỉnh theo giá trị độ sụt. Khi đầm rung theo phương thức ngắt quãng, sau khi đầm ở một vị trí xong, nhắc từ từ đầm dùi lên, di chuyển đến vị trí cần đầm chặt, khoảng cách di chuyển không quá 500 mm. Không được dùng (không rung) đầm khi rút đầm lên.
  - + Máy rải dạng ván khuôn ray cần kèm theo đầm bàn và đầm ngựa (thanh đầm ngang) để chỉnh sửa bề mặt, tần số đầm bàn nên không chế trong khoảng (50 ÷ 100) Hz, tốc độ quay của trục lệch tâm khoảng (2500 ÷ 3500) vòng/min. Bê tông sau khi đầm chặt bằng đầm dùi, nên sử dụng đầm bàn để rung nổi vữa, chiều dày lớp vữa trên mặt nên không chế khoảng (4 ± 1) mm.
- Tạo phẳng
  - + Bê tông dồn ở phía trước đầm ngựa (thanh đầm hoặc ống) cần dồn về phía cao của dốc ngang để đảm bảo ở phía cao của dốc ngang luôn có đủ vật liệu san gạt.

- + Kịp thời hút sạch vật liệu thừa dồn về phía mép đường, để bảo đảm san gạt được chính xác và thiết bị tạo phẳng có thể tiếp tục thao tác được trên ray.
- + Kèm theo máy rải ván khuôn ray nên bố trí bàn xoa phẳng dọc hoặc chéo. Bàn xoa phẳng dọc có thể trượt sát bề mặt phải/trái và hoàn thành việc chỉnh sửa bề mặt khi máy rải di chuyển.
- + Nên sử dụng 3 ÷ 4 thước gạt để xoa bằng mặt theo hướng dọc và hướng ngang: xoa gạt theo mỗi hướng ít nhất 2 lần. Cũng có thể dùng thiết bị bàn xoa quay tròn xoa mặt 2 lần. Thời điểm xoa mặt không được chậm sau thời gian hoàn tất việc rải mặt BTXM quy định ở Bảng 15.
- Thi công bằng các công nghệ liên hợp khác có thể tham khảo các yêu cầu và chỉ dẫn đã đề cập ở trên đối với công nghệ ván khuôn ray để thực hiện các khâu thi công.

#### **I.5.7.6.3 Rải mặt đường bê tông lưới thép, cốt thép**

- Rải hỗn hợp bê tông
  - + Việc rải hỗn hợp bê tông mặt đường bê tông lưới thép, cốt thép chỉ được thực hiện sau khi đã lắp đặt thép và kiểm tra độ chính xác của việc lắp đặt theo các quy định đã đề cập ở Điều 8.2.
  - + Như đã đề cập ở Điều 9.1.2, để đổ bê tông lên lưới thép, cốt thép, phải bố trí thiết bị đỡ bê tông phù hợp tương ứng. Lưới thép, cốt thép sau khi lắp đặt xong không được để bê tông hoặc xe máy đè đổ, đè hỏng hoặc gây ra biến dạng, cấm dùng các loại máy móc lu đầm trên hỗn hợp đã san phẳng.
  - + Khi sử dụng công nghệ ván khuôn trượt, công nghệ ván khuôn ray và các công nghệ thi công liên hợp khác có thể sử dụng phương pháp tải vật liệu 2 lần, để tiện đặt lưới thép hoặc khung cốt thép gián đoạn. Đối với mặt đường bê tông lưới thép liên tục phải sử dụng lưới thép lắp đặt sẵn rồi rải vật liệu một lần.
  - + Bê tông phải được đổ trong gầu hoặc trong thùng cấp liệu, rồi cho máy móc chuyển từ vị trí phía bên đến vị trí san rải. Không nên tập trung chất đồng hỗn hợp bê tông trên lưới thép mà phải nhanh chóng san rải đều ra xung quanh.
  - + Ở cùng một độ sụt như nhau thì chiều cao rải hỗn hợp BTXM ở trạng thái rời nên lớn hơn khoảng 10 mm so với khi rải bê tông không lưới thép nếu sử dụng cùng một công nghệ thi công cơ giới.
- Công tác san rải mặt đường bê tông lưới thép cũng phải tuân thủ các quy định khác như khi rải bê tông bằng công nghệ ván khuôn trượt hoặc ván khuôn ray như đã đề cập ở Điều 9.1 và 9.2; ngoài ra còn phải tuân thủ các quy định sau:
  - + Độ sụt của hỗn hợp bê tông có thể lớn hơn từ (10 ÷ 20) mm so với quy định tại Bảng 10 đối với mặt đường bê tông không cốt thép thông thường nếu dùng cùng công nghệ rải.
  - + Khoảng cách ngang của hệ thống đầm dùi nên dày hơn so với mặt đường bê tông thông thường. Nếu sử dụng đầm rung cắm thì hệ thống đầm dùi không được va vào làm hỏng lưới thép, đầm; không được kéo lê hệ đầm dùi mà phải đầm làn lượt theo từng hàng. Khi đầm, dùi phải cắm xuống nhẹ, rút lên chậm, không được cắm mạnh rút nhanh.
  - + Khi sử dụng máy rải ván khuôn trượt hoặc máy rải ván khuôn ray để rải mặt đường bê tông lưới thép, cốt thép phải tăng tần suất đầm rung hoặc giảm tốc độ san rải. Khi độ sụt hỗn hợp bê tông giống nhau, thì thời gian đầm liên tục của mặt

đường bê tông lưới thép hoặc cốt thép cần kéo dài (5 ÷ 10) s so với quy định cho mặt đường bê tông thông thường.

- + Trong một tấm bản bê tông lưới thép đặt liên tục, phải tránh san rải ngắt quãng, không được để khe ngừng thi công trong phạm vi tấm, phải san rải tới vị trí khe ngang hoặc phần đầu mút lưới thép mới được dừng, cần tăng cường duy tu bảo dưỡng máy móc, hạ tỷ lệ sự cố xuống mức thấp nhất.
- + Khi bắt buộc phải dừng rải giữa chừng thì phải đặt khe thi công ngang, thanh thép dọc phải giữ liên tục, xuyên qua khe nối đồng thời phải bố trí thêm thép có chiều dài 2 m với số lượng gấp đôi số lượng thép dọc. Khoảng cách khe thi công ngang cách khe ngang gần nhất không được nhỏ hơn 5 m.
- Khi rải mặt đường bê tông cốt thép có bố trí khe nối, phải đánh dấu các khoảng cách đều 100 mm ở cạnh mỗi tấm lưới, khung cốt thép bằng các que tiêu để tiện cho việc cắt chuẩn xác khe co ngang và dọc đúng vị trí. Bề mặt thanh truyền lực, thanh liên kết, lưới thép ở các vị trí khe nối cần được quét lớp chống rỉ hoặc bọc ống nhựa chống rỉ.

### **1.5.7.7 Thi công các khe nối, tạo nhám và bảo dưỡng mặt đường BTXM**

#### **1.5.7.7.1 Thi công các khe nối**

- Khe dọc
  - + Nếu bề rộng rải BTXM nhỏ hơn tổng bề rộng phần xe chạy cộng với bề rộng lề cứng thì phải bố trí khe dọc; vị trí khe dọc phải không được trùng với vệt bánh xe mà phải trùng hoặc gần với ranh giới các làn xe. Khe dọc có đặt thanh liên kết và khi bề dày tấm BTXM  $\geq 26$  cm có thể dùng kiểu khe ngầm. Nếu dùng công nghệ ván khuôn trượt thì khi thi công có thể sử dụng thiết bị chuyên dụng đặt ở bên máy để cắm thanh liên kết. Nếu dùng ván khuôn cố định, thì vách ván khuôn phải để sẵn lỗ để khi rải BTXM dùng nhân công cắm thanh liên kết vào bê tông mới rải.
  - + Khi bề rộng mỗi lần rải lớn hơn 4,5 m thì phải áp dụng kiểu khe dọc giả có thanh liên kết. Khe dọc trong trường hợp này phải bố trí trùng với ranh giới các làn xe và trong quá trình thi công phải dùng thiết bị chuyên dùng đâm thanh liên kết vào hỗn hợp BTXM vừa rải.
  - + Với mặt đường BTXM lưới thép, thanh liên kết có thể được thay bằng thép ngang kéo dài qua khe.
  - + Thanh liên kết khi chèn cắm vào thành bê tông phải chắc chắn, không bị lung lay, không được để bị va chạm làm cong hoặc bật ra. Nếu thanh liên kết bị hư hại (xảy ra các hiện tượng vừa nêu) thì trước khi rải BTXM tiếp phải khoan lỗ để cắm lại thanh liên kết mới.
- Khe ngừng thi công
  - + Khe ngừng thi công theo chiều ngang phải được làm trong thời gian không quá 30 min sau khi ngừng thi công (ngừng thi công do hết ngày làm việc hoặc ngừng do sự cố đột xuất).
  - + Vị trí khe ngừng thi công nên trùng với vị trí các khe dẫn thiết kế và phải thẳng góc với tim đường, cấu tạo và thi công khe ngừng thi công tương tự như với khe co (nếu trùng với khe co) hoặc như với khe dẫn (nếu trùng với khe dẫn).
- Khe co ngang
  - + Cấu tạo và bố trí khe co ngang phải tuân thủ theo thiết kế. Nếu trong quá trình thi công buộc phải điều chỉnh cá biệt vị trí khe co thì khoảng cách tối đa theo chiều

đọc giữa hai khe co không được quá 5,0 m và khoảng cách nhỏ nhất không được nhỏ hơn bề rộng tấm.

