

GS.TS. PHẠM DUY HỮU (Chủ biên)
PGS.TS. VŨ ĐỨC CHÍNH – TS. ĐÀO VĂN ĐÔNG
THS. NGUYỄN THANH SANG

BÊ TÔNG ASPHALT



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI



Viện khoa học và công nghệ xây dựng giao thông
Trường đại học GTVT
Huuphamduy@gmail.com

LỜI NÓI ĐẦU

Bê tông asphalt và các vật liệu hỗn hợp khoáng-bitum khác là vật liệu chính để xây dựng mặt đường ô tô và sân bay, đường sắt và các công trình thủy lợi.

Nội dung của giáo trình trình bày về các nguyên lý, vật liệu chế tạo, các tính chất vật lý và cơ học, phương pháp thiết kế thành phần, công nghệ chế tạo bê tông asphalt.

Giáo trình bao gồm 12 chương được phân công biên soạn như sau:

Chủ biên: Chương 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9–GS. TS. Phạm Duy Hữu

Chương 7, 8–PGS.TS. Vũ Đức Chính

Chương 7, 11, 12–TS. Đào Văn Đông

Chương 9, 10–ThS. Nguyễn Thanh Sang

Giáo trình là tài liệu học tập cho sinh viên chuyên ngành vật liệu và công nghệ xây dựng, sinh viên ngành xây dựng công trình giao thông của Trường Đại học Giao thông Vận tải. Giáo trình còn là tài liệu tham khảo cho các kỹ sư xây dựng giao thông và xây dựng dân dụng, các học viên cao học, nghiên cứu sinh và các độc giả cần quan tâm.

Trong quá trình biên soạn chúng tôi đã nhận được ý kiến đóng góp của các đồng nghiệp, các nhà khoa học kỹ thuật thuộc Bộ GTVT, Bộ Xây dựng và các trường Đại học trong và ngoài nước. Chúng tôi đã nhận được các tài liệu quý báu của trường Xây dựng đường và ô tô của Nga và các tài liệu của công ty Shell Anh Quốc.

Chúng tôi rất cảm ơn và mong nhận được ý kiến đóng góp của bạn đọc cho cuốn sách được hoàn thiện hơn.

Các tác giả

CÁC TỪ KHÓA

Phạm Duy Hữu, Bê tông asphalt, bitum, vật liệu khoáng, bê tông rải nguội, độ bền Marshall, cấu trúc của bê tông asphalt, hỗn hợp vật liệu khoáng - bitum, SMA.

Chương 1

KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI BÊ TÔNG ASPHALT

1.1. KHÁI NIỆM

Bê tông asphalt là vật liệu khoáng-bitum xây dựng đường, nhận được khi làm đặc hỗn hợp bê tông asphalt. Hỗn hợp bê tông asphalt bao gồm đá dăm (hoặc sỏi), cát, bột khoáng, bitum dầu mỏ, phụ gia. Hỗn hợp được thiết kế hợp lý và gia nhiệt từ 120–160⁰C. Thành phần của bê tông asphalt theo khối lượng thông thường như sau: đá dăm: 20–65%; cát: 30–66%; bột khoáng: 4–14%; bitum: 5–7%; và phụ gia tùy theo kết quả thí nghiệm.

Trên cơ sở chất kết dính hữu cơ (bitum, guđrông, nhũ tương) trong xây dựng đường thường dùng các vật liệu hỗn hợp khoáng và chất kết dính hữu cơ. Phổ biến nhất và có chất lượng cao nhất từ vật liệu khoáng-bitum là bê tông asphalt. Bê tông asphalt là sản phẩm nhận được khi làm đặc và rắn chắc hỗn hợp asphalt-bê tông.

Hỗn hợp bê tông asphalt bao gồm: đá dăm, cát, bột khoáng và bitum được lựa chọn thành phần hợp lý, nhào trộn và gia công thành một hỗn hợp đồng nhất. Cốt liệu lớn làm tăng khối lượng hỗn hợp, làm giảm giá thành của bê tông asphalt và tăng cường độ và độ ổn định. Cốt liệu nhỏ khi trộn với bitum tạo thành vữa asphalt làm tăng tính dẻo của hỗn hợp, ảnh hưởng đến khả năng làm việc và phạm vi ứng dụng của bê tông asphalt. Bột khoáng làm thay đổi tỷ lệ cốt liệu nhỏ làm hỗn hợp đặc hơn và tăng tỷ lệ bề mặt của các cốt liệu, nó kết hợp với bitum tạo nên chất kết dính mới bao bọc và bôi trơn bề mặt cốt liệu. Chất lượng của bê tông asphalt phụ thuộc vào nguồn gốc của cốt liệu, bột khoáng và độ quán/ nhớt của bitum.

Bê tông asphalt là tốt nhất so với các hỗn hợp vật liệu khoáng-bitum khác ở chỗ nó có độ đặc, cường độ, độ ổn định và độ bền cao do sự tham gia của bột khoáng trong thành phần.

Bê tông asphalt được sử dụng làm lớp phủ mặt đường có lượng giao thông cao như đường cao tốc, đường thành phố và sân bay.

Bê tông asphalt đòi hỏi kết cấu phía dưới có độ cứng cao để đảm bảo không bị nứt gãy trong quá trình khai thác. Đồng thời việc cải tiến độ nhám để đảm bảo cho xe chạy với tốc độ cao là vấn đề còn đang tiếp tục nghiên cứu.

Cường độ và độ ổn định của bê tông asphalt được hình thành nhờ sự liên kết giữa cốt liệu với bột khoáng và bitum. Thành phần của bê tông asphalt có thể được thiết kế

theo tiêu chuẩn Việt Nam và tiêu chuẩn của Viện Asphalt Hoa Kỳ. Thành phần hỗn hợp vật liệu khoáng theo các tiêu chuẩn này về căn bản là giống nhau. Tuy nhiên, vấn đề lượng bitum tối ưu còn có những điểm chưa thống nhất.

Các tính chất của bê tông asphalt phụ thuộc vào nhiệt độ thi công và nhiệt độ khai thác. Theo các tài liệu quốc tế thì bê tông asphalt có thể khai thác ở nhiệt độ từ -50°C đến $+60^{\circ}\text{C}$. Các giải pháp để tăng cường độ ổn định nhiệt của bê tông asphalt cần đặc biệt lưu ý khi sử dụng bê tông asphalt trong điều kiện khí hậu nhiệt đới. Trong quá trình khai thác bê tông asphalt chịu ảnh hưởng của các yếu tố nhiệt độ và thời tiết nên nó bị già đi, nứt nẻ, bị mài mòn và biến dạng làm giảm tuổi thọ khai thác của bê tông asphalt. Tuổi thọ trung bình của các lớp phủ mặt đường bằng bê tông asphalt khoảng 10 đến 15 năm. Trong điều kiện thiết kế, thi công, bảo dưỡng và khai thác hợp lý thì tuổi thọ tối đa có thể đạt đến 20 năm.

Yêu cầu về thành phần hỗn hợp, tính chất của bê tông asphalt và phương pháp thiết kế thành phần đã được ghi rõ trong tiêu chuẩn TCVN và TCN GTVT. Có thể tham khảo tiêu chuẩn 9128–84 hoặc 2.05.02–85 hoặc 12801–84 của Nga; tiêu chuẩn của Viện Asphalt Hoa Kỳ.

Bê tông asphalt đã được sử dụng để xây dựng khoảng 50% các con đường trên toàn thế giới và khoảng 15% các con đường ở Việt Nam.

Bê tông asphalt còn có thể sử dụng làm vỉa hè, khu vui chơi giải trí, công trình thể thao và các công trình thủy lợi. Bê tông asphalt chủ yếu có màu đen nhưng trong điều kiện yêu cầu cũng có thể chế tạo bê tông asphalt có màu khác.

1. 2. PHÂN LOẠI BÊ TÔNG ASPHALT

Bê tông asphalt là vật liệu khoáng–bitum có chất lượng cao. Ngoài ra còn có các loại hỗn hợp khác như: vật liệu đá nhựa macadam, đá nhựa cấp phối đặc, đá nhựa cường độ cao, đá nhựa hạt mịn (vữa asphalt), hỗn hợp tạo nhám, đá nhựa thấm nước. Sự khác nhau cơ bản giữa hỗn hợp asphalt và đá nhựa là cấp phối của hỗn hợp. Cấp phối cốt liệu trong asphalt thường bao gồm cốt liệu lớn, cốt liệu mịn và bột đá. Trong các hỗn hợp đá nhựa thường ít sử dụng bột đá. Các hỗn hợp tạo nhám và đá nhựa thấm nước thường sử dụng các cấp phối gián đoạn.

Bê tông nhựa còn có thể được chế tạo từ các loại bitum polyme hoặc các loại nhũ tương bitum.

Cường độ của bê tông asphalt thay đổi từ 1–15MPa và phụ thuộc vào nhiệt độ. Bê tông asphalt có thể được phân loại theo các yếu tố sau:

Theo các tiêu chuẩn quốc tế và 22TCN 249–98 của Bộ Giao thông vận tải qui định như sau:

Hỗn hợp bê tông asphalt và bê tông asphalt được phân loại theo các đặc điểm sau:

Theo nhiệt độ thi công: Hỗn hợp bê tông asphalt trong lớp phủ mặt đường được chia ra loại nóng, ấm và nguội. Hỗn hợp nóng được rải và bắt đầu làm đặc khi nhiệt độ không nhỏ hơn 120°C . Hỗn hợp này thường dùng bitum có độ quánh 40/60, 60/70 và 70/100. Hỗn hợp ấm được rải và bắt đầu làm đặc khi nhiệt độ không nhỏ hơn 90°C và

thường dùng bitum lỏng số 1, 2, 3. Hỗn hợp nguội dùng bitum lỏng có độ nhớt 70/130 được rải ở nhiệt độ không khí không nhỏ hơn 5°C và được giữ ở nhiệt độ thường.

Theo độ đặc (hoặc độ rỗng dư): Theo chỉ tiêu độ rỗng dư bê tông asphalt được chia làm 3 loại: loại đặc có độ rỗng 2–5%, loại rỗng có độ rỗng 6–12% và loại rất rỗng có độ rỗng 12–25% theo thể tích.

Theo độ lớn của hạt cốt liệu: Theo đường kính lớn nhất của hạt vật liệu khoáng được chia ra 3 loại: loại lớn ($D_{\max} \leq 40\text{mm}$), loại trung bình ($D_{\max} \leq 20\text{mm}$) và loại nhỏ (hỗn hợp hạt nhỏ và hỗn hợp cát $D_{\max} \leq 5\text{mm}$).

Theo tiêu chuẩn Mỹ bê tông asphalt chia làm 21 loại ký hiệu là số Lamã và có chỉ tiêu phụ là a, b, c, d... Ví dụ Ia,..., IId... Với $D_{\max}$ là 2,5 in, 1,5 in, 1 in, 0,5 in và 3/8 in, $D_{\min}$ là mắt sàng số N°200 (0,075 mm).

Theo hàm lượng giữa đá dăm (hoặc sỏi) và cát: Bê tông asphalt nóng hoặc ẩm, đặc được chia làm 3 loại: loại A nếu tỷ lệ đá dăm–hỗn hợp cốt liệu trong khoảng 50–65%; loại B: 35–50%; loại C: 20–35%; loại D: bê tông asphalt cát thiên nhiên; loại G: bê tông asphalt cát nghiền. Bê tông asphalt nguội được chia làm 2 loại: B_N: 35–50%; C_N: 20–35%. Bê tông asphalt cát rải nguội được ký hiệu: D_N và G_N.

Theo chất lượng của vật liệu và tính chất cơ lý: Bê tông asphalt còn chia ra loại sau:

I, II, và III: Bê tông asphalt đặc và nóng.

I,II: Bê tông asphalt nóng rỗng và rất rỗng.

I,II: Bê tông asphalt nguội.

Về cơ bản cách phân loại bê tông theo các tiêu chuẩn là thống nhất tuy có quy định khác nhau về đơn vị đo kích thước hạt cốt liệu và kí hiệu loại bê tông. Theo tiêu chuẩn Việt Nam và Nga đơn vị đo là mm, tiêu chuẩn Anh, Mỹ là in.

1.3. CÁC YÊU CẦU CHUNG ĐỐI VỚI BÊ TÔNG ASPHALT

Bê tông asphalt là một loại vật liệu đặc biệt với các tính chất thay đổi nhiều theo nhiệt độ của môi trường và theo mùa. Vào mùa hè nhiệt độ bê tông trong lớp phủ mặt đường có thể đạt 50–60°C, cường độ chỉ còn 1–1.5MPa, bê tông asphalt trở nên dẻo và có thể bị chảy. Về mùa đông cường độ đạt từ 10–15MPa, bê tông asphalt trở nên đàn hồi thậm trí có thể giòn.

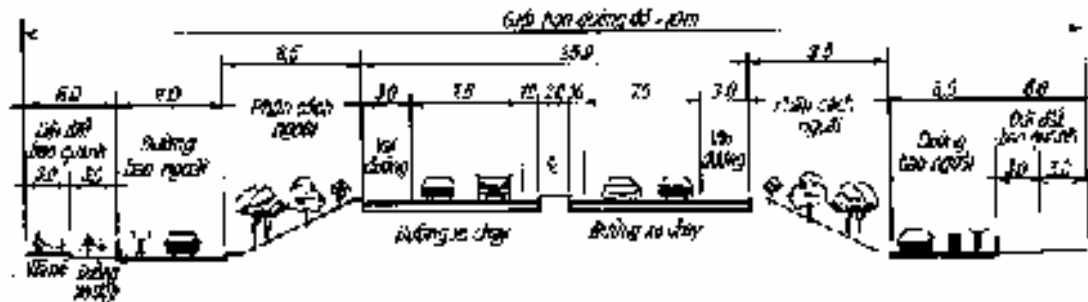
Trong cả năm mức độ tải trọng chuyển động trên mặt đường là không đổi. Như vậy việc thiết kế thành phần bê tông, thiết kế kết cấu mặt đường, thiết kế công nghệ thi công là một bài toán rất là phức tạp để đảm bảo yêu cầu thay đổi trạng thái ứng suất biến dạng trong các điều kiện thay đổi nhiệt độ khác nhau. Bài toán đó được giải quyết bằng cách lựa chọn dạng, kiểu, vật liệu, kết cấu mặt đường hợp lý có xét đến sự phù hợp giữa điều kiện vận tải và khí hậu. Bê tông asphalt cần đảm bảo các yêu cầu về cường độ, độ ổn định, biến dạng ở nhiệt độ cao và chống lại sự phá hoại do nứt ở nhiệt độ thấp. Khi đảm bảo được các yếu tố trên bê tông asphalt có thể đạt tuổi thọ từ 15 đến 20 năm.

1.4. KẾT CẤU MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG ASPHALT

Kết cấu mặt đường ô tô chủ yếu gồm một số lớp: lớp mặt, móng và lớp nền móng. Hình 1.1 mô tả một mặt cắt ngang điển hình của một con đường. Các lớp kết cấu mặt

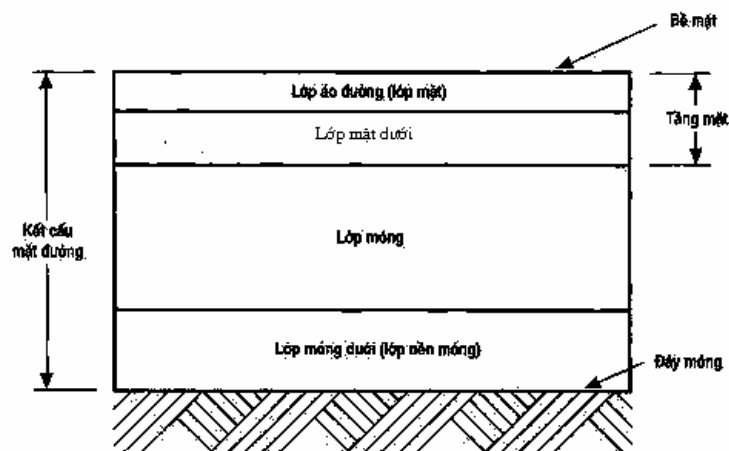
đường bê tông asphalt mô tả hình 1.2. Kết cấu mặt đường có khả năng phân bố hiệu quả tải trọng xe, đảm bảo khả năng chịu tải, tuổi thọ, chi phí đầu tư xây dựng và bảo dưỡng hợp lý. Kết cấu mặt đường được thiết kế để đảm bảo dưới tác dụng của tải trọng xe ứng suất trên mặt đường và nền đường không vượt quá các giới hạn cho phép. Ngày nay tải trọng trục xe thiết kế thường từ 10–13 tấn, trong tương lai có thể đến 15 tấn. Tải trọng của máy bay có thể phát triển đến 25 tấn. Các tác động của môi trường như độ ẩm, lượng mưa, mực nước ngầm, các điều kiện khí hậu cũng ảnh hưởng lớn đến chất lượng mặt đường.

Lớp mặt đường thường bao gồm 2 lớp: lớp trên thường được gọi là lớp áo (lớp mặt). Lớp này thường sử dụng bê tông asphalt đặc hạt nhỏ. Lớp dưới thường sử dụng bê tông asphalt rải nóng hoặc ẩm rỗng và hạt lớn. Lớp trên của mặt đường phải đảm bảo khả năng chống lại biến dạng dưới tác dụng của tải trọng xe, không thấm nước để bảo vệ lớp dưới của mặt đường. Trong những con đường đặc biệt có thể sử dụng các lớp đá bitum rỗng thấm nước hoặc các lớp matit asphalt cứng.



Hình 1.1. Mặt cắt ngang đường ô tô điển hình

Mặt đường bê tông asphalt là loại mặt đường chính trong giao thông đô thị, ngoài đô thị, đường cao tốc và đường nhiều xe chạy.



Hình 1.2.

lớp mặt đường ô tô

Cấu tạo các

Lớp móng là bộ phận kết cấu chính trong kết cấu mặt đường để phân bố tải trọng đảm bảo các lớp dưới không bị quá tải. Đây là lớp chịu lực chính, có khả năng chống lại biến dạng dư và sự nứt gãy do mỏi và ứng suất phát sinh do chênh lệch nhiệt độ. Lớp

móng có thể chia ra làm 2 lớp: lớp móng trên và lớp móng dưới (lớp cấp phối đá dăm tiêu chuẩn). Lớp móng trên thường sử dụng các vật liệu dính kết, lớp móng dưới sử dụng vật liệu có gia cường. Các vật liệu dính kết bao gồm bê tông asphalt có độ rỗng cao, vật liệu khoáng-bitum, các vật liệu đá hoặc nền móng được gia cường bằng chất dính kết vô cơ. Lớp gia cường gồm có đá dăm, cát, vật liệu khoáng từ các đồi hoặc các sản phẩm chất thải công nghiệp. Tầng móng cũng có thể sử dụng các loại bê tông nghèo.

Lớp nền móng của kết cấu mặt đường cơ bản gồm 2 lớp: lớp nền trên thường bằng vật liệu hạt có chất lượng tốt, lớp nền dưới là đất tự nhiên hoặc đất đã được gia cố nhằm tạo lập lớp mặt tốt của nền đường. Đôi khi cũng bổ sung một số lớp: lớp phủ nền có thể bằng đất tự nhiên hoặc cốt liệu hạt thô được gia cố vôi và xi măng. Lớp thoát nước tự do để tạo thành một lớp thoát nước ra khỏi mặt đường bằng độ dốc ngang lớp này có thể dùng cát với tiêu chuẩn kỹ thuật đảm bảo.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Khái niệm và phân loại bê tông asphalt
2. Các yêu cầu chung đối với bê tông asphalt
3. Kết cấu mặt đường bê tông asphalt

Chương 2

CHẤT KẾT DÍNH BITUM

2.1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI BITUM LÀM ĐƯỜNG

2.1.1. KHÁI NIỆM

Những loại vật liệu như bitum, guđrông, nhũ tương, nhựa màu là các chất kết dính hữu cơ. Chúng có thể ở dạng cứng, quánh, lỏng (thành phần chủ yếu là hiđrôcacbon cao phân tử và một số hợp chất khác), có khả năng trộn lẫn và dính kết các vật liệu khoáng, tạo thành vật liệu đá nhân tạo có những tính chất vật lý, cơ học phù hợp để xây dựng đường ô tô và sân bay. Các chất kết dính hữu cơ còn được dùng làm vật liệu lợp, cách nước, chống thấm và bảo vệ các đập nước, các công trình kiến trúc, làm nền, gia cố nền đường sắt, sân thể thao, đường đua ô tô và mô tô. Chất dính kết trong bê tông asphalt thường sử dụng bitum dầu mỏ quánh hoặc lỏng, nhũ tương bitum hoặc bitum polyme.

2.1.2. PHÂN LOẠI

Bitum có các loại sau:

Bitum dầu mỏ–sản phẩm cuối cùng của quá trình chưng cất dầu mỏ, có nhiều ở Mỹ, Nga và Trung Đông.

Bitum đá dầu–sản phẩm khi chưng đá dầu. Đá dầu có thể chứa đến 12% bitum. Bitum đá dầu được sản xuất ở Pháp và Thụy Sĩ.

Bitum thiên nhiên–loại bitum thường gặp trong thiên nhiên ở dạng tinh khiết hay lẫn với các loại đá. Được khai thác tại các mỏ đầu tiên ở Tây Ban Nha.

Nhũ tương bitum: là một loại bitum lỏng bao gồm các hạt bitum phân tán trong môi trường nước và chất nhũ hoá.