+ Có 2 cách thi công lắp đặt thanh truyền lực ở khe co:

- Dùng giá đỡ bằng thép lắp đặt cố định thanh truyền lực trước khi rải BTXM. Giá đỡ phải được định vị chính xác và cố định chắc chắn trên móng. Phần 1/2 thanh truyền lực không quét phòng dính phải hàn chặt vào khung giá đỡ. Phần 1/2 có quét phòng dính thì dùng dây thép buộc vào giá đỡ. Khi rải bê tông phải dùng đầm dùi rung đầm chặt hỗn hợp BTXM phía dưới thanh truyền lực trước khi đầm nén phần trên bằng các thiết bị của máy rải.
- Dùng thiết bị DBI (Dowel Bar Inserter) là thiết bị phụ trợ trên máy rải ván khuôn trượt để tự động chìm thanh truyền lực đúng vị trí ngay trong quá trình thi công rải BTXM bằng máy ván khuôn trượt.
- Phải đánh dấu ở bên đường các vị trí cắt khe co giả trùng đúng giữa vị trí đặt thanh truyền lực.

- Khe dẫn

- + Đối với mặt đường BTXM không hoặc có cốt thép, khe dẫn được bố trí theo hồ sơ thiết kế. Ở các đoạn trong khoảng cách đến các mố cầu (hoặc các chương ngại vật khác) dưới 500 m, có thể bố trí một khe dẫn ở giữa đoạn.
- + Cấu tạo khe dẫn theo bản vẽ thiết kế. Thi công phải bảo đảm các bộ phận có cấu tạo và vật liệu phù hợp với quy định ở Bảng 7 và 8. Phải bảo đảm khe thẳng góc với tim đường, vách khe thẳng đứng, khoảng khe đồng đều.
- + Thi công khe dẫn phải dùng cách đặt cố định thanh truyền lực có lắp mũ xuyên qua tấm chèn khe trên giá đỡ trước khi rải bê tông. Khi rải bê tông phải dùng đầm dùi đầm kỹ hai bên tấm chèn và lân cận thanh truyền lực. Khi bê tông chưa cứng phải móc nhẹ bê tông trên đỉnh tấm chèn để nhét dải gỗ chèn (20 ÷ 25) mm x 20 mm cho thật khít bằng mặt BTXM. Tấm chèn phải có bề dài liên tục bằng bề rộng tấm (không được chèn các tấm chèn ngắn từng đoạn).

- Sai số cho phép khi thi công các bộ phận của khe nối được quy định ở Bảng 24.

Bảng 24 - Sai số, cho phép khi thi công lắp đặt các bộ phận của khe nối mặt đường BTXM

Nội dung lắp đặt	Sai số cho phép, mm	Vị trí đo kiểm tra
Độ lệch sang phải, sang trái, lên trên, xuống dưới của đầu thanh truyền lực hoặc thanh liên kết	10	Đo cả 2 đầu thanh truyền lực
Độ lệch về vị trí đặt thanh truyền lực hoặc thanh liên kết so với trung tâm tấm BTXM (lệch trái, phải, lên trên, xuống dưới)	20	Lấy trung tâm mặt tấm làm chuẩn để đo kiểm tra
Độ nghiêng của tấm chèn khe dẫn	20	Lấy đáy tấm chèn khe làm chuẩn
Độ cong vênh và độ đặt lệch tấm chèn khe ở khe dẫn	10	So với điểm giữa của khe

- Xẻ (cắt) khe giả

+ Khe co ngang

- Có thể dùng 3 cách cắt khe: cắt cứng (cắt khi BTXM đã đông kết); cắt mềm (cắt khi bê tông chưa đông kết) và kết hợp cắt cứng và mềm. Có thể tham khảo Bảng 25 để chọn cách cắt khe tùy theo chênh lệch nhiệt độ không khí ngày đêm trong thời gian từ lúc rải BTXM xong đến lúc cắt khe.
- Ở các khe co giãn có thanh truyền lực, chiều sâu cắt khe phải bằng  $1/3 + 1/4$  bề dày tấm, tối thiểu phải bằng 70 mm. ở các khe co không đặt thanh truyền lực, chiều sâu cắt khe phải bằng  $1/4 \div 1/5$  bề dày tấm BTXM, tối thiểu phải bằng 60 mm.

Bảng 25 - Khuyến nghị chọn cách cắt khe tùy thuộc nhiệt độ không khí khi thi công

Chênh lệch nhiệt độ ngày đêm, °C	Cách cắt khe khuyến nghị	Độ sâu cắt khe
Thấp hơn 10	Thời gian cắt khe dài nhất không được quá 24 h sau khi rải xong BTXM	Cắt cứng với độ sâu khe bằng $1/4 \div 1/5$ bề dày tấm
Từ 10 đến 15	Cắt cứng mềm kết hợp. Cách 1 đến 2 khe thì cắt mềm trước 1 khe; các khe còn lại cắt cứng sau	Độ sâu cắt mềm $\geq 60$ mm. Nếu không đủ độ sâu thì sau phải cắt cứng bù cho đủ $1/5$ bề dày tấm. Nếu khe giả đã mở rõ thì không cần cắt bù
Cao hơn 15	Chỉ được cắt mềm toàn bộ khe. Cắt khi cường độ nén của BTXM đạt (1,0÷1,5) MPa (người đi lên được). Thời gian cắt mềm không được quá 6 h sau khi rải xong BTXM	Độ sâu cắt mềm phải $\geq 60$ mm. Nếu chưa thấy khe nứt mở rõ thì phải cắt cứng bổ sung đến độ sâu % bề dày tấm

**CHÚ THÍCH**

Nếu trong phạm vi chênh lệch nhiệt độ ngày đêm như trên nhưng sau mưa nhiệt độ đột ngột giảm thì nên thực hiện cắt khe sớm hơn.

+ Khe dọc

- Trên đường cao tốc, đường cấp I, cấp II, cấp III trên các đoạn nền đắp cao, đắp trên đất yếu phải quét kín nhựa bitum trên vách thành phía trên của phần BTXM đã rải trước; sau khi rải bê tông tiếp phần sau xong thì phải xẻ khe dọc theo cách cắt cứng.
  - Trường hợp mặt đường BTXM đường cấp IV trở xuống thì chỉ quét bitum phía trên phần rải trước, sau khi rải bê tông phần sau không cần xẻ khe.
- + Khe dọc giả có đặt thanh liên kết: sau khi rải xong bê tông phải xẻ khe dọc. Chiều sâu không được nhỏ hơn  $1/3 \div 1/4$  bề dày tấm, tối thiểu là 70 mm. Khe dọc nên xẻ cùng một lúc với khe co ngang.
- + Bề rộng cắt khe nên không chế trong phạm vi (4 ÷ 6) mm. Khi cắt, độ dao động của lưỡi cưa không được lớn hơn 2 mm. Đầu tiên nên dùng cưa lưỡi mỏng xẻ khe đến độ sâu yêu cầu, sau đó dùng lưỡi cưa dày (6 ÷ 8) mm hoặc ghép 2 lưỡi cưa mỏng để mở rộng phần khe có chèn mastic. Phần độ sâu có chèn mastic nên bằng (25 ÷ 30) mm, bề rộng nên bằng (7 ÷ 10) mm.
- + Tại các chỗ bề rộng mặt đường thay đổi, tại các đoạn đường cong, đường nhánh ra vào nút giao nhau, trước tiên phải xẻ khe để phân chia tải theo nguyên tắc khe

đọc không trùng với vệt bánh xe, khe ngang phải vuông góc với trục giữa tấm. Các tấm liền kề khe ngang phải xê trùng nhau (cho phép lệch nhau dưới 5 mm)

- Công tác chèn khe
  - + Sau khi kết thúc thời gian bảo dưỡng cần tiến hành chèn khe kịp thời.
  - + Trước khi rót chất chèn khe vào các khe cần làm sạch khe. Trước hết cần dùng máy cắt khe cắt lại, làm vụn đá, cát kẹt trong khe, sau đó làm sạch khe bằng thiết bị hơi ép có áp lực  $\geq 0,5$  MPa thổi mạnh vào bề mặt khe, đẩy hết bụi bẩn ra khỏi khe. Chỉ được rót chất chèn khe khi khe khô, sạch. Kiểm tra vách khe bằng cách lau giẻ không thấy dính bụi bẩn. Chiều rộng (đường kính) của ống rót chất chèn khe thường lớn hơn chừng 25 % chiều rộng khe. Rót chất chèn dần từ dưới lên, phải đồng đều suốt chiều sâu khe. Phải đảm bảo nhiệt độ đun nóng vật liệu chèn khe, nhiệt độ lúc rót và cách rót chèn theo đúng chỉ dẫn của nhà sản xuất. Khi đun nóng vật liệu chèn khe phải khuấy đều cho chúng tan hết, sau đó phải giữ ở nhiệt độ thi công.
  - + Vật liệu chèn khe theo phương pháp rót nóng phải thỏa mãn TCVN 9974:2013 . Chỉ được tiến hành thi công vật liệu chèn khe khi nhiệt độ mặt đường trên 10 °C.
  - + Vật liệu chèn khe rót nóng sau khi rót chèn khe xong phải được bảo dưỡng trong 2 h (khi nhiệt độ không khí thấp) và trong 6 h (khi trời nóng), cấm xe trong thời gian bảo dưỡng.