Bitum polyme cải tiến: là loại bitum cải tiến có thêm thành phần polyme hữu cơ hoặc các chất polyme tạo màu. Bitum polyme có tính ổn định nhiệt hoặc tạo màu sắc cho công trình. Giá thành của bitum polyme cao nên được sử dụng trong các công trình đường cao cấp, có các yêu cầu đặc biệt.

Bitum rắn và bitum oxi hoá: ở nhiệt độ 20–25°C là một chất rắn có tính giòn và tính đàn hồi, ở nhiệt độ 180–200°C thì có tính chất của một chất lỏng.

Bitum quánh: ở nhiệt độ 20–25°C là một chất mềm, có tính dẻo cao và độ đàn hồi không lớn lắm.

Bitum lỏng: ở nhiệt độ 20–25°C là chất lỏng và có chứa thành phần hiđrôcacbon dễ bay hơi, có khả năng đông đặc lại sau khi thành phần nhẹ bay hơi, và sau đó có tính chất gần với tính chất của bitum quánh.

2.2. THÀNH PHẦN VÀ CẤU TRÚC CỦA BITUM

2.2.1. THÀNH PHẦN CẤU TẠO CỦA BITUM

Bitum dầu mỏ là một hỗn hợp phức tạp của các hợp chất hydrocacbon cao phân tử (metan, naftalen, các loại mạch vòng). Bitum có màu đen, hoà tan được trong benzen (C_6H_6), cloruafooc ($CHCl_3$), disunfuacacbon (CS_2) và một số dung môi hữu cơ khác, các nhóm chức năng có chứa lưu huỳnh, nitơ và nguyên tử ô xy. Bitum cũng chứa một số lượng nhỏ kim loại như niken, sắt, magiê, canxi dưới dạng muối hữu cơ.

Thành phần hoá học của bitum dầu mỏ như sau:

$$\begin{array}{lll} C = 82-88\%; & S = 0-6\%; & N = 0,5-1\%; \\ H = 8-11\%; & O = 0-1,5\%. & \end{array}$$

Dựa trên cơ sở lý thuyết về nhóm hoá học người ta chia bitum dầu mỏ thành 3 nhóm chính (nhóm chất dầu, nhóm chất nhựa, nhóm asphalt) và các nhóm phụ. Nhìn chung, có thể tách thành phần hoá học của bitum thành hai nhóm asphalt và maltel. Nhóm các maltel có thể chia ra thành các chất bão hoà, các chất nhựa, các chất thơm (phân loại theo tiêu chuẩn Anh).

Nhóm chất dầu(thơm) gồm những hợp chất có phân tử lượng thấp (300–600), không màu, khối lượng riêng nhỏ (0,91–0,925). Nhóm chất dầu làm cho bitum có tính lỏng. Nếu hàm lượng của nhóm này tăng lên, tính quánh của bitum giảm. Trong bitum nhóm chất dầu chiếm khoảng 45–60%.

Nhóm chất nhựa gồm những hợp chất có phân tử lượng cao hơn (600–900), khối lượng riêng xấp xỉ bằng 1, màu nâu sẫm. Nó có thể hoà tan trong benzen, etxăng, clorofoc. Nhóm chất nhựa trung tính (tỷ lệ $H/C = 1,6-1,8$) làm cho bitum có tính dẻo. Hàm lượng của nó tăng, độ dẻo của bitum cũng tăng lên. Nhựa axit ($H/C = 1,3-1,4$) làm tăng tính dính bám của bitum vào đá. Hàm lượng của nhóm chất nhựa trong bitum dầu mỏ vào khoảng 15–30%.

Nhóm asphalt rắn, giòn gồm những hợp chất có phân tử lượng lớn (1000–30000), khối lượng riêng 1,10–1,15, có màu nâu sẫm hoặc đen, không bị phân giải khi đốt. Khi ở nhiệt độ lớn hơn $300^{\circ}C$ thì bị phân giải ra khí và cốc, tỷ lệ $H/C = 1,1$.

Asphalt có thể hoà tan trong clorofoc, tetraclorua cacbon (CCl_4), không hoà tan trong ête, dầu hoả và axêton (C_3H_5OH). Tính quánh và sự biến đổi tính chất theo nhiệt độ của bitum phụ thuộc chủ yếu vào nhóm này.

Hàm lượng nhóm asphalt tăng lên thì tính quánh, nhiệt độ hoá mềm của bitum cũng tăng lên. Hàm lượng của nhóm asphalt trong bitum vào khoảng 10–25%.

Nhóm cacben và cacbôit. Tính chất của cacben gần giống như chất asphalt, chỉ khác là không hoà tan trong benzen và trong CCl_4 , hoà tan được trong disunfuacacbon, khối lượng riêng lớn hơn 1.

Cacbôit là một chất rắn dạng muối, không hoà tan trong bất cứ dung môi nào.

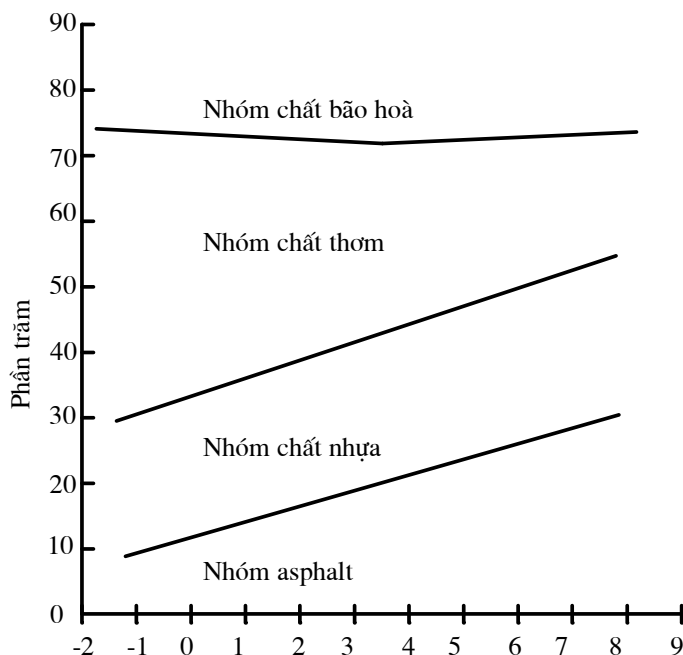
Hàm lượng của các chất này ở trong bitum nhỏ hơn 1,5%, làm bitum kém dẻo.

Nhóm axit asphalt và anhydrit. Nhóm này là những chất nhựa hoá (nhựa axit) mang cực tính (gồm những phân tử có chứa gốc cacboxyn- COOH), nó là thành phần hoạt tính bề mặt lớn nhất của bitum, dễ hoà tan trong rượu cồn, benzen, clorofoc và khó hoà tan trong etxăng. Axit asphalt có khối lượng riêng nhỏ hơn 1, màu nâu sẫm, hàm lượng trong bitum nhỏ hơn 1%. Khi hàm lượng tăng lên, khả năng thấm ướt và cường độ liên kết của bitum với bề mặt vật liệu khoáng dạng cacbonat tăng lên.

Nhóm parafin (các chất no) là những hydrô cacbua béo ở dạng chuỗi thẳng hoặc phân nhánh có phân tử lượng trung bình, bao gồm các chất parafin và không thuộc dạng parafin. Papafin có thể làm giảm khả năng phân tán và hoà tan của asphalt vào trong các nhóm khác, có thể làm giảm tính đồng nhất của bitum. Nếu tỷ lệ parafin tăng lên, nhiệt độ hoá mềm, tính giòn của bitum ở nhiệt độ thấp sẽ tăng lên, bitum hoá lỏng ở nhiệt độ thấp hơn so với bitum không chứa parafin. Tỷ lệ của parafin trong bitum dầu mỏ đến 5%.

Tính chất của bitum phụ thuộc vào thành phần và tính chất của hỗn hợp các nhóm cấu tạo hoá học. Dựa vào nhóm cấu tạo hoá học có thể chia bitum dầu mỏ thành 3 loại: loại 1, loại 2 và loại 3. Bitum loại 1 có nhóm asphalt > 25%, nhựa < 24% và dung dịch cacbon > 50%. Bitum loại 2 có hàm lượng nhóm cấu tạo hoá học tương ứng là > 18%; > 36% và < 48%. Bitum loại 3 có các nhóm cấu tạo hoá học tương ứng là 21–23%; 30–34% và 45–49%. Ba loại bitum trên có độ biến dạng khác nhau. Thành phần hoá học của chúng thay đổi theo thời gian sử dụng kết cấu mặt đường.

Hình 2.1 mô tả quan hệ tương đối giữa hàm lượng các nhóm chất hoá học chủ yếu trong bitum với chỉ số độ kim lún.



Hình 2.1.
giữa các
hoá học chủ
số độ kim

Quan hệ
nhóm chất
yếu với chỉ
lún

2.2.2. CẤU TRÚC CỦA BITUM

Tính chất của bitum phụ thuộc vào cấu trúc của nó. Bitum là một hệ thống keo phức tạp có cấu trúc cơ bản là cấu trúc mixen asphalt.

Trong lý thuyết mixen đối với những chất cao phân tử, Menep và Mark coi cấu trúc của chúng như một hệ thống tinh thể (mixen). Trong hệ thống này các mixen bị bao quanh bởi một số lượng lớn các phân tử có phân tử lượng nhỏ bằng những lực tương hỗ. Khi lực tương hỗ lớn hơn mỗi một mixen là một nút của mạng. Mixen được coi là pha phân tán, các phân tử có phân tử lượng nhỏ hơn đóng vai trò là môi trường phân tán. Với bitum, pha phân tán là nhóm asphalt, xung quanh chúng là những chất nhựa và môi trường phân tán là chất dầu.

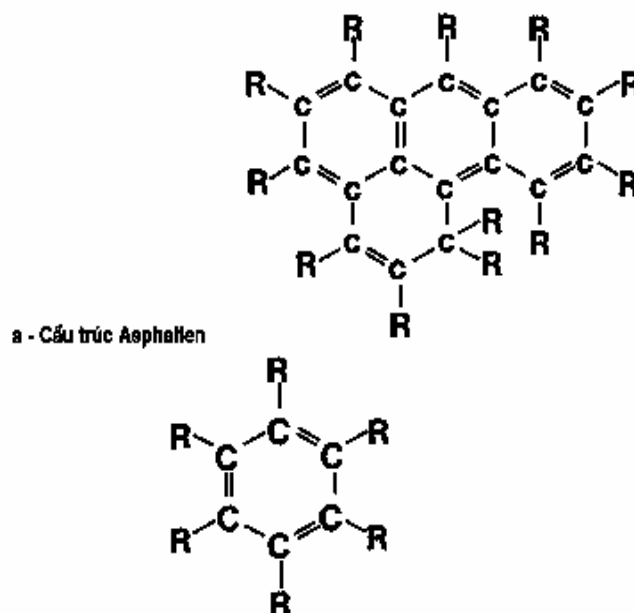
Trong bitum quánh và cứng, mixen chiếm tỷ lệ lớn. Còn trong bitum lỏng chày chiếm một tỷ lệ nhỏ đến nỗi không có tương tác giữa với nhau nên có thể chuyển động tự do trong chất dầu.

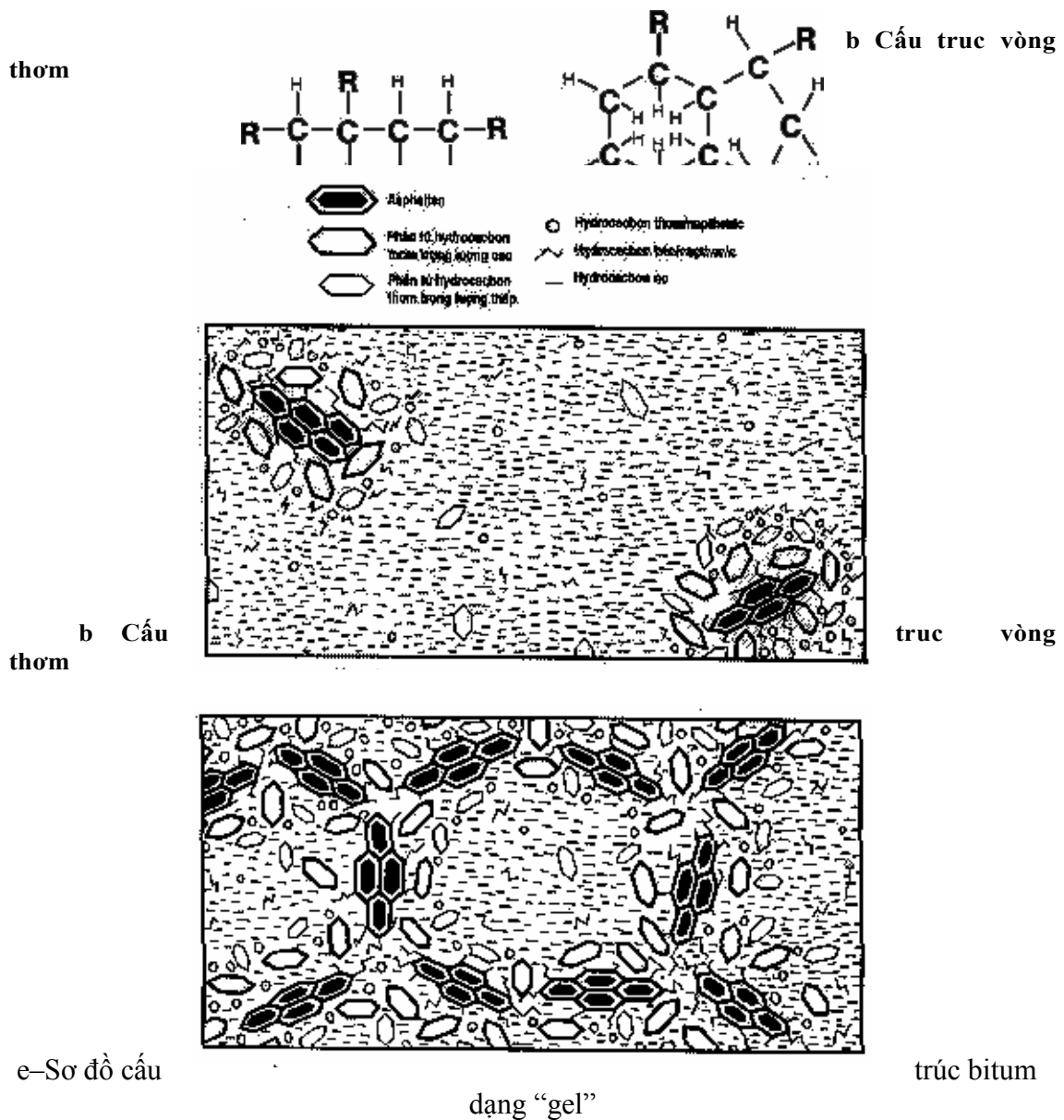
Quan hệ giữa hàm lượng và cấu tạo của các nhóm trong bitum (dầu, nhựa, asphalt) có thể tạo nên các cấu trúc phân tán khác nhau (sol, gel, sol-gel) có những tính chất cơ-lý nhất định (Hình 2.2).

Cấu trúc sol đặc trưng cho bitum có hàm lượng chất dầu và chất nhựa lớn. Khi đó các mixen asphalt không tạo ra được tác dụng tương hỗ lẫn nhau và chuyển động tự do trong môi trường dầu. Cấu trúc sol có ở trong bitum lỏng và bitum quánh nấu nóng chảy.

Khi tỷ lệ asphalt trong bitum lớn và không đủ chất dầu và nhựa sẽ tạo nên cấu trúc gel. Trong cấu trúc gel các hạt nhân asphalt mở rộng ra, các mixen asphalt xích lại gần nhau và có tác dụng tương hỗ lẫn nhau, tạo nên mạng cấu trúc không gian. Cấu trúc đó tạo ra tính đàn hồi cho chất kết dính và là đặc trưng cho cấu trúc của bitum cứng ở nhiệt độ thấp.

Cấu trúc sol-gel đặc trưng cho bitum quánh ở nhiệt độ thường. Ở nhiệt độ này vật liệu sẽ có tính đàn hồi dẻo và tính nhớt.





Hình 2.2. Các nhóm cấu tạo của bitum (a, b, c,d, e)

a-Cấu tạo hoá học của nhóm asphalt

b-Cấu trúc vòng thơm(Nhóm chất dầu); c-Nhóm hydrocarbon no

d-Nhóm cấu trúc bitum dạng “sol”; e-Cấu trúc bitum “gel”

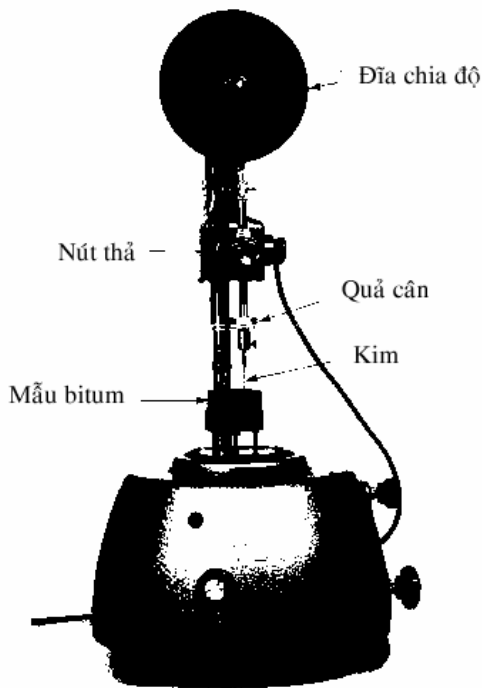
2.3. CÁC TÍNH CHẤT CỦA BITUM QUÁNH XÂY DỰNG ĐƯỜNG

2.3.1. TÍNH QUÁNH (TCVN 7495–2004, AASHTO T49–89, ASTM D5, BS 2000)

Tính quán của bitum quán và bitum oxi hoá được đo bằng độ kim lún. Tính quán biểu thị sức bền nội tại và được phân cấp theo độ kim lún, độ kim lún biến đổi từ 20–300 độ. Nó ảnh hưởng nhiều đến các tính chất cơ học của hỗn hợp vật liệu khoáng với bitum, đồng thời quyết định công nghệ chế tạo và thi công loại vật liệu có sử dụng bitum.

Độ quán của bitum phụ thuộc vào hàm lượng các nhóm cấu tạo và nhiệt độ của môi trường. Khi hàm lượng nhóm asphalt tăng lên và hàm lượng nhóm chất dầu giảm, độ quán của bitum tăng lên. Khi nhiệt độ của môi trường tăng cao, nhóm chất nhựa sẽ bị chảy lỏng, độ quán của bitum giảm xuống. Để đánh giá độ quán của bitum người ta dùng chỉ tiêu độ cắm sâu của kim (trọng lượng 100g, đường kính 1mm) của dụng cụ tiêu chuẩn (Hỡnh 2.3) vào bitum ở nhiệt độ 25°C trong 5 giây. Độ kim lún kí hiệu là P, đo bằng độ (1 độ bằng 0,1mm). Trị số P càng nhỏ độ quán của bitum càng cao.

Theo độ kim lún có thể chia bitum làm 5 loại: 1, 2, 3, 4, và 5 với độ kim lún ở 25°C biến đổi từ 300–40 độ.



Hỡnh 2.3. Dụng cụ đo độ quán

2.3.2. ĐỘ KÉO DÀI (TCVN 7496–2005, ASTM 113–89)

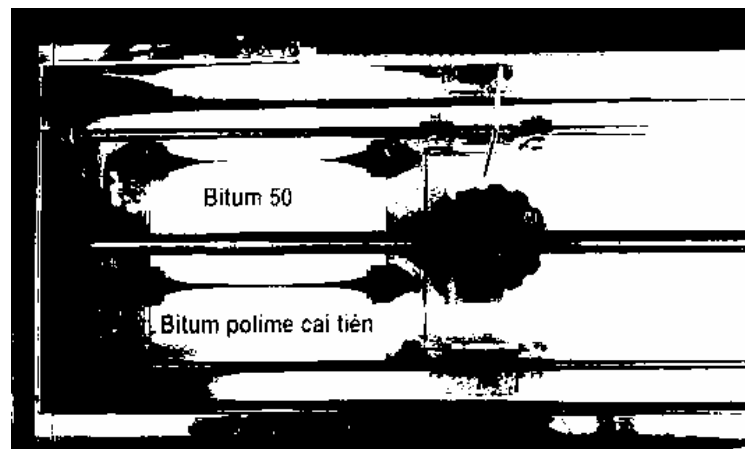
Tính dẻo đặc trưng cho khả năng kết dính nội tại của bitum dưới tác dụng của ngoại lực.

Tính dẻo của bitum cũng như tính quán, phụ thuộc vào nhiệt độ và thành phần nhóm chất. Khi nhiệt độ tăng, tính dẻo cũng tăng. Ngược lại khi nhiệt độ giảm tính dẻo cũng giảm, nghĩa là bitum trở nờn giòn. Trong trường hợp đó, bitum dùng làm mặt đường hay trong các kết cấu khác có thể tạo thành các vết nứt.

Tính dẻo của bitum được đánh giá bằng độ kéo dài, kí hiệu là L (cm), của mẫu tiêu chuẩn và được xác định bằng dụng cụ đo ở hỡnh 2.4 (ASTM D113).