#### 1.5.7.7.2 Tạo nhám

- Sau khi rải và san gạt tạo phẳng mặt bê tông xong nên tạo nhám ngay. Độ sâu rãnh tạo nhám phải đạt yêu cầu ở Bảng 28.
- Nên sử dụng máy tạo rãnh trong vòng (20 ÷ 30) min sau khi rải, khi mặt bê tông vừa ráo nước. Trường hợp không tạo rãnh bằng máy có thể sử dụng phương pháp thủ công hoặc bộ phận kéo theo máy rải. Chiều sâu tạo rãnh phải bằng (2 ÷ 4) mm, rãnh rộng (3 ÷ 5) mm, khoảng cách giữa các rãnh trong khoảng (15 ÷ 25) mm. Nên tạo rãnh có khoảng cách không đều nhau trong khoảng nêu trên để giảm tiếng ồn xe chạy.
- Có thể tạo nhám bằng rãnh dọc hoặc rãnh ngang. Tại các đoạn đường vòng hoặc có yêu cầu giảm tiếng ồn nên sử dụng rãnh dọc.
- Có thể dùng các bàn chải (chổi) sợi thép, sợi chất dẻo kéo trên bề mặt bê tông mới rải còn đang mềm. Răng chổi có chiều dài 6 mm và rộng 3 mm. Chổi có chiều dài tối thiểu 200 mm, đảm bảo khoảng cách ngẫu nhiên giữa các rãnh từ 10 mm đến 21 mm và khoảng trung bình nằm trong khoảng 13 mm và 14 mm.
- Với chiều rộng vệt rải lớn hơn 4,5 m thì khe rãnh tạo nhám của bê tông được thực hiện bằng thiết bị cơ giới, khổ của thiết bị cơ giới tạo nhám này bằng chiều rộng của tấm bê tông và được điều khiển trực tiếp bằng các dây dẫn hướng đường chuẩn của máy rải theo phương pháp thi công bằng khuôn trượt hoặc bằng khuôn cố định. Chuẩn bị bàn chải (chổi) để thay thế các bàn chải (chổi) bị mòn trong quá trình thi công.

#### 1.5.7.7.3 Bảo dưỡng

- Công tác bảo dưỡng phải bắt đầu ngay sau khi rải BTXM hoặc tạo nhám xong. Nên sử dụng phương pháp phun tạo màng giữ ẩm để bảo dưỡng, ở các vùng sẵn nước và vào mùa mưa có thể dùng cách rải màng giữ ẩm, vải địa kỹ thuật, bao tải ẩm phủ lên mặt BTXM kết hợp với tưới nước để bảo dưỡng.
- Nếu sử dụng phương pháp phun tạo màng thì nên phun ngay khi mặt bê tông vừa ráo nước. Phải phun đều để tạo thành một màng kín, phun xong trên mặt bê tông không

được có sự khác biệt về màu sắc. Vòi phun khi phun nên giữ ở chiều cao  $0,5\text{ m} \div 1,0\text{ m}$  trên mặt bê tông. Lượng chất tạo màng tối thiểu là  $0,35\text{ kg/m}^2$ . Không được dùng các chất tạo màng dễ bị nước xói trôi và các chất tạo màng có ảnh hưởng xấu đến sức chịu mài mòn và cường độ của BTXM.

- Có thể dùng cách phun thêm lớp tạo màng thứ hai lên trên lớp thứ nhất hoặc sau khi phun tạo màng một lớp lại rải thêm lớp giấy (vải) giữ ẩm lên trên.
- Nếu bảo dưỡng bằng cách rải màng chất dẻo giữ ẩm mỏng thì có thể bắt đầu khi việc rải màng không làm hư hại các rãnh tạo nhám vừa làm xong.
- Phải rải màng chất dẻo phủ kín mặt BTXM và rộng thêm mỗi phía  $600\text{ mm}$ . Chỗ nối tiếp phải rải chồng lên nhau  $400\text{ mm}$ . Trong quá trình bảo dưỡng không được để màng bị rách, hở.
- Nếu sử dụng cách phủ kín BTXM bằng màng giữ ẩm, vải địa kỹ thuật giữ ẩm, bao tải ẩm hoặc rơm rạ ẩm thì phải kịp thời tưới nước bảo dưỡng. Các vải, giấy, bao tải giữ ẩm có thể dỡ và sử dụng lại sau khi bảo dưỡng xong mỗi đoạn, số lần và lượng nước tưới hàng ngày phải được xác định để đảm bảo mặt BTXM cần bảo dưỡng luôn ở trạng thái ẩm ướt.
- Thời gian bảo dưỡng phải được xác định tùy theo thời gian cường độ kéo khi uốn của hỗn hợp BTXM vừa rải đạt được tối thiểu  $80\%$  cường độ kéo khi uốn thiết kế. Cần đặc biệt chú trọng việc bảo dưỡng trong 7 ngày đầu. Thông thường nên bảo dưỡng trong vòng  $(14 \div 21)$  ngày. Mùa nóng nên bảo dưỡng tối thiểu 14 ngày, mùa lạnh tối thiểu 21 ngày; nhiệt độ không khí càng thấp càng phải kéo dài thời gian bảo dưỡng. Nếu bê tông có thêm tro bay thì thời gian bảo dưỡng tối thiểu nên là 28 ngày.
- Trong thời gian đầu bảo dưỡng cấm cả người cũng không được đi lên trên BTXM. Người chỉ được đi lên BTXM khi cường độ BTXM đạt  $40\%$  cường độ thiết kế.

#### **1.5.7.8 Thi công mặt đường BTXM trong điều kiện thời tiết đặc biệt**

##### **1.5.7.8.1 Mặt đường BTXM phải đình chỉ không được thi công trong các điều kiện dưới đây:**

- Mưa tại hiện trường;
- Tốc độ gió  $\geq 10,8\text{ m/s}$  (cấp 6 trở lên);
- Nhiệt độ không khí ở hiện trường thi công  $\geq 40\text{ }^\circ\text{C}$  hoặc nhiệt độ hỗn hợp khi rải  $> 35\text{ }^\circ\text{C}$ ;
- Nhiệt độ không khí trung bình trong 5 ngày đêm liên tục ở hiện trường thi công dưới  $5\text{ }^\circ\text{C}$ .

##### **1.5.7.8.2 Thi công mặt đường BTXM về mùa mưa**

- Ở trạm trộn BTXM phải có biện pháp thoát nước tốt, đề phòng nước ngập thiết bị, kho, bãi vật liệu; phải có biện pháp che chắn các thiết bị, vật liệu không cho phép bị thấm nước; các đồng đá, cát phải được che chắn để chống xói trôi, chống phân tầng.
- Mặt đường BTXM mới đổ chưa đông kết phải có sẵn vải bạt, vải chất dẻo để kịp che đậy khi mưa.
- Nếu che chắn không kịp để mặt đường BTXM bị xói, ảnh hưởng nhẹ đến độ bằng phẳng và rãnh tạo nhám thì sau khi tạnh mưa có thể dùng thiết bị mài bằng mài cho đạt độ bằng phẳng như giới hạn quy định tại Bảng 28, tiếp đó dùng thiết bị tạo rãnh cứng để tạo nhám.
- Nếu mưa to ảnh hưởng nghiêm trọng đến độ bằng phẳng của BTXM mới đổ thì phải đào bỏ hoàn toàn ngay khi xi măng chưa đông cứng xong, sau đó thi công lại.

- Sau khi mưa tạnh phải kịp thời làm sạch nước và bùn bẩn trong thùng xe và trong các thiết bị thi công; kịp thời thoát nước cho các đồng đá, cát.
- Trước khi thi công tiếp phải quét sạch nước, bụi bẩn trên mặt móng.

#### ***1.5.7.8.3 Các giải pháp phòng nứt mặt đường BTXM do co ngót mềm tùy thuộc tốc độ gió khi thi công***

- Tốc độ gió  $\leq 1,5$  m/s: có thể thi công bình thường, bảo dưỡng bình thường như đề cập ở Điều 10.3.
- Tốc độ gió trong khoảng (1,6 ÷ 3,3) m/s (cấp 2): phải tăng bề dày lớp phun màng bảo dưỡng với lượng chất tạo màng tăng đến 0,45 kg/m<sup>2</sup>.
- Tốc độ gió trong khoảng (3,4 ÷ 5,4) m/s (cấp 3): sau khi rải xong phải lập tức phun tạo màng lần một, tiếp đó mới tạo nhám, tạo nhám xong phun thêm lớp tạo màng bảo dưỡng thứ hai. Tổng lượng chất tạo màng cả 2 lần là 0,60 kg/m<sup>2</sup>.
- Tốc độ gió trong khoảng (5,5 ÷ 7,9) m/sec (cấp 4): Phun tạo màng 2 lớp (trước và sau khi tạo nhám) như ở Điều 11.3.3, sau đó còn phải phủ kín mặt BTXM bằng màng chất dẻo mỏng như ở Điều 10.3.3).
- Tốc độ gió trong khoảng (8,0 ÷ 10,7) m/s (cấp 5): Phải sử dụng máy làm phẳng tạo phẳng nhanh bề mặt BTXM để rút ngắn thời gian hoàn thành việc san, rải mặt BTXM nhằm sớm tiến hành việc bảo dưỡng. Nếu không có loại máy này thì phải ngừng thi công.
- Sau khi tạo phẳng bề mặt BTXM bằng máy xong thì thực hiện phun màng bảo dưỡng với lượng chất tạo màng bằng 0,45 kg/m<sup>2</sup> và phủ kín bằng màng chất dẻo hoặc bao tải ẩm. Việc tạo nhám phải được thực hiện bằng máy vạch rãnh cứng hoặc bằng bàn chải sắt.

#### ***1.5.7.8.4 Thi công mặt đường BTXM trong mùa nóng***

- Về mùa nóng khi nhiệt độ không khí  $\geq 30^{\circ}\text{C}$  thì phải tránh thi công vào buổi trưa mà thi công vào sáng sớm, chiều gần tối hoặc vào ban đêm. Thi công ban đêm phải có đủ phương tiện chiếu sáng để bảo đảm an toàn.
- Đá, cát phải có mái che nắng; phải dùng nước lạnh hút từ giếng dưới đất lên hoặc dùng nước đá để trộn. Phải dùng hỗn hợp BTXM nhiều tro bay hoặc xỉ lò nghiền mịn và phải sử dụng phụ gia làm chậm đông kết hoặc phụ gia vừa giảm nước vừa làm chậm đông kết.
- Phải che đậy hỗn hợp trộn trên thùng xe khi chuyên chở.
- Cố gắng rút ngắn thời gian thi công mỗi công đoạn từ khâu trộn, vận chuyển, san rải...; rút ngắn thời gian chuyên công đoạn.
- Có thể dùng các tấm bạt chống mưa để che chắn ánh nắng lúc nắng quá gắt.
- Nhiệt độ hỗn hợp BTXM khi ra khỏi máy trộn vào lúc trời nắng nóng không nên vượt quá 35°C. Phải thường xuyên đo nhiệt độ không khí, nhiệt độ xi măng, nước, đá, cát và nhiệt độ hỗn hợp bê tông để kịp thời áp dụng các giải pháp giảm nhiệt độ của chúng.
- Nếu áp dụng biện pháp bảo dưỡng bằng cách che đậy, tưới nước thì phải tăng cường tưới ẩm.
- Để chống nứt nên cắt khe sớm hơn so với khi thi công ở điều kiện thời tiết không nắng, nóng.