Độ kéo dài biểu thị tính kết dính nội tại của bitum. Sức bền nội tại của các loại bitum khác nhau thờ biểu thị bằng độ kéo dài khác nhau. Trong thí nghiệm này ba sợi mẫu bitum được định hõnh giống nhau, để trong môi trường nước và được kéo ra với tốc độ đều là 50 mm/phút cho đến khi bị đứt. Nhiệt độ thí nghiệm được điều chỉnh theo độ kim lún của bitum, ví dụ 10⁰C cho bitum 80 đến 100; 13⁰C cho bitum 60 đến 70; 17⁰C cho bitum 40 đến 50. Khoảng cách mà các sợi mẫu bitum được kéo dài đến đứt so với mẫu ban đầu được coi là độ bền nội tại hoặc khả năng chịu kéo dài của mẫu bitum. Trong trường hợp cần xác định độ đàn hồi dẻo (độ đàn hồi ở 25⁰C) thờ thí nghiệm đến một độ dài nào đó sau đó cắt mẫu thử để mẫu co lại bằng chiều dài ban đầu. Trị số tỷ lệ giữa biến dạng đàn hồi và độ kéo dài (đứt) theo qui định là từ 55–70%.

Nhiệt độ thí nghiệm tính dẻo là 25⁰C, tốc độ kéo là 5cm/phút. Độ kéo dài tối thiểu cho các loại bitum quánh làm đường là 100 mm.



Hình 2.4. Dụng cụ đo độ kéo dài

2.3.3. NHIỆT ĐỘ HOÁ MỀM VÀ NHIỆT ĐỘ HOÁ CỨNG (TCVN 7497–2005)

Khi nhiệt độ thay đổi, tính quánh, tính dẻo của bitum thay đổi. Sự thay đổi đó càng nhỏ, bitum có độ ổn định nhiệt độ càng cao.

Tính ổn định nhiệt của bitum phụ thuộc vào thành phần hoá học của nó. Khi hàm lượng nhóm asphalt tăng, tính ổn định nhiệt của bitum tăng, hàm lượng nhóm asphalt giảm tính chất này giảm xuống.

Bước chuyển của bitum từ trạng thái rắn sang trạng thái quánh rồi hoá lỏng, và ngược lại, từ trạng thái lỏng sang trạng thái quánh, rồi hoá rắn xảy ra trong khoảng nhiệt độ nhất định. Do đó tính ổn định nhiệt của bitum có thể biểu thị bằng khoảng nhiệt độ đó. Khoảng biến đổi nhiệt độ, kí hiệu là T, được xác định bằng công thức sau:

$$T = T_m - T_c,$$

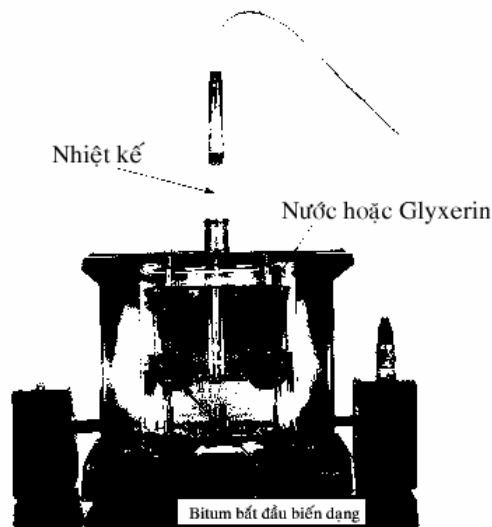
trong đó: T_m – nhiệt độ hoá mềm của bitum, là nhiệt độ chuyển bitum từ trạng thái quánh sang trạng thái lỏng;

T_c – nhiệt độ hoá cứng của bitum là nhiệt độ chuyển bitum từ trạng thái lỏng sang trạng thái rắn.

Nếu T càng lớn tính ổn định nhiệt của bitum càng cao.

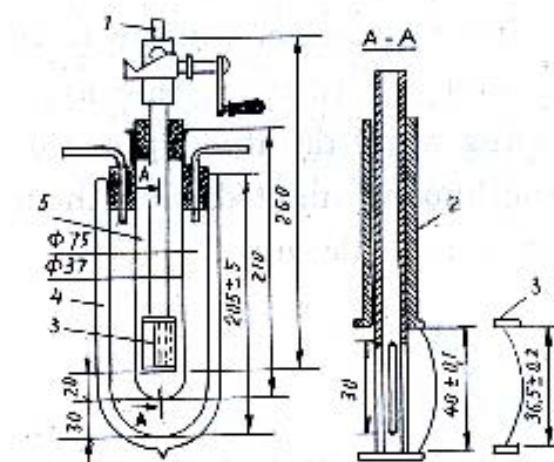
Trị số nhiệt độ hoá mềm của bitum ngoài việc dùng để xác định khoảng biến đổi nhiệt độ T, nó còn có ý nghĩa thực tiễn rất quan trọng. Trong xây dựng đường, người ta thường dùng bitum để rải mặt đường, do đó khi gặp nhiệt độ cao, nếu T_m không thích hợp, bitum có thể bị chảy làm cho mặt đường có dạng lượn sóng, dồn đống... trở ngại cho xe cộ đi lại và dẫn đến hư hỏng mặt đường.

Nhiệt độ hoá mềm là một chỉ tiêu kỹ thuật để đánh giá chất lượng của bitum. Nhiệt độ hoá mềm của bitum được xác định bằng dụng cụ "vòng và bi" (Hình 2.5). Khối lượng của viên bi bằng 3,5g, đường kính 9,53 mm.



Hình 2.5. Thí

ng nghiệm vòng và bi



Hình 2.6. Dụng cụ

Fraxa

1. Nhiệt kế; 2. Cuộn thanh thép; 3. Mẫu thử (thanh thép);
4. Mỏ đưa ra; 5. Ống nghiệm.

Để xác định nhiệt độ hoá mềm người ta đun nóng bình chứa chất lỏng (thường là nước) với tốc độ 5°C/phút. Dưới tác dụng của nhiệt độ tăng dần, đến một lúc nào đó bitum bị nóng chảy lỏng ra, viên bi cùng bitum rơi xuống. Nhiệt độ chất lỏng trong bình ứng với lúc viên bi tiếp xúc với bảng dưới của giá đỡ được xem là nhiệt độ hoá mềm của bitum.

Nhiệt độ hoá cứng của bitum có thể xác định bằng dụng cụ đo độ kim lún. Nhiệt độ hoá cứng là nhiệt độ ứng với độ kim lún bằng 1 đến 1,25. Nhiệt độ hoá cứng cũng có thể đo bằng dụng cụ Fraxa (Hình 2.6).

Tất cả bitum đều thể hiện đặc tính chịu tác động của nhiệt: nhiệt độ cao—mềm, nhiệt độ thấp—cứng, và được biểu thị bằng công thức Pfeiffer và Van Doormaal:

$$\text{Log}P = AT + K \quad (2.1)$$

trong đó: A—độ linh động với nhiệt theo log của độ kim lún, và bằng 0,015–0,06

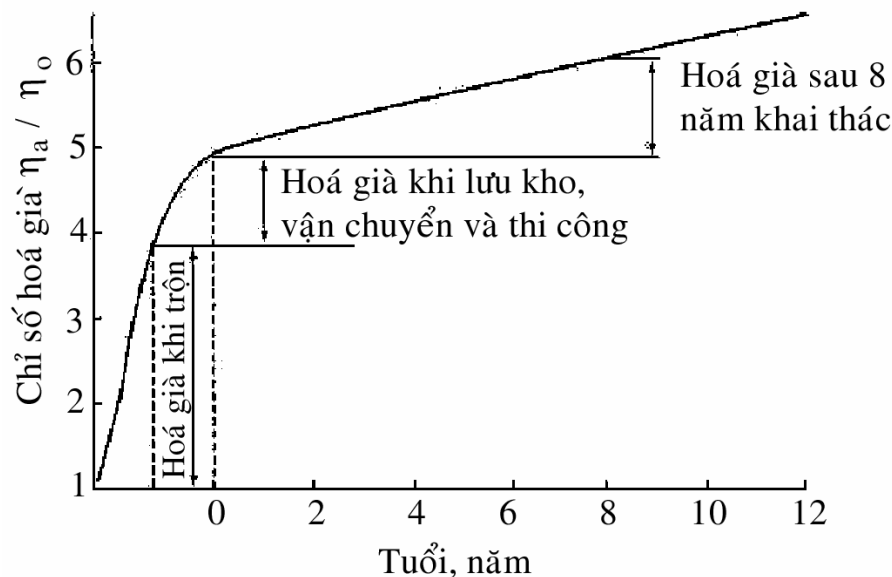
K—hệ số thực nghiệm

Pfeiffer và Van Doormaal đã xây dựng một khái niệm trong đó giả định rằng độ mẫn cảm với nhiệt độ của các loại bitum dùng cho xây dựng đường có giá trị bằng 0. Từ đó các tác giả đưa ra công thức tính chỉ số độ kim lún (PI) như sau:

$$PI = \frac{20(1 - 25A)}{1 + 50A} \quad (2.2)$$

Giá trị PI thay đổi từ –3 đối với bitum có độ mẫn cảm với nhiệt độ cao cho đến +7 đối với các loại bitum có độ mẫn cảm với nhiệt độ thấp.

2.3.4. ĐỘ BỀN CỦA BITUM



Hình 2.7. Hóa già của bitum khi trộn, lưu kho, vận chuyển, thi công và khai thác.

(Lưu ý: Chỉ số hoá già thường là tỷ lệ của 2 giá trị như độ nhớt, độ cứng hay độ kim lún).

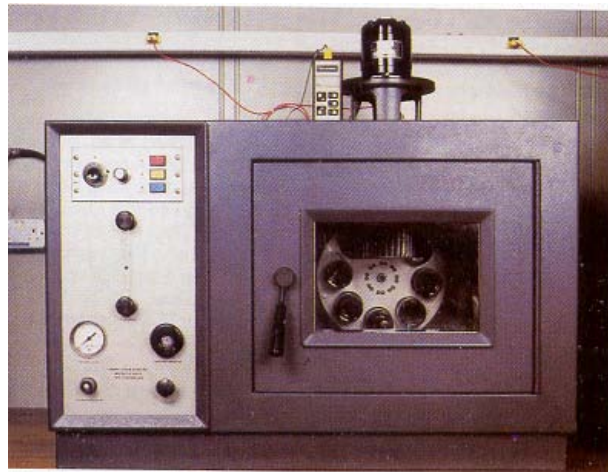
Do ảnh hưởng của thời tiết mà tính chất và thành phần hoá học của bitum bị thay đổi. Người ta gọi sự thay đổi đó là sự hoá già của bitum. Nguyên nhân của hiện tượng đó là vì tỷ lệ của nhóm asphalt trong bitum tăng lên.

Độ bền của bitum có thể định nghĩa như khả năng duy trì tốt các đặc tính lưu biến, kết dính nội tại, kết dính với cốt liệu trong quá trình sử dụng lâu dài với mặt đường. Các yếu tố cơ bản có tác động đến quá trình trên là: sự hoá cứng do bay hơi; sự hoá cứng do ô xy hoá; và sự hoá cứng do cốt liệu.