#### ***1.5.7.9 Yêu cầu về kiểm tra nghiệm thu***

- Việc kiểm tra chất lượng thi công cần thực thi trong suốt quá trình từ giai đoạn chuẩn bị thi công, giai đoạn thi công cho đến khi hoàn thành mặt đường BTXM. Khi xuất

hiện sự cố cần phải tiến hành ngay việc sửa chữa, chỉnh sửa hoặc thậm chí phải dừng thi công.

**1.5.7.9.2 Kiểm tra vật liệu trong giai đoạn chuẩn bị thi công**

- Phải bảo đảm việc cung cấp các loại nguyên vật liệu có đặc trưng kỹ thuật thỏa mãn các yêu cầu ở Điều 4, nguyên vật liệu không đạt yêu cầu không được cho vào công trường. Toàn bộ vật liệu nhập vào hoặc đưa ra khỏi công trường đều phải cân, đo, đong ký lưu giữ hoặc ký xuất.
- Nội dung và tần suất kiểm tra vật liệu phải tuân thủ các yêu cầu trong Bảng 26.

*Bảng 26 - Nội dung và tần suất kiểm tra đối với vật liệu*

Vật liệu	Nội dung kiểm tra	Tần suất kiểm tra <sup>1)</sup>	Tiêu chuẩn kiểm tra
Xi măng phải thỏa mãn yêu cầu ở Bảng 1 và Bảng 2	Cường độ kéo khi uốn, cường độ nén, độ ổn định thể tích	1500 t/lần	TCVN 6016:2011
	Các chỉ tiêu về thành phần hóa học ở Bảng 2	1 lần trước khi vào công trường và 3 lần nữa trong quá trình thi công liên tục	TCVN 141:2008
	Thời gian đông kết Độ nghiền mịn	2000 t/lần	TCVN 6017:2015 TCVN 4030:2003
Cốt liệu thô phải thỏa mãn các yêu cầu ở Bảng 3, Bảng 4	Thành phần hạt, hàm lượng thoi det, khối lượng riêng, khối lượng thể tích	2500 m <sup>3</sup> /lần	TCVN 7572-1 ÷ 20:2006
	Hàm lượng bụi bùn sét, hàm lượng hạt mịn	1000 m <sup>3</sup> /lần	
	Độ mài mòn, cường độ chịu nén của đá gốc	2 lần đối với mỗi loại cho mỗi đoạn thi công	
	Độ ẩm	Trời mưa hoặc độ ẩm thay đổi theo thời tiết	
Cát phải thỏa mãn các yêu cầu ở Bảng 5, Bảng 6	Thành phần hạt, mô đun độ lớn, khối lượng thể tích ở trạng thái rời, độ rỗng	2000 m <sup>3</sup> /lần	TCVN 7572-4:2006
	Hàm lượng bụi bùn sét, hàm lượng hạt mịn (bột đá)	1000 m <sup>3</sup> /lần	TCVN 7572-8:2006
	Hàm lượng mi ca, hàm lượng hữu cơ	Thường xuyên bằng mắt	
	Hàm lượng ion SO <sub>3</sub> , ion Cl	3 lần cho mỗi đoạn thi công	TCVN 7572
	Độ ẩm	Khi trời mưa hoặc độ ẩm thay đổi	TCVN 7572
Các loại phụ gia		5 t/lần	TCVN 8826:2011 TCVN 8827:2011
Chất tạo màng bảo dưỡng	Tỷ lệ giữ nước hữu hiệu, thời gian hình thành màng	5 t/lần và đoạn thử nghiệm	ASTM C309-98
Nước	Độ pH, hàm lượng muối, hàm lượng tạp chất và ion SO <sub>4</sub>	Kiểm tra nguồn nước trước khi thi công và mỗi khi thay đổi nguồn nước sử dụng	TCVN 6492:2011

**CHÚ THÍCH**

1) Nếu khối lượng vật liệu sử dụng ít hơn số lượng quy định ở cột tần suất kiểm tra thì cũng phải thí nghiệm kiểm tra một (1) lần.

#### **I.5.7.9.3 Kiểm tra máy móc, thiết bị và dụng cụ thi công**

- Trước khi thi công, ngoài những quy định cụ thể cho từng loại thiết bị riêng biệt, yêu cầu tất cả các thiết bị, dụng cụ thi công và thí nghiệm nằm trong quy định kiểm chuẩn phải được chuẩn bị sẵn sàng và có phiếu kiểm định chất lượng của cơ quan có thẩm quyền. Đối với những dụng cụ không nằm trong danh mục quy định phải kiểm định cũng phải kiểm tra hiệu chỉnh trước khi thi công, đồng thời phải được kiểm tra theo định kỳ và đột xuất nếu có yêu cầu.
- Các thiết bị dụng cụ bị hỏng hóc phải kịp thời được sửa chữa hoặc thay thế để không ảnh hưởng đến tiến độ thi công, cần có cơ sở thiết bị dự phòng thay thế khi máy móc thiết bị cần bảo dưỡng. Các linh kiện dễ hỏng, phụ tùng thay thế cần phải dự trữ đủ số lượng để thay thế.

#### **I.5.7.9.4 Rải đoạn đường thí nghiệm**

- Trước khi thi công đường BTXM phải tiến hành rải thử đoạn thí nghiệm. Chiều dài đoạn thử nghiệm không được ngắn hơn 200 m đối với mặt đường BTXM đường cao tốc, cấp I, cấp II và cấp III thì rải thử bên ngoài tuyến chính. Độ dày mặt đường, chiều rộng rải, bố trí khe nối, bố trí cốt thép phải giống như đối với đoạn đường thực.
- Việc rải thử phân làm hai giai đoạn: giai đoạn trộn thử và giai đoạn rải thử. Việc thi công thử nghiệm nhằm đạt các mục đích sau:
  - + Thông qua trộn thử để kiểm tra tính năng của trạm trộn và xác định công nghệ trộn hợp lý, kiểm tra các thông số của trạm trộn thích hợp với công nghệ rải: tốc độ đưa vật liệu lên, dung lượng trộn, thời gian cần thiết để trộn đều, độ sụt bê tông mới trộn và cấp phối bê tông dùng để sản xuất.
  - + Thông qua rải thử để kiểm tra năng lực sản xuất và tính năng của máy móc chính, kiểm tra tính hợp lý của các máy móc phụ trợ, kiểm tra công nghệ và chất lượng rải mặt đường; phương pháp lắp dựng hoặc phương pháp bố trí đường chuẩn; các tham số làm việc thích hợp của máy móc (công cụ) san rải, bao gồm: cao độ rải, tốc độ rải, thời gian và tần số đầm, số lần lăn nén, số lần lu lèn chặt, độ chặt, việc đặt thanh liên kết,... kiểm tra toàn bộ dây chuyền công nghệ thi công.
  - + Xây dựng phương pháp kiểm tra nguyên vật liệu thi công, toàn bộ kỹ thuật của công nghệ rải, hiểu rõ phương pháp kiểm tra. Kiểm tra hệ thống thông tin liên lạc và chỉ huy điều độ sản xuất.
- Khi rải thử, cán bộ thi công cần ghi chép cẩn thận, cán bộ tư vấn giám sát, hoặc bộ phận giám sát chất lượng cần đôn đốc kiểm tra chất lượng thi công của đoạn thí nghiệm, kịp thời thương thảo và giải quyết vấn đề cùng với đơn vị thi công. Sau khi thi công xong, đơn vị thi công cần có báo cáo tổng kết đoạn đường thí nghiệm, trình cho tư vấn giám sát và chủ đầu tư xem xét quy trình thi công tự xây dựng đúng với tình hình vật liệu, máy móc và điều kiện thời tiết thực tế để được chấp thuận cho phép chính thức thi công.

#### **I.5.7.9.5 Kiểm tra trong thi công**

- Kiểm tra nền móng trước khi thi công mặt đường BTXM. Việc kiểm tra nền, móng trước khi thi công tầng mặt BTXM phải được thực hiện theo các quy định ở Chuẩn bị thi công.
- Đơn vị thi công phải luôn tự kiểm tra chất lượng thi công. Nội dung và tần suất kiểm tra: đối với nguyên vật liệu phải tuân theo quy định của Bảng 26. Đối với mỗi công đoạn thi công từ trộn, vận chuyển hỗn hợp, lắp đặt ván khuôn, lắp đặt cốt thép đến rải,

san, đầm nén, tạo nhám, bảo dưỡng,... đều phải tuân thủ theo các quy định đã nêu trong các mục tương ứng của tiêu chuẩn này.

- Nội dung và tần suất kiểm tra chất lượng trong quá trình thi công mặt đường BTXM phải tuân theo quy định trong Bảng 27 và kết quả kiểm tra được so sánh đánh giá theo quy định ở Bảng 28.