Sự bay hơi của nhóm chất dầu làm tính quánh và tính giòn của bitum tăng lên, làm thay đổi cấu tạo phân tử, tạo nên các hợp chất mới. Quá trình hoá già của bitum sẽ dẫn đến quá trình hoá già của bê tông asphalt. Độ giòn của bitum làm xuất hiện các vết nứt trong lớp phủ mặt đường, tăng quá trình phá hoại do ăn mòn. Quá trình hoá già của lớp phủ mặt đường có thể chia làm 2 giai đoạn. Giai đoạn 1 cường độ và tính ổn định biến dạng tăng. Giai đoạn 2 bitum bắt đầu già, cấu trúc thay đổi, làm lớp phủ bị phá hoại. Tuy vậy, sự hoá già của bitum phát triển chậm, thường sau 10 năm sử dụng sự hoá già mới ở mức độ cao.

Sự hoá cứng do ô xy hoá là nguyên nhân chính làm cho bitum trở nên lão hoá. Ngoài ra các thành phần dễ bay hơi của bitum cũng có đóng góp đáng kể.

Thử nghiệm màng mỏng bitum quay trong lò (ASTM D 2872) xác định sự hoá cứng do nguyên nhân ô xy hoá và bay hơi. Thử nghiệm màng mỏng bitum quay trong lò được mô tả ở hình 2.8.



Hình 2.8. Thử nghiệm màng mỏng bitum quay trong lò
(*The rolling thin film oven test*)

2.3.5. NHIỆT ĐỘ BỐC CHÁY (TCVN 7498–2005)

Trong khi đun bitum đến một nhiệt độ nhất định thì các chất dầu nhẹ trong bitum bốc hơi hoà lẫn vào môi trường xung quanh tạo nên một hỗn hợp dễ cháy.

Để xác định nhiệt độ bốc cháy, người ta dùng dụng cụ riêng. Trong thí nghiệm, nếu ngọn lửa lan khắp mặt bitum thì nhiệt độ lúc đó được xem là nhiệt độ bốc cháy. Nhiệt độ bốc cháy của bitum thường lớn hơn 220°C . Nhiệt độ này là một chỉ tiêu quan trọng về an toàn khi gia công bitum.

2.3.6. TÍNH DÍNH BÁM (LIÊN KẾT) CỦA BITUM VỚI BỀ MẶT VẬT LIỆU KHOÁNG (TCVN 7504–2005)

Một trong những chức năng quan trọng nhất của bitum là dính bám với bề mặt các hạt cốt liệu và liên kết chúng lại với nhau, hoặc liên kết với bề mặt kết cấu có sẵn.

Sự liên kết của bitum với bề mặt vật liệu khoáng có liên quan đến quá trình thay đổi hoá–lý khi hai chất tiếp xúc và tương tác với nhau. Chất lượng của mỗi liên kết này đóng vai trò quan trọng trong việc tạo nên cường độ, tính ổn định nước và ổn định nhiệt độ hỗn hợp bitum và vật liệu khoáng.

Có rất nhiều các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng dính bám giữa bitum và vật liệu khoáng. Các yếu tố đó phụ thuộc cả vào đặc tính của vật liệu cũng như các yếu tố bên ngoài. Bảng 2.1. liệt kê các yếu tố cơ bản ảnh hưởng đến chất lượng dính bám của bitum với vật liệu khoáng.

Bảng 2.1. Các tính chất vật liệu và các tác động bên ngoài ảnh hưởng đến dính bám giữa bitum với cốt liệu

Các tính chất vật liệu	Các tính chất của bitum	Các tính chất của hỗn hợp	Các tác động bên ngoài
Khoáng vật Đặc trưng bề mặt Độ rỗng Bụi Độ bền Diện tích bề mặt Độ hút nước Hàm lượng ẩm Hình dạng Tính chịu thời tiết	Lưu biến Phân cực Thành phần hoá học	Độ rỗng Thấm nước Hàm lượng bitum Chiều dày màn bitum Loại chất làm đầy Cấp phối cốt liệu Loại hỗn hợp	Lượng mưa Độ ẩm Độ pH của nước Sự có mặt của muối Nhiệt độ Chu kỳ nhiệt độ Giao thông Thiết kế Tay nghề thi công Thoát nước

2.3.6.1. Độ dính bám khi không có nước

Khi nhào trộn bitum với vật liệu khoáng, bitum sẽ thấm ướt bề mặt các hạt vật liệu khoáng và tạo thành một lớp hấp phụ. Khi đó các phân tử bitum ở trong lớp hấp phụ sẽ tương tác với các phân tử của vật liệu khoáng ở lớp bề mặt. Tương tác đó có thể là tương tác lý học hay hoá học.

Liên kết của bitum với vật liệu khoáng trước hết phụ thuộc vào tính chất của bitum. Trong đó độ nhớt và tính phân cực của bitum là khá quan trọng. Để bitum dính bám tốt với các hạt cốt liệu và qua đó có thể liên kết các hạt cốt liệu với nhau thì bitum cần phải làm "ướt" tốt được bề mặt từng hạt cốt liệu, tức là bọc phủ tốt bề mặt các hạt cốt liệu với độ dày thích hợp. Quá trình này phụ thuộc rất nhiều bởi độ nhớt của bitum. Độ nhớt càng cao thì thời gian cần thiết để làm "ướt" bề mặt các hạt cốt liệu càng lâu. Trong thực tế nhào trộn, việc làm "ướt" và bọc kín bề mặt cốt liệu phải diễn ra tức thì.

Vì vậy, nếu độ nhớt quá cao sẽ dẫn đến tình trạng bitum không bọc phủ được hoàn toàn bề mặt các hạt cốt liệu.

Liên kết của bitum với vật liệu khoáng phụ thuộc vào mức độ phân cực của bitum. Độ phân cực của bitum phụ thuộc vào hàm lượng nhóm chất nhựa, đặc biệt là nhựa axit. Bitum chứa nhóm chất nhựa càng nhiều thì sự liên kết của nó với vật liệu khoáng càng tốt.

Liên kết của bitum với vật liệu khoáng cũng phụ thuộc vào tính chất của vật liệu khoáng. Nhìn chung, bitum dính kết tốt với hầu hết các cốt liệu khoáng khi các cốt liệu có bề mặt sạch và khô. Tính chất hoá lý của cốt liệu ảnh hưởng lớn đến tính dính bám. Các tính chất này liên quan chặt chẽ đến thành phần khoáng vật, hình dạng, cấu trúc, cân bằng điện tích và điện tích bề mặt. Xét về thành phần khoáng vật, đại đa số các cốt liệu được phân thành hai nhóm: "ưa nước" và "kỵ dầu". Các cốt liệu có hàm lượng oxit silic cao như cốt liệu có nguồn gốc thạch anh, granít, tức là cốt liệu axit thường khó được bọc phủ bitum hơn những cốt liệu bazơ như đá vôi hay đá bazan.

2.3.6.2. Độ dính bám khi có nước

Thông thường sự có mặt của nước làm giảm chất lượng mối liên kết bitum–cốt liệu. Sự có mặt của nước trong mối liên kết bitum–cốt liệu có thể đến từ hai nguồn: nước trong cốt liệu ẩm trước khi nhào trộn và nước mưa thấm vào các lớp vật liệu trong thời gian khai thác.

Các cốt liệu có điện tích bề mặt không cân bằng sẽ tạo ra năng lượng bề mặt. Nếu bề mặt cốt liệu được bao bọc bằng một chất lỏng có điện tích trái dấu thì sự hút bám sẽ xảy ra và tạo ra lực dính kết. Nước thường có độ phân cực mạnh hơn các loại bitum nên khả năng chiếm chỗ của nước trong hệ bitum–cốt liệu dễ xảy ra, tạo thành lớp ngăn cách và giảm tính dính bám của bitum với bề mặt cốt liệu khi nhào trộn hoặc giữa lớp vật liệu rải sau với lớp trước đó. Đồng thời cũng có thể là nguyên nhân làm giảm mối liên kết bitum–vật liệu khoáng, dẫn tới bóc, tách màng bitum khỏi bề mặt vật liệu khoáng trong các lớp vật liệu trong quá trình khai thác.

Các cốt liệu có tính axit ưa nước hơn các cốt liệu bazơ. Vì vậy việc sử dụng cốt liệu nguồn gốc axit sẽ tạo ra vật liệu kém bền nước hơn so với việc sử dụng cốt liệu có nguồn gốc bazơ.

Sự ổn định nước của hỗn hợp vật liệu khoáng–bitum phụ thuộc vào độ hoà tan trong nước của các hợp chất mới tạo thành. Nếu như các hợp chất mới tạo thành là những muối kali, natri của các axit hữu cơ, thì nó sẽ hoà tan trong nước và như vậy làm cho hỗn hợp kém ổn định nước. Nếu những hợp chất ấy là các muối của can xi, sắt, nhôm, là những hợp chất không hoà tan trong nước thì hỗn hợp ổn định nước.

Để đảm bảo chất lượng dính bám giữa bitum và vật liệu khoáng, cốt liệu cần được nung nóng trước khi nhào trộn với bitum để loại bỏ lớp màng nước bám trên bề mặt.

Mức độ liên kết của bitum với bề mặt vật liệu đá hoa có thể đánh giá theo độ bền của màng bitum trên bề mặt đá hoa khi nhúng trong nước sôi. Sau khi thí nghiệm xác định cấp liên kết giữa bitum với đá (xem bảng 2.2.).

Thực tế khi chế tạo hỗn hợp bitum và vật liệu khoáng, nhiều loại đá khác nhau được sử dụng, do đó mức độ liên kết của nó cũng có thể khác nhau. Để đánh giá mức độ

liên kết của bitum trong trường hợp này cũng tiến hành theo nguyên tắc tương tự. Sau khi thí nghiệm, đem kết quả so sánh với thang đánh giá chỉ tiêu liên kết ghi ở bảng 2.2.

Trường hợp độ hoạt tính của bitum thấp, sự liên kết của nó với bề mặt vật liệu khoáng kém thì cần cho thêm vào bitum chất phụ gia hoạt tính bề mặt.

Bảng 2.2. Phân cấp dính bám giữa bitum và vật liệu khoáng

Đặc trưng của màng bitum trên bề mặt vật liệu khoáng	Cấp dính bám
Màng bitum còn bám nguyên vẹn, bọc toàn bộ bề mặt viên đá.	Dính bám tốt—cấp 5
Màng bitum bọc toàn bộ viên đá nhưng có độ dày mỏng khác nhau	Dính bám khá—cấp 4
Màng bitum bọc toàn bộ viên đá, đôi chỗ bị bong tróc	Dính bám trung bình—cấp 3
Màng bitum bị bong ra khỏi mặt đá nhưng lỗ chỗ vẫn còn bitum bám.	Dính bám kém—cấp 2
Bề mặt viên đá sạch không còn vết bitum bám	Dính bám rất kém—cấp 1

2.3.7. ĐỘ TAN TRONG TRICHLOROENTHYLEN

Phương pháp thí nghiệm này dùng để xác định độ tan trong trichloroenthylen của bitum chứa ít hoặc không chứa vật liệu khoáng.