Bảng 27 - Nội dung, phương pháp và tần suất kiểm tra chất lượng mặt đường BTXM trong quá trình thi công

Nội dung kiểm tra (Tiêu chuẩn)	Phương pháp và tần suất kiểm tra	
	Mặt đường BTXM trên đường cao tốc, đường cấp I, cấp II, cấp III	Trên các đường khác
Cường độ kéo khi uốn (TCVN 3119:1993)	Lấy 2 ÷ 4 tổ mẫu mỗi ca (mỗi tổ bao gồm cả mẫu uốn dầm và mẫu ép chề). Chiều dài thi công một ngày <500 m lấy 2 tổ: ≥500 m lấy 3 tổ: ≥1000 m lấy 4 tổ, xác định cường độ u kéo khi uốn	Lấy 1 ÷ 3 tổ mẫu mỗi ca (mỗi tổ bao gồm cả mẫu uốn dầm và mẫu ép chề). Chiều dài thi công một ngày <500 m lấy 1 tổ: ≥500 m lấy 2 tổ: ≥1000 m lấy 3 tổ, xác định cường độ kéo khi uốn
Chiều dày tấm	Cứ khoảng 100 m trong bề rộng rải kiểm tra 2 điểm (khoan lấy lõi để kiểm tra bề dày)	Cứ khoảng 100 m trong bề rộng rải kiểm tra 1 điểm (khoan lấy lõi để kiểm tra bề dày)
Độ bằng phẳng (TCVN 8864:2011)	Mỗi 100 m <sup>2</sup> của mỗi nửa làn xe đo 2 chỗ	Mỗi 200 m <sup>2</sup> của mỗi nửa làn xe đo 2 chỗ
Độ gồ ghề quốc tế IRI (TCVN 8865:2011)	Kiểm tra liên tục cho toàn bộ các làn xe	Kiểm tra liên tục cho toàn bộ các làn xe
Độ nhám bề mặt (TCVN 8866:2011)	2 chỗ/200 m <sup>2</sup>	1 chỗ/200 m <sup>2</sup>
Độ chênh cao tấm liên kê	Mỗi 200 m khe ngang, khe dọc kiểm tra bằng thước 2 khe, mỗi khe 3 vị trí	Mỗi 200 m khe ngang, khe dọc kiểm tra bằng thước 2 khe, mỗi khe 3 vị trí
Độ thẳng của khe	Kéo dây 20 m: 6 chỗ/200 m <sup>2</sup>	Kéo dây 20 m: 4 chỗ/200 m <sup>2</sup>
Độ lệch tìm đường trên mặt bằng	Máy kinh vĩ: 6 điểm/200 m	Máy kinh vĩ: 6 điểm/200 m
Chiều rộng mặt đường	Thước: 6 điểm/200 m	Thước: 4 điểm/200 m
Cao độ trên trắc dọc	Máy thủy bình: 6 điểm/200 m	Máy thủy bình: 4 điểm/200 m
Độ dốc ngang	Máy thủy bình: 6 mặt cắt/200 m	Máy thủy bình: 4 mặt cắt/200 m
Bong tróc, nứt, hở đá, khuyết cạnh, sứt góc.	Đo diện tích thực và tính tỷ lệ so với tổng số diện tích	Đo diện tích thực và tính tỷ lệ so với tổng số diện tích
Độ thẳng và cao độ đá vĩa hai bên mặt đường	Kéo dây 20 m: 4 chỗ/200 m	Kéo dây 20 m: 2 chỗ/200 m
Độ đầy khi rót vật liệu chèn khe (đo chiều sâu chưa rót đầy)	Thước: 6 điểm/200 m khe	Thước: 6 điểm/200 m khe
Chiều sâu cắt khe	Thước: 6 điểm/200 m	Thước: 4 điểm/200 m
Khiếm khuyết trên bề mặt khe dẫn	Quan sát từng khe và chỗ sứt mép, chỗ bị đứt đoạn	Quan sát từng khe và chỗ sứt mép, chỗ bị đứt đoạn
Dính vữa trên tấm chèn khe dẫn	Kiểm tra khi lắp đặt với từng khe	Kiểm tra khi lắp đặt với từng khe
Độ nghiêng của tấm chèn khe dẫn	Đo 2 chỗ trên mỗi tấm chèn khe bằng thước	Đo 2 chỗ trên mỗi tấm chèn khe bằng thước
Độ cong vênh và dịch chuyển của tấm chèn	Đo 3 chỗ trên mỗi tấm 3 khe dẫn bằng thước	Đo 3 chỗ trên mỗi tấm 3 khe dẫn bằng thước

**CHỈ DẪN KỸ THUẬT THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU**

*Dự án: Sửa chữa hư hỏng nền mặt đường, hoàn thiện hệ thống ATGT theo QCVN 41:2024 đoạn Km20+000 đến Km24+400, Quốc lộ 51*

khe dẫn bằng thước		
Độ nghiêng của thanh truyền lực	Dùng máy đo chiều dày của lớp bảo vệ cốt thép: đo 4 thanh/ mỗi làn xe	Dùng máy đo chiều dày của lớp bảo vệ cốt thép: đo 4 thanh/ mỗi làn xe

**1.5.7.9.6 Tiêu chuẩn nghiệm thu mặt đường BTXM**

- Việc nghiệm thu mặt đường BTXM sau khi hoàn thành phải được thực hiện trên từng 1 Km đường theo các chỉ tiêu yêu cầu ở Bảng 28.

*Bảng 28 - Các chỉ tiêu áp dụng cho việc nghiệm thu mặt đường BTXM*

Nội dung kiểm tra		Sai số cho phép đối với mặt đường BTXM	
		Đường cao tốc, cấp I, cấp II, cấp III	Các cấp đường khác
Cường độ kéo khi uốn của mẫu dầm, MPa		100% thỏa mãn yêu cầu ở Bảng 10	
Cường độ ép chẻ/bừa của mẫu khoan hiện trường (TCVN 3120:1993)		Cứ 3 km của mỗi làn đường khoan lấy lõi 1 mẫu; lẻ đường cứng tính là một làn đường; xác định độ ép chẻ và chiều dày tấm	
Chiều dày tấm, mm		Giá trị trung bình $\geq -5$ ; các biệt $\geq -10$	
Độ bằng phẳng	Thước 3 mét (TCVN 8864:2011)	Đạt yêu cầu	
	Chỉ số IRI, m/km (TCVN 8865:2011)	$\leq 2,0$	$\leq 3,2$
Chiều sâu cấu tạo rãnh chống trượt thông qua độ nhám trung bình bề mặt (TCVN 8866:2011), mm	Đoạn đường bình thường	$0,7 \div 1,10$	$0,5 \div 0,90$
	Đoạn đường đặc biệt	$0,8 \div 1,20$	$0,60 \div 1,00$
Độ chênh cao tấm liền kề, mm		$\leq 2$	$\leq 3$
Độ chênh cao giữa 2 mép khe dọc liền kề, mm		Giá trị trung bình $\leq 3$ ; Cực trị $\leq 5$	Giá trị trung bình $\leq 5$ ; Cực trị $\leq 7$
Độ thẳng của khe, mm		$\leq 10$	
Độ lệch tim đường trên mặt bằng, mm		$\leq 20$	
Chiều rộng mặt đường, mm		$\leq \pm 20$	
Cao độ trên trắc dọc, mm		$\pm 10$	$\pm 15$
Độ dốc ngang (%)		$\pm 0,15$	$\pm 0,25$
Bong tróc, nứt, hờ đá, khuyết cạnh, sứt góc, (%)		$\leq 2$	$\leq 3$
Độ thẳng và cao độ đá vữa hai bên mặt đường, mm		$\leq 20$	$\leq 20$
Độ dày khi rót vật liệu chèn khe, mm		$\leq 2$	$\leq 3$
Chiều sâu cắt khe, mm		$\geq 50$	$\geq 50$
Khiếm khuyết trên bề mặt khe dẫn		Không nên có	
Độ nghiêng tấm chèn khe dẫn, mm		$\leq 20$	$\leq 15$
Độ cong vênh và dịch chuyển của tấm chèn khe dẫn, mm		$\leq 10$	$\leq 10$
Độ lệch của thanh truyền lực, mm		$\leq 10$	$\leq 13$

**CHÚ THÍCH**

1. Dùng kết quả thí nghiệm xác định cường độ kéo khi uốn của mẫu dầm và cường độ ép chẻ của mẫu khoan hiện trường đã quy đổi về cường độ kéo khi uốn để tổng hợp đánh giá cường độ kéo khi uốn của bê tông mặt đường. Nếu cường độ kéo khi uốn không đạt thì cứ mỗi km đường phải khoan thêm 3 mẫu trở lên cho mỗi làn (lẻ đường cứng tính là một làn đường) để có thêm số liệu ép chẻ/bừa nhằm đưa ra quyết định nghiệm thu hay không nghiệm thu thật xác đáng. Cường độ ép chẻ/bừa trên mẫu khoan tại hiện trường được quy đổi về cường độ kéo khi uốn thông qua tương quan thực nghiệm giữa mẫu ép chẻ và mẫu uốn dầm trong kiểm tra chất lượng mặt đường BTXM



khi thi công (Bảng 27).

2. Các chỗ bê dày tẩm không đủ phải làm lại.

3. Nếu độ bằng phẳng và độ nhám không đủ thì phải yêu cầu Nhà thầu thi công sửa chữa cho đến khi đạt yêu cầu.

### **I.5.7.10 An toàn lao động và bảo vệ môi trường**

#### **I.5.7.10.1 An toàn lao động (ATLĐ) và bảo vệ môi trường (BVMT) tại trạm trộn bê tông và kho bãi**

- Phải triệt để tuân theo các quy định về phòng hỏa, chống sét, bảo vệ môi trường, an toàn lao động hiện hành của nhà nước và UBND địa phương nếu có.
- Phải bố trí các thiết bị và dụng cụ chữa cháy thông thường như bình bọt, thang, thùng nước dự trữ chữa cháy, câu liềm, thùng cát, chăn mềm thấm nước, khẩu trang phòng độc, bình xịt chữa bỏng, sơ cấp cứu,... tại trạm trộn, tại phòng thí nghiệm hiện trường và văn phòng điều hành ở hiện trường.
- Phải đảm bảo an toàn điện, đường dây, cầu dao điện. Thường xuyên có nhân viên chuyên môn kiểm tra an toàn điện và đường dây, đặc biệt chú ý về mùa mưa bão.
- Trạm trộn phải được bố trí ở cuối hướng gió thịnh hành, cách đủ xa khu dân cư. Bộ phận hút bụi tại trạm trộn phải làm việc tốt.
- Khi dọn sạch bê tông dính bám vào thành thùng trộn ở trạm trộn phải mở hệ thống camera giám sát, tắt nguồn điện vào máy phát điện chính, bật đèn đỏ cảnh báo tại cầu dao điện. Nếu trạm trộn không có hệ thống camera giám sát thì việc dọn sạch này phải được thực hiện với hai công nhân: một người dọn, một người trực tại buồng điều khiển vận hành trạm trộn.
- Nước sử dụng rửa đá, cát sỏi phải được thu gom và xử lý chống ô nhiễm (theo tiêu chuẩn hiện hành) trước khi đổ ra hệ thống thoát nước.
- Kho tàng có chứa chất dễ cháy, chất độc hại, kho xi măng và bãi tập kết xe máy phải được bố trí đủ xa nơi ở và nơi vận hành trạm trộn, cân bố trí hệ thống cấp nước và thoát nước hợp lý.
- Nên bố trí văn phòng điều hành và lán trại cho công nhân ở đầu hướng gió thịnh hành. Tại khu vực ở và làm việc bố trí nhà vệ sinh sạch sẽ, thoáng khí và đủ xa nơi ở.

#### **I.5.7.10.2 An toàn lao động và bảo vệ môi trường tại hiện trường thi công**

- Trước khi thi công phải bố trí biển báo “công trường” biển báo hạn chế tốc độ và biển báo hướng dẫn giao thông ở 2 phía đầu đoạn thi công. Tại 2 đầu đoạn đường thi công phải bố trí người có trách nhiệm đeo băng đỏ, cầm cờ đỏ để điều khiển và điều chỉnh hướng dẫn giao thông qua lại, đặc biệt ở các đường mở rộng, nâng cấp vừa thi công vừa đảm bảo giao thông. Các chỗ để máy rải BTXM khi ngừng thi công phải có cảnh báo từ xa 200 m và có chỉ dẫn phân luồng cho các phương tiện giao thông phòng tránh.
- Phải bố trí rào chắn khu vực thi công, đảm bảo mặt bằng thi công đồng thời đảm bảo an toàn cho người và phương tiện qua lại. Cấm những người không có nhiệm vụ trèo lên xe, máy thi công. Ban đêm phải bố trí đèn thấp đủ sáng khu vực thi công hoặc đèn nháy báo hiệu chú ý đi chậm lại.
- Trong quá trình thi công, cấm những người điều khiển xe, máy rời khỏi buồng điều khiển.
- Toàn bộ đất đá và vật liệu bê tông phế thải phát sinh trong quá trình thi công phải được di rời ra khỏi phạm vi công trường và tích chứa có điều kiện tại các khu vực quy định đã được quy hoạch và thảo thuận với các cấp, các ngành có liên quan.

- Phải có biện pháp chống bụi trong quá trình thi công và giảm thiểu tiếng ồn do máy móc, thiết bị thi công gây ra cho dân cư xung quanh.
- Thường xuyên kiểm tra công tác duy tu, bảo dưỡng hệ thống đường công vụ, bảo đảm điều kiện an toàn và thuận lợi cho mọi người và phương tiện đi lại đặc biệt thi công vào mùa mưa bão.
- Phải chủ động làm tạm các đoạn đường vượt nổi bằng đất hoặc đất đá dăm tại các vị trí đầu các vệt rải đã cho phép thông xe để tạo hiện trường cho thi công vệt bên cạnh, để người và phương tiện đi lại an toàn.
- Công nhân phục vụ theo máy rải BTXM phải có ủng, găng tay, khẩu trang, quần áo lao động phù hợp với công việc được giao.
- Trước mỗi ca làm việc phải kiểm tra tất cả các máy móc và thiết bị thi công, sửa chữa, điều chỉnh để máy hoạt động tốt. Ghi vào sổ trực ban ở hiện trường về hiện trạng và các hư hỏng của máy và báo cho người chỉ đạo thi công ở hiện trường kịp thời.
- Sau khi kết thúc thi công phải thu dọn hiện trường sạch sẽ, trả lại vẻ đẹp tự nhiên và giữ gìn môi trường khu vực đã thi công sạch đẹp.
- Nhà thầu phải có trách nhiệm sửa sang lại hoặc làm lại hệ thống đường xá, các công trình công cộng, nhà cửa, bãi đỗ, cột điện,... bị hư hỏng do quá trình xe máy phục vụ thi công gây ra.

#### I.5.8 Chỉ dẫn thi công lớp vữa polyme trên bề mặt BTXM theo Tiêu chuẩn TCCS

##### 12:2026

- a) Vữa nhựa polime có các chỉ tiêu kỹ thuật như quy định tại mục 5.2 của ISSA A143 – 2010;
- b) Vật liệu chế tạo vữa nhựa polime:
  - Nhũ tương nhựa đường: Là loại nhũ tương nhựa đường polime phân tách sớm gốc axit CQS-1hP có các chỉ tiêu thỏa mãn yêu cầu quy định tại mục 4.1 của ISSA A143 – 2010;
  - Cốt liệu: Cốt liệu dùng cho hỗn hợp vữa nhựa polime là loại đá nghiền có nguồn gốc từ đá granite, xỉ lò cao, đá vôi, đá bazan, các loại đá chất lượng cao khác hoặc kết hợp hai hoặc nhiều các loại đá trên. Cốt liệu đá phải đảm bảo 100% là đá nghiền và không có bất cứ mặt nào trơn nhẵn. Có hai loại cấp phối dùng cho hỗn hợp vữa nhựa polime: Cấp phối loại II và cấp phối loại III. Thành phần cấp phối và các chỉ tiêu cơ lý của cốt liệu quy định tại mục 4.2 của ISSA A143 – 2010;
  - Bột khoáng, nước và phụ gia: Theo quy định tại mục 4.3, 4.4, 4.5 của ISSA A143 – 2010;
- c) Lượng vữa nhựa polime sử dụng làm lớp phủ mặt khi sửa chữa bề mặt mặt đường bê tông xi măng quy định tại Bảng 4 (tùy thuộc loại cấp phối sử dụng và tình trạng mặt đường):

Bảng 4 – Liều lượng sử dụng của hỗn hợp vữa nhựa polime

Stt	Chỉ tiêu	Quy định	
		Loại II	Loại III
1	Lượng sử dụng của hỗn hợp vữa nhựa polime ở trạng thái khô, (kg/m <sup>2</sup> )	5,4 – 10,8	8,1 – 16,3
2	Hàm lượng chất kết dính (% cốt liệu ở trạng thái khô)	5,5 – 10,5	5.5 – 10,5

Dự án chọn lượng vữa nhựa theo Loại III.

d) Thiết kế, thí nghiệm và thi công lớp phủ mặt bằng vữa nhựa polime phải tuân thủ theo các chỉ dẫn ở ASTM D 6372, trong đó chú ý các trình tự sau:

- Làm sạch và khô mặt đường bê tông xi măng cũ thật kỹ;
- Tưới nhũ tương dính bám (nếu cần) với tỷ lệ  $0,3 \div 0,5$  L/m<sup>2</sup>;
- Dùng máy rải hỗn hợp vữa nhựa polime chuyên dùng để trộn và rải thành lớp theo đúng thành phần thiết kế;
- Chú ý: không nên rải vữa nhựa khi nhiệt độ không khí dưới 10oC.
- Chờ đến khi vữa nhựa đông cứng (thường sau khoảng 02 giờ hoặc ngắn hơn) mới cho xe thông qua; lúc mới thông xe cần có người điều khiển xe chạy chậm (tốc độ không quá 20 km/h), không cho dừng xe, quay đầu, phân bố đều trên phạm vi sửa chữa.

### **I.5.9 Hệ thống an toàn giao thông:**

#### **I.5.9.1 Biển báo hiệu đường bộ:**

##### **I.5.9.1.1 Mô tả:**

- Chỉ dẫn này đưa ra các quy định cho việc cung cấp, lắp đặt các biển báo hiệu đường bộ (sau đây gọi tắt là biển báo) đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật được chỉ ra trong bản vẽ thiết kế hoặc theo yêu cầu của Tư vấn giám sát.
- Các biển báo phải tuân thủ tiêu chuẩn về hệ thống ký hiệu được áp dụng trong “Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về báo hiệu đường bộ QCVN 41:2019/BGTVT” và các chi tiết được chỉ ra trên bản vẽ thiết kế. Các loại biển báo bao gồm:
  - (a) Biển báo cấm;
  - (b) Biển báo nguy hiểm;
  - (c) Biển hiệu lệnh;
  - (d) Biển chỉ dẫn;
  - (e) Biển chỉ hướng.
- Cơ bản, các loại biển báo đều có quy cách quy định trong “Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về báo hiệu đường bộ QCVN 41:2024/BGTVT”. Tuy nhiên, tùy theo thiết kế cụ thể sẽ có thêm các loại biển báo phi tiêu chuẩn, với quy cách được thể hiện trong hồ sơ thiết kế.

##### **I.5.9.1.2 Yêu cầu thi công:**

###### **a. Đào móng cột biển báo:**

- Hồ móng của cột biển báo được đào tới độ sâu yêu cầu của đáy móng như chỉ ra trên bản vẽ thiết kế hoặc theo chỉ dẫn của Tư vấn giám sát.
- Sau khi đổ móng cột phải san lấp lại và đầm chặt bằng vật liệu thích hợp với bề dày từng lớp không được lớn hơn 150mm.

###### **b. Dựng cột biển báo:**

- Cột biển báo phải được dựng trong khung móng trước khi đổ bê tông. Thân cột được giữ thẳng đứng bằng các thanh giằng để tránh bị dịch chuyển trong quá trình đổ và đầm nén bê tông. Với loại cột mà được liên kết với móng cột bằng bu lông, đai ốc thì mặt bích của cột và của móng phải được sản xuất, lắp đặt sao cho tiếp xúc khít với nhau, các bu lông đai ốc phải được bắt chặt và đảm bảo giữ cột đứng thẳng và vững chắc.