Độ tan của bitum trong trichloroenthylen là tỷ lệ (% khối lượng) giữa khối lượng bitum tan hết trong trichloroenthylen so với khối lượng mẫu thí nghiệm.

Phần tan trong trichloroenthylen là chất kết dính.

Phần không tan hay phần trầm hoà tan như sau:

$$\% \text{ phần không tan} = \frac{C - A}{B} \times 100 \quad (2.3)$$

$$\% \text{ phần tan} = \frac{B - (C - A)}{B} \times 100 \quad (2.4)$$

trong đó: A—khối lượng bình và bộ lọc

B—khối lượng mẫu thí nghiệm

C—khối lượng bình, bộ lọc và vật liệu không tan

2.3.8. HÀM LƯỢNG PARAFIN

Hàm lượng parafin, thành phần làm giảm tính dính bám và độ ổn định của bitum, được thử nghiệm theo TCVN 2004 (DIN 52015)

2.3.9. ĐỘ NHỚT

Đây là một đặc tính quan trọng của bitum vì nó xác định ứng xử của vật liệu ở một nhiệt độ nhất định hoặc trong một phạm vi nhiệt độ nào đó.

Đơn vị cơ bản của độ nhớt là pascal giây (Pas). Độ nhớt có thể được xác định bằng nhiều phương pháp khác nhau. Độ nhớt của bitum có thể được xác định theo phương pháp độ nhớt tuyệt đối hay độ nhớt động lực. Đó là tỷ số giữa ứng suất cắt đặt vào mẫu thử bitum (Pa) chia cho tốc độ cắt trong một giây. Tỷ lệ này biểu thị sức kháng chảy của bitum.

Độ nhớt của bitum còn có thể được đánh giá thông qua độ nhớt động học (m^2/s ; mm^2/s). Độ nhớt động học là tỷ số giữa độ nhớt động lực so với khối lượng riêng của bitum và được biểu thị bằng công thức 2.5

$$\text{Độ nhớt động học} = \text{Độ nhớt động lực} / \text{khối lượng riêng} \quad (2.5)$$

Nhìn chung, độ nhớt của bitum được xác định bằng việc đo thời gian cần thiết để một thể tích bitum nhất định chảy qua một lỗ có kích thước tiêu chuẩn ở một nhiệt độ xác định. Ví dụ, theo tiêu chuẩn ASTM D2170–95 độ nhớt động học được xác định bằng cách đo thời gian để một thể tích bitum nhất định chảy qua một đoạn ống dạng mao dẫn bằng thủy tinh của nhớt kế ở nhiệt độ 135°C với bitum đặc, hoặc ở 60°C với bitum lỏng. Khối lượng riêng của bitum ở 135°C bằng 0.934 lần so với khối lượng riêng của nó ở 25°C . Thời gian xác định chính xác đến 0.1 giây.

Thiết bị đo độ nhớt động học của bitum được trình bày ở hình 2.9:



Hình 2.9. Nhớt kế

2.3.10. YÊU CẦU KỸ THUẬT CỦA BITUM QUÁNH XÂY DỰNG ĐƯỜNG

Chất lượng của bitum đặc dùng trong xây dựng đường được quy định đánh giá theo 10 chỉ tiêu kỹ thuật tương ứng với 5 mức của bitum làm đường theo 22TCN 279–01 được ghi trong bảng 2.3.

Bảng 2.3. Các chỉ tiêu kỹ thuật của 5 mức của bitum làm đường theo tiêu chuẩn ngành giao thông vận tải 2001 (22TCN 279–01).

T T	Các chỉ tiêu	Đơn vị	Trị số tiêu chuẩn theo cấp độ kim lún (mức)					Phương pháp thí nghiệm
			40/ 60	60/ 70	70/ 100	100/ 150	150/ 250	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	Độ kim lún ở 25 ⁰ C	0.1mm	40 – 60	60 – 70	70 – 100	100 –150	150 – 250	22TCN 63–84 ASTM D5–86 AASHTO T49–89
2	Độ kéo dài ở 25 ⁰ C, nhỏ nhất	cm	100					22TCN 63–84 ASTM D133–86 AASHTO T51–89
3	Nhiệt độ hoá mềm (phương pháp vòng và bì)	⁰ C	49 –58	46 –55	43 –51	39 – 47	35 – 43	22TCN 63–84 AASHTO T51–89
4	Nhiệt độ bắt lửa nhỏ nhất	⁰ C	230				220	22TCN 83–84 ASTM D92–85 AASHTO T48–89
5	Lượng tổn thất sau khi đun nóng 163 ⁰ C trong 5	%	0,5	0,8				ASTM D6–80 AASHTO T47–83

	giờ							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
6	Tỷ lệ độ kim lún của nhựa đường sau khi đun nóng ở 163 ⁰ C trong 5 giờ so với độ kim lún ở 25 ⁰ C, nhỏ nhất	%	80	75	70	65	60	ASTM D6–05
7	Lượng hoà tan nhỏ nhất trong Trichloroethylene, C ₂ HCl ₃	%	99					ASTM D2042–81 AASHTO T44–901
8	Khối lượng riêng ở 25 ⁰ C	g/cm ³	1,00–1,05					ASTM D133–86 AASHTO T51–89
9	Độ dính bám tối thiểu đối với đá	cấp độ	cấp 3					22TCN 63–84
10	Hàm lượng Paraphin lớn nhất	%	2,2					Sẽ có quy định riêng

Bảng 2.4. Bitum, yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử (Tiêu chuẩn Việt Nam 2004)

T T	Các chỉ tiêu	Mức theo độ kim lún					
		20–30	40–50	60–70	85–100	120–150	200–300
1	Độ kim lún ở 25 ⁰ C, 0.1mm	20–30	40–50	60–70	85–100	120–150	200–300
2	Độ kéo dài ở 25 ⁰ C, cm	40	80	100	100	100	100
3	Nhiệt độ hoá mềm, ⁰ C	52	49	46	43	39	35
4	Nhiệt độ bắt lửa, ⁰ C	240	232	232	232	230	220
5	Lượng tổn thất sau khi đun 5 giờ ở 163 ⁰ C, max, %	0.2	0.5	0.5	0.8	0.8	1.0
6	Tỷ lệ độ kim lún sau khi đun so với ban đầu, %	80	80	75	75	75	70
7	Lượng hoà tan trong trichloroethylene, %	99	99	99	99	99	99
8	Khối lượng riêng, g/cm ³	1–1.05					
9	Hàm lượng parafin, max, %	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
10	Độ nhớt ở 135 ⁰ C, cSt	515	305	285	235	185	150

Bảng 2.5. Bitum dầu mỏ loại quánh dùng trong xây dựng đường của Nga

Các chỉ tiêu	Qui định theo mức				
	1 (200/300)	2 (130/200)	3 (90/130)	4 (60/90)	5 (40/60)
1. Độ kim lún: Khi ở 25° C, trong giới hạn	201–300	131–200	91–130	61–90	41–60
Khi ở 0°C, không nhỏ hơn	45	35	28	20	13
2. Độ kéo dài ở 25°C, cm, không nhỏ hơn	không qui định	65	60	50	40
3. Nhiệt độ hoá mềm, °C, không thấp hơn	35	39	43	47	51
4. Thí nghiệm liên kết với đá hoa hay cát.	Chịu được thí nghiệm (liên kết tốt)				
5. Sự thay đổi nhiệt độ hoá mềm sau khi gia nhiệt, °C, không lớn hơn	8	7	6	6	6
6. Hàm lượng các hợp chất hoà tan trong nước, không lớn hơn	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
7. Nhiệt độ bốc cháy, °C, không thấp hơn	200	220	220	220	220
8. Nhiệt độ bitum khi nhào trộn	110–120	120–130	130–140	135–145	140–160

* Các quy định về nhựa đặc của Mỹ (AC) (theo AASHTO–M20).

Nhựa đặc sản xuất từ dầu mỏ của Mỹ dùng cho xây dựng đường được chia ra 5 cấp theo độ kim lún, và phải thoả mãn các chỉ tiêu cơ lý sau (bảng 2.6).

Bảng 2.6. Các chỉ tiêu cơ lý của nhựa đặc theo AASHTO M20

Các chỉ tiêu	Cấp nhựa theo độ kim lún					Ký hiệu thí nghiệm
	40–50	60–70	85–100	120–150	200–300	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

1. Độ kim lún (77 °F, 100 g, 5 giây)	40–50	60–70	85–100	120–150	200–300	D5–T49
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
2. Nhiệt độ bốc cháy (theo Chereland), °F	450+	450+	450+	425+	350+	D92–T40
3. Độ kéo dài ở 77°F, 5cm/phút; cm	100+	100+	100+	100+		D113–T51
4. Độ hoà tan trong trichloroethylen, %	99+	99+	99+	99+	99+	D2042–T44
5. Thí nghiệm màng mỏng quay trong lò (1/5 in, 325°F, 5giờ)						D1754–T79
6. Lượng tổn thất sau khi đun nóng, %	0,8 –	0,8 –	1,0 –	1,3 –	1,5 –	D6–T47
7. Độ kim lún của nhựa sau khi đun nóng, %, so với lúc chưa đun nóng	58+	54+	50+	46+	40+	D5–T49
8. Độ kéo dài của nhựa sau khi đun nóng (77°F, 5cm/phút), cm		50+	75+	100+	40+	
9. Độ nhớt ở 275 °F, Độ nhớt động lực, cSt Độ nhớt Saybolt Furol, scc	240+	200+	170+	140+	100+	D2170–T201
10. Nhiệt độ hoá mềm, °C, (thí nghiệm vòng và bi)	120+	49–54	85+	70+	50+	E102 D36

Hầu hết các loại bitum phân cấp theo độ kim lún được sử dụng để làm đường ôtô. Loại có độ kim lún từ 35–100 dùng trong sản xuất bê tông asphalt. Loại có độ kim lún từ 35–15 dùng để chế tạo matit asphalt. Loại có độ kim lún từ 100 trở lên dùng để chế tạo hỗn hợp đá bitum (đá nhựa).

Trong xây dựng, ngoài những loại bitum dầu mỏ xây dựng đường, còn có những loại bitum dầu mỏ xây dựng khác, ví dụ bitum ôxy hoá, được sử dụng trong công nghiệp sản xuất tấm lợp, sơn, v.v...

Bảng 2.7. Chỉ tiêu kỹ thuật đối với các loại bitum phân loại theo độ kim lún (Theo BS 3690).