###### **c. Lắp đặt biển báo:**

- Các biển báo phải được lắp đặt tuân thủ các chi tiết thiết kế. Những biển báo bị sứt mẻ, cong vênh sẽ được thay thế bằng kính phí của Nhà thầu.
- Phần bên ngoài của các chi tiết liên kết như đỉnh tán, mũ bu lông đai ốc phải được sơn phủ bằng sơn để chúng cùng màu với màu nền của biển.

#### **I.5.9.1.3 Vật liệu:**

##### **a. Biển báo:**

- Vật liệu sử dụng phải đúng chủng loại, đạt các yêu cầu chất lượng, qui định của hồ sơ thiết kế và các qui định hiện hành. Khi vận chuyển đến công trường phải xuất trình phiếu xác định chất lượng của nhà máy sản xuất.
- Sơn đường là loại sơn dẻo nhiệt phản quang, các chỉ tiêu chất lượng bột sơn: hạt phản quang, keo lót thỏa mãn yêu cầu qui định của thiết kế và qui trình TCVN8791-2018.
- Tất cả các loại biển báo hiệu đường bộ phải được dán màng phản quang theo TCVN 7887:2018 Màng phản quang dùng cho báo hiệu đường bộ để thấy rõ cả ban ngày và ban đêm.

##### **b. Cột biển báo:**

- Cột biển báo trên đường phải được làm bằng thép tròn, mạ kẽm nóng, tuân thủ các yêu cầu của ASTM A120 và có thước đúng với bản vẽ thiết kế. Các đầu hở của cột phải được bịt lại để tránh nước mưa lọt vào.

##### **c. Các chi tiết khác:**

- Bu lông, đai ốc, vòng đệm và các bộ phận bằng kim loại khác phải được gia công tráng kẽm nóng sau khi sản xuất tuân thủ các yêu cầu của AASHTO M111.

##### **d. Khối bê tông móng:**

- Bê tông móng phải là loại bê tông như được chỉ định trên các bản vẽ, đáp ứng các yêu cầu của phần Quy định thi công - nghiệm thu phần “Bê tông và các kết cấu bê tông”.

#### **I.5.9.1.4 Xác định khối lượng và thanh toán:**

##### **a. Xác định khối lượng:**

- Khối lượng biển báo được tính là số lượng biển báo đã thi công và nghiệm thu theo đúng bản vẽ thiết kế và yêu cầu kỹ thuật, bao gồm cả đào hố móng, móng cột, đắp trả, cột đỡ, tấm hợp kim nhôm, màng phản quang và các phụ kiện cần thiết khác.

##### **b. Thanh toán:**

- Việc xác định khối lượng và thanh toán phải phù hợp với cơ cấu của bảng giá trong hợp đồng giữa Chủ đầu tư và Nhà thầu thi công.
- Chỉ tiến hành đo đạc, xác định khối lượng để nghiệm thu đối với các hạng mục công việc có trong hồ sơ Thiết kế bản vẽ thi công được duyệt (trừ trường hợp các khối lượng phát sinh được chấp thuận của Chủ đầu tư).
- Thanh toán: Căn cứ trên khối lượng thực tế thi công đã được nghiệm thu. Khối lượng này phải phù hợp với khối lượng trong Bản vẽ thi công đã được duyệt & khối lượng trong Tiên lượng mời thầu. Thanh toán theo đơn giá trúng thầu đã được duyệt và căn cứ vào Hợp đồng giữa Chủ đầu tư với Nhà thầu thi công.
- Khối lượng phát sinh được xử lý theo các qui định hiện hành.

#### **I.5.9.2 Sơn kẻ mặt đường phản quang:**

##### **I.5.9.2.1 Mô tả:**

- Phần Quy định và Chỉ dẫn kỹ thuật này đưa ra các yêu cầu và quy trình đối với việc thi công sơn kẻ đường theo đúng bản vẽ thiết kế hoặc theo chỉ định của Tư vấn giám sát.

- Công tác sơn kẻ mặt đường phải tuân thủ yêu cầu tiêu chuẩn kỹ thuật này và Tiêu chuẩn TCVN 8791:2018.

**1.5.9.2.2 Yêu cầu vật liệu:**

- Vật liệu sơn kẻ đường là vật liệu sơn dẻo nhiệt màu vàng hoặc màu trắng, là tổ hợp của bột màu, chất độn, chất tạo màng, phụ gia (nếu có) và các hạt thủy tinh phản quang hình cầu. Bột màu, hạt bi thủy tinh và chất độn cần được trộn đều với chất tạo màng.

*b. Sơn nhiệt dẻo:*

- Vật liệu kẻ đường dẻo nhiệt sử dụng làm vạch kẻ đường có các thành phần thỏa mãn yêu cầu sau:

Thành phần	Hàm lượng (% theo khối lượng)	Phương pháp thử
Chất tạo màng	≥ 18	Mục 8.2 trong TCVN 8791:2018
Hạt thủy tinh	≥ 20 (*)	Mục 8.3 trong TCVN 8791:2018
CaCO <sub>3</sub> , bột màu và chất độn trợ, trong đó Dioxit titan (chỉ áp dụng đối với sơn màu trắng)	≤ 40 ≥ 6	ASTM D1394-76 hoặc tiêu chuẩn tương đương.

(\*) Duy trì tối thiểu 20% khối lượng hạt thủy tinh trong sơn vạch đường dẻo nhiệt, chưa tính đến trường hợp sử dụng thêm các hạt thủy tinh (tối thiểu 10%) phủ thêm trên bề mặt vạch sơn phản quang để tạo phản quang tức thời.

- Vật liệu kẻ đường nhiệt dẻo sử dụng làm gờ giảm tốc có các thành phần thỏa mãn yêu cầu:

Thành phần	Hàm lượng (% theo khối lượng)		Phương pháp thử
	Sơn trắng	Sơn vàng	
Chất tạo màng	≥ 18	≥ 18	Mục 8.2 trong TCVN 8791:2011
Hạt thủy tinh	30 ÷ 40 (*)	30 ÷ 40 (*)	Mục 8.3 trong TCVN 8791:2011
Dioxit titan	≥ 10		ASTM D1394-76
Bột tạo màu	-	(**)	
CaCO <sub>3</sub> , bột màu và chất độn trợ	≤ 42	(**)	

(\*) Duy trì tối thiểu 30 ÷ 40 % khối lượng hạt thủy tinh trong sơn vạch đường nhiệt dẻo làm gờ giảm tốc, chưa tính đến trường hợp sử dụng thêm các hạt thủy tinh (tối thiểu 10%) phủ thêm trên bề mặt vạch sơn phản quang để tạo phản quang tức thời.  
(\*\*) Hàm lượng bột màu vàng, CaCO<sub>3</sub> và các chất độn trợ cần bảo đảm đáp ứng các yêu cầu trong quy định này.

- Sơn vạch đường nhiệt dẻo sử dụng làm vạch kẻ đường cần thỏa mãn các chỉ tiêu sau:

Thành phần	Yêu cầu kỹ thuật	Phương pháp thử
Màu sắc	Y35	
Màu trắng	Y12 hoặc Y14, hoặc các màu trung	ASTM D6628-03
Màu vàng	gian giữa Y12 hoặc Y14	
Thời gian khô (với độ dày vạch kẻ 2mm), Nhiệt độ không khí 32 <sup>0</sup> C ± 2 <sup>0</sup> C	≤ 2 phút	TCVN 2096:2015
Độ phát sáng:		Mục 8.4 trong TCVN 8791:2018
Sơn màu trắng	≥ 70%	
Sơn màu vàng	≥ 50%	

**CHỈ DẪN KỸ THUẬT THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU**

Dự án: Sửa chữa hư hỏng nền mặt đường, hoàn thiện hệ thống ATGT theo QCVN 41:2024 đoạn Km20+000 đến Km24+400, Quốc lộ 51

Thành phần	Yêu cầu kỹ thuật	Phương pháp thử
Độ bền nhiệt: Sơn màu trắng Sơn màu vàng	$\geq 70\%$ $\geq 45\%$	Mục 8.5 trong TCVN 8791:2018
Nhiệt độ hóa mềm	$\geq 85^{\circ}\text{C}$	Mục 8.13 trong TCVN 8791:2018
Độ mài mòn	$\leq 0,4\text{g}$ sau 500 vòng quay	Mục 8.6 trong TCVN 8791:2018
Độ kháng chảy	$\leq 10\%$ ở $40^{\circ}\text{C}$	Mục 8.7 trong TCVN 8791:2018
Khối lượng riêng	$\pm 0,05\text{g/ml}$ so với giá trị khối lượng riêng của sơn do nhà sản xuất quy định	Mục 8.8 trong TCVN 8791:2018
Độ dính bám	180 psi (1,24MPa)	ASTM D4541
Thời gian bảo quản 1 năm	Không vón cục	

- Sơn vạch đường nhiệt dẻo sử dụng làm gờ giảm tốc cần thỏa mãn các chỉ tiêu sau:

Thành phần	Yêu cầu kỹ thuật	Phương pháp thử
Màu sắc Màu trắng Màu vàng	Y35 Y12 hoặc Y14, hoặc màu trung gian giữa Y12 và Y14	ASTM D6628-03
Thời gian khô (với độ dày vạch kẻ 2mm) Nhiệt độ không khí $10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ Nhiệt độ không khí $32^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	$\leq 2$ phút $\leq 10$ phút	TCVN 2096:2015
Độ phát sáng: Sơn màu trắng Sơn màu vàng	$\geq 75\%$ $\geq 45\%$	Mục 8.4 trong TCVN 8791:2018
Khả năng chống nứt ở nhiệt độ thấp Sau thời gian gia nhiệt 240 phút $\pm 5$ phút ở $218^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , sơn lên khối bê tông và làm nguội đến $9,4^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$	Không bị nứt	AASHTO T250-05 (section 12)
Nhiệt độ hóa mềm	$102,5^{\circ}\text{C} \pm 9,5^{\circ}\text{C}$	Mục 8.13 trong TCVN 8791:2018
Độ kháng chảy: Sau thời gian gia nhiệt 240 phút $\pm 5$ phút ở $218^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	$\leq 10\%$ ở $40^{\circ}\text{C}$	AASHTO T250-05 (section 17)
Độ bền va đập	$\geq 1,13$ J	AASHTO T250-05 (section 14)
Chỉ số hóa vàng cầu sơn màu trắng	$\leq 0,12$	AASHTO T250-05 (section 8)
Khối lượng riêng	$\pm 0,05\text{g/ml}$ so với giá trị khối lượng riêng của sơn do nhà sản xuất quy định	Mục 8.8 trong TCVN 8791:2018 hoặc AASHTO T250-05 (section 6)
Độ dính bám	180 psi (1,24MPa)	ASTM D4541
Thời gian bảo quản 1 năm	Không vón cục	