Đặc tính	Phân cấp Bitum							
	25	35	40	50	70	100	200	300

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Độ lún ở 25 ⁰ C, 0.1mm	25±5	35±5	40±10	50±10	70±10	100±20	200±30	300±45
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Điểm hoá mềm, ⁰ C								
min	57	57	58	47	44	41	33	30
max	69	69	68	58	54	51	42	39
Hao hụt sau khi gia nhiệt 5 giờ ở nhiệt độ 163 ⁰ C (Tổn thất khối lượng, %, max)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	1,0
a. Sự giảm độ kim lún, %, max	20	20	20	20	20	20	20	25
b. Khả năng hoàn tan trong								
Trichlogoetylen,%, theo khối lượng, min	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5
Hằng số điện môi ở 25 ⁰ C và 1592 Hz,min	2630	2630	2630	2630	2630	2630	—	—

2.4. BITUM LỎNG LÀM ĐƯỜNG

2.4.1. PHÂN LOẠI

Bitum lỏng có thành phần là bitum đặc có độ kim lún từ 100–200 pha với dung môi là mazut, dầu hoả hoặc etxăng để tạo ra bitum lỏng có độ nhớt yêu cầu

Có 3 loại bitum lỏng tùy theo tốc độ đông đặc lại khác nhau:

Loại RC: đông đặc nhanh

Loại MC: đông đặc trung bình

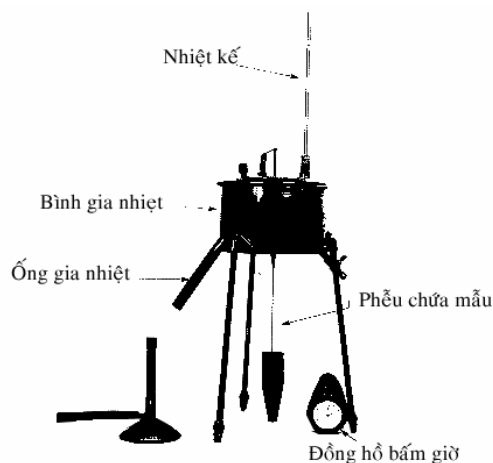
Loại SC : đông đặc chậm.

Thành phần dung môi tùy theo các nước được quy định trong các tiêu chuẩn liên quan. Theo tiêu chuẩn Mỹ bitum lỏng có các mác: RC; MC; SC. Theo tiêu chuẩn của Nga bitum lỏng có các mác: MG; CG và được phân loại theo độ nhớt.

Các tính chất chủ yếu của bitum lỏng là độ nhớt và tính dễ bay hơi của dung môi.

2.4.2. CÁC TÍNH CHẤT

2.4.2.1. Độ nhớt (AASHTO 732–90)



Độ nhớt của bitum lỏng phụ thuộc vào cấu trúc của bitum lỏng. Bitum lỏng có nhiều thành phần nhóm chất nhựa, chất rắn và chứa ít nhóm chất dầu thì độ nhớt của nó tăng lên. Độ nhớt của bitum lỏng được xác định bằng nhớt kế Saybolt (hình 2.10). Độ nhớt của bitum lỏng được đặc trưng bằng thời gian để 50ml bitum lỏng chảy qua lỗ đáy của dụng cụ có đường kính 5 mm, ở nhiệt độ 60°C.

Hình 2.10. Nhớt kế Saybolt

2.4.2.2. Phân cắt (thành phần dễ bay hơi)

Số lượng và chất lượng của phần cắt là chỉ tiêu gián tiếp biểu thị tốc độ đông đặc lại của bitum lỏng ở mặt đường. Nếu bitum lỏng chứa nhiều thành phần này và nó có nhiệt độ sôi thấp thì quá trình đông đặc của bitum sẽ nhanh. Để xác định phần cắt của bitum lỏng cần cắt ở các nhiệt độ khác nhau: 225°, 316° và 360°C. Tính chất của phần còn lại sau khi cắt đến nhiệt độ 360°C sẽ đặc trưng cho loại bitum lỏng và tính chất của nó trong thời gian sử dụng ở đường. Các tính chất này được xác định như với bitum đặc quánh.

2.4.3. YÊU CẦU KỸ THUẬT CỦA BITUM LỎNG XÂY DỰNG ĐƯỜNG.

Bitum dầu mỏ loại lỏng dùng xây dựng đường ở Nga chia ra 2 loại: đông đặc vừa và đông đặc chậm.

Các chỉ tiêu kỹ thuật của bitum lỏng đông đặc vừa được giới thiệu ở bảng 2.8, còn của loại đông đặc chậm ở bảng 2.9.

Bảng 2.8. Các chỉ tiêu kỹ thuật của bitum lỏng đông đặc vừa

Các chỉ tiêu	Quy định theo mác				
	40 / 70	70/130	130/ 200	40/70	70/130
1. Độ nhớt theo nhớt kế đường kính lỗ 5mm, ở 60°C, giây, trong khoảng	40–70	71–130	131–200	40–70	71–130
2. Lượng bay hơi sau khi nung, %, không nhỏ hơn	10	8	7	8	7
3. Nhiệt độ hoá mềm của phần còn lại sau khi nung để xác định lượng bay hơi, °C, không nhỏ hơn	37	39	39	28	29
4. Nhiệt độ bốc cháy, °C, không nhỏ hơn	45	50	60	100	110
5. Thí nghiệm liên kết với đá hoa hoặc cát	tốt	tốt	tốt	tốt	tốt

Bảng 2.9. Các chỉ tiêu kỹ thuật của bitum lỏng đông đặc chậm

Các chỉ tiêu	Quy định về mác			
	130/200	40/70	70/130	130/200

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1. Độ nhớt theo nhớt kế có d = 5mm, ở 60°C, giây	131–200	40–70	71–130	131–200
2. Lượng bốc hơi sau khi nung, %,	≥ 5	–	–	–
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
3. Nhiệt độ hoá mềm của phần còn lại sau khi nung để xác định lượng bốc hơi, °C	≥ 30	–	–	–
4. Nhiệt độ bốc cháy, °C	≥ 110	120	160	180
5. Thí nghiệm liên kết với đá hoa hay cát	tốt	tốt	tốt	tốt

* Các quy định về bitum lỏng của Mỹ.

Có 3 loại bitum lỏng dùng trong xây dựng đường, gồm: bitum lỏng đông đặc nhanh (RC); bitum lỏng đông đặc vừa (MC) và bitum lỏng đông đặc chậm (SC). Chúng được chia ra các cấp khác nhau theo độ nhớt. Các chỉ tiêu cơ lý của các loại bitum lỏng được quy định như ở bảng 2.10.

Bảng 2.10. Các chỉ tiêu cơ lý của các loại bitum lỏng theo ASTM

Các chỉ tiêu	Cấp BT lỏng theo độ nhớt				Ký hiệu thí nghiệm
	RC-70	RC-250	RC-300	RC-3000	
1–Độ nhớt động lực ở 140 °F; cSt	70–140	250–500	800 –6000	3000–6000	D2170–T201
2–Nhiệt độ bốc cháy, F			80+	80+	D1310–T79
3–Sản phẩm cất (% theo thể tích của tổng lượng sản phẩm cất):					D402–T76
Đến 374 °F	10+	–	–	–	
Đến 437 °F	50+	35+	15+	–	
Đến 500 °F	70+	60+	15+	25+	
Đến 600 °F	85+	80+	75+	70+	
Bã nhựa sau khi cất đến 680 °F, % theo thể tích	55+	65+	75+	80+	
4–Thí nghiệm trên bã nhựa sau khi chưng cất					
– Độ kim lún ở 77 °F; 100g; 5giây	80–120	30–120	80–120	80–120	D5–T49
– Độ kéo dài, 77 °F;	100+	100+	100+	100+	D148–T51

cm					
– Độ hoà tan trong trichlorol–thylene; %	99,5+	99,5+	99,5+	99,5+	D2042–T44
5–Hàm lượng nước; %	0.2–	0.2–	0.2–	0.2–	D95–T55

Tiêu chuẩn BS 3690 (Anh Quốc) nêu các chỉ tiêu kỹ thuật đối với bitum lỏng và được ghi ở bảng 2.11.

Bảng 2.11. Các chỉ tiêu kỹ thuật đối với bitum lỏng (BS3690)

Đặc tính	Phương pháp thử	Phân cấp bitum lỏng		
		50 giây	100 giây	200 giây
Độ nhớt ở 40 ⁰ C, lỗ 10mm, giây	BS2000–72	50±10	100±20	200±40
Chung cất:	BS2000–27			
Đến 225 ⁰ C, % thể tích max		1	1	1
Đến 360 ⁰ C, % thể tích		10±3	9±3	7±3
Độ kim lún ở 25 ⁰ C sau khi chung cất tới 360 ⁰ C, dmm	BS2000–49	100–350	100–350	100–350
Độ hoà tan trong Trichloroethylen, % theo khối lượng, min	BS2000–47	99.5	99.5	99.5

2.5. CÁC LOẠI BITUM CẢI TIẾN LÀM ĐƯỜNG ÔTÔ VÀ SÂN BAY

2.5.1. MỞ ĐẦU

Bitum dầu mỏ xây dựng đường là một loại vật liệu truyền thống đáp ứng tốt các yêu cầu về xây dựng đường ô tô và sân bay. Tuy nhiên, hiện nay nhu cầu về lưu lượng xe và tải trọng trục xe có xu hướng tăng lên rõ rệt. Như vậy vật liệu làm đường cần được cải tiến để phù hợp với yêu cầu xây dựng đường ô tô và sân bay cấp cao. Bitum cải tiến là những vật liệu mới đáp ứng được các yêu cầu đó.

Ưu điểm của loại bitum cải tiến là tăng khả năng chịu lực và biến dạng của kết cấu mặt đường bê tông asphalt.

Thành phần chủ yếu của bitum cải tiến là bitum và phụ gia. Phụ gia thường dùng là bột cao su, mangan hữu cơ, lưu huỳnh hoặc các polyme dẻo nhiệt. Các phụ gia trước đây đã được pha vào bê tông asphalt khi chế tạo. Ngày nay các chất này được trộn với bitum tại nhà máy sản xuất bitum để có được bitum cải tiến.

Mặt khác việc sử dụng bitum cải tiến đưa ra một giải pháp nhằm làm tăng chất lượng của công tác bảo dưỡng đường, tăng tuổi thọ phục vụ, v.v... Để đạt hiệu quả kinh tế bitum cải tiến thường được sử dụng kết hợp với các cốt liệu có chất lượng cao trong hỗn hợp đá nhựa thoát nước hoặc ở các khu vực có yêu cầu về tính chống rão hoặc biến dạng đặc biệt. Trong các con đường bình thường không nên dùng vì giá thành của bitum cải tiến còn cao.

Cải tiến đơn giản nhất về tính chống biến dạng có thể đạt được bằng cách sử dụng bột cao su từ lốp ô tô cũ. Các hợp chất mangan hữu cơ, lưu huỳnh và các chất polyme

đẻo nhiệt có thể