*c. Hạt thủy tinh*

- Loại trộn lẫn trong sơn:

- + Hạt thủy tinh trộn lẫn trong sơn phải phù hợp với tiêu chuẩn AASTO M247 (loại I) hoặc BS 6088:1981 (loại A).
- + Loại rắc lên bề mặt

- + Hạt thủy tinh rắc lên bề mặt vạch kẻ đường phải phù hợp với tiêu chuẩn AASTO M247 (loại 2) hoặc BS 6088:1981 (loại B).
- + Riêng đối với gờ giảm tốc, để tăng độ bền va đập cho vạch kẻ đường, dung thêm hạt thủy tinh loại C theo BS 6088:1981.

#### **1.5.9.2.3 Yêu cầu thi công:**

##### **a. Chuẩn bị**

Trước khi thực hiện công tác sơn kẻ đường, Nhà thầu phải đệ trình lên Tư vấn giám sát hồ sơ tổ chức thi công, trong đó thể hiện rõ:

- Thời gian thi công dự kiến và phân đoạn thi công tương ứng, thể hiện đến từng ngày.
- Điều kiện nhân sự và thiết bị huy động.
- Biện pháp thi công, bảo dưỡng;
- Biện pháp bảo đảm an toàn giao thông và lưu thông trên tuyến.
- Sau khi được Tư vấn giám sát xem xét chấp thuận, Nhà thầu phải tiến hành các công tác chuẩn bị sau:
  - Tổ chức phân làn giao thông, lắp đặt các thiết bị bảo đảm an toàn giao thông tạm thời.
    - + Làm sạch mặt đường. Tùy theo tình trạng mặt đường, có thể sử dụng một hoặc kết hợp các biện pháp để làm sạch mặt đường trước khi sơn như: Làm sạch bằng phương pháp cơ học, làm sạch mặt đường bằng phương pháp thổi khí, làm sạch mặt đường bằng phương pháp hút bụi hay làm sạch mặt đường bằng phương pháp sử dụng chổi quét.
    - + Bề mặt trước khi thi công phải được làm sạch, tất cả các chất lạ phải loại bỏ trên bề mặt khu vực thi công. Những vạch cũ còn lại phải được cạo bỏ trước, bề mặt đường không được lẫn dầu, mỡ, hơi ẩm, nhiệt độ phải  $\geq 15^{\circ}\text{C}$ .
    - + Riêng với mặt đường bê tông xi măng, đầu tiên phải phủ một lớp nhựa lót để tăng cường độ dính bám của vạch sơn kẻ đường. Với mặt đường bê tông nhựa, đặc biệt với các mặt đường đã thi công sau 6 tháng cũng phải sử dụng lớp nhựa lót này để đảm bảo độ dính bám của vạch sơn với mặt đường.
    - + Che phủ các kết cấu trên đường để chúng khỏi bị các vật liệu sơn làm bẩn.
    - + Chuẩn bị thiết bị, nhân công và vật liệu sơn kẻ đường cần thiết để hoàn tất công việc.
    - + Không được phép tiến hành sơn khi trời mưa, thời tiết ẩm ướt, sương mù hoặc khi Tư vấn giám sát xác định thấy có các điều kiện bất lợi cho công việc. Không được tiến hành sơn trên các bề mặt mặt đường ẩm ướt hoặc trên các mặt đường đã hấp thụ nhiệt vì có thể làm phồng rộp hoặc bong tróc các lớp sơn.

##### **b. Thi công sơn**

- Tất cả các loại sơn phải được nấu trên công trường tuân thủ các chỉ dẫn của nhà sản xuất trước khi tiến hành sơn để bảo đảm có được màu sơn đồng đều. Đặc biệt lưu ý sơn phải được đun nóng trong thiết bị gia nhiệt khuấy liên tục để tránh không bị vón cục và được kiểm soát nhiệt độ chính xác để tránh hiện tượng sơn bị quá nhiệt độ cho phép.
- Chỉ được tiến hành sơn kẻ đường sau khi ý kiến của Tư vấn giám sát chấp thuận rằng bề mặt được sơn đã đủ độ ổn định yêu cầu, khô ráo, sạch.
- Kích thước và vị trí của các vạch kẻ đường phải được xác định và đánh dấu chính xác trước khi tiến hành sơn.

- Vạch tim đường, vạch phân làn, vạch mép đường và vạch kẻ cho người đi bộ phải được sơn bằng thiết bị máy tự động.
- Tại những nơi không thể sơn bằng máy, Tư vấn giám sát có thể cho phép thi công thủ công, theo hình dạng đã đánh dấu trước.
- Các hạt thủy tinh được rắc lên trên bề mặt vạch sơn bằng máy ngay sau khi sơn với mật độ tối thiểu 375g/m<sup>2</sup>.
- Sau 15 phút kể từ khi thi công, vạch kẻ đường phải chịu được dòng giao thông qua lại. Có thể làm nguội vạch kẻ đường bằng cách phun nước hoặc các biện pháp thích hợp khác nhưng phải đảm bảo để cho vạch kẻ đường không bị hỏng.
- Tất cả các vạch sơn kẻ phải được bảo vệ, không cho các phương tiện giao thông đi lên trên cho đến khi lớp sơn đủ khô và bám chắc vào mặt đường.

**1.5.9.2.4 Kiểm tra và nghiệm thu:**

Để kiểm soát chất lượng thi công, cần kiểm tra các chỉ tiêu sau với tần suất kiểm tra 1h/lần:

- Điều kiện môi trường: Nhiệt độ, độ ẩm.
- Bề mặt đường: Độ sạch, nhiệt độ bề mặt.
- Nhiệt độ của vật liệu trước khi thi công.
- Áp lực phun hạt thủy tinh.
- Chiều dày, chiều rộng màng sơn.
- Vạch sơn sau khi thi công phải kiểm tra với tần suất 200 mđài/ điểm. Kết quả thí nghiệm là giá trị trung bình của tối thiểu 3 lần đo:

Tên chỉ tiêu	Yêu cầu	Phương pháp thử
Ngoại quan của vạch kẻ	Không phồng rộp, không khuyết tật, không vết xước	Bảng mắt thường
Chiều dày vạch sơn	Theo thiết kế	Dụng cụ đo chiều dày ISO 2808 (hoặc thước đo)
Chiều rộng vạch sơn	+10%, -5% so với thiết kế	Thước đo
Độ phản quang Sơn màu trắng Sơn màu vàng	-	Mục 8.10 trong TCVN 8791:2018
Độ phát sáng Sơn màu trắng Sơn màu vàng	-	Mục 8.4 trong TCVN 8791:2018
Độ chống trượt	>50 BPN	Mục 8.9 trong TCVN 8791:2018
Độ dính bám	-	ASTM D4541

**1.5.9.2.5 Sửa chữa các hư hỏng:**

- Những đoạn vạch sơn không đúng qui cách, sai kích thước và vị trí hoặc có độ phản quang không đồng đều sẽ phải được tẩy bỏ và thi công lại bằng kinh phí của nhà thầu mà không được thanh toán thêm.

**1.5.9.2.6 Xác định khối lượng và thanh toán:**

a. đo đạc:

- Khối lượng các dấu hiệu mặt đường được đo đạc theo kích thước ghi trên bản vẽ, theo diện tích đã sơn hoặc dùng dấu hiệu bằng dẻo nhiệt theo chiều rộng quy định hoặc diện tích cho các dấu hiệu chữ, kẻ, gạch chéo như vậy đã nêu trên bản vẽ mà đã hoàn thành và đã được chấp nhận.

*b. Xác định khối lượng thanh toán:*

- Việc xác định khối lượng thanh toán được tính theo đơn giá của hợp đồng và được đưa vào biểu xác nhận khối lượng thanh toán.
- Không phân biệt các dấu hiệu riêng rẽ.
- Giá cả thanh toán phải bao gồm đầy đủ đối với việc cung cấp và lắp đặt các vật liệu, lấy mẫu, đóng gói, công tác chuẩn bị cho lớp mặt, nhân lực, thiết bị, dụng cụ và các việc phụ cần thiết khác để hoàn thành hạng mục này.

*c. Khoản mục thanh toán:*

- Việc xác định khối lượng và thanh toán phải phù hợp với cơ cấu của bảng giá trong hợp đồng giữa Chủ đầu tư và Nhà thầu thi công.
  - Chỉ tiến hành đo đạc, xác định khối lượng để nghiệm thu đối với các hạng mục công việc có trong hồ sơ Thiết kế bản vẽ thi công được duyệt (trừ trường hợp các khối lượng phát sinh được chấp thuận của Chủ đầu tư).
  - Thanh toán: Căn cứ trên khối lượng thực tế thi công đã được nghiệm thu. Khối lượng này phải phù hợp với khối lượng trong Bản vẽ thi công đã được duyệt & khối lượng trong Tiên lượng mời thầu. Thanh toán theo đơn giá trúng thầu đã được duyệt và căn cứ vào Hợp đồng giữa Chủ đầu tư với Nhà thầu thi công.
  - Khối lượng phát sinh được xử lý theo các Quy định hiện hành.
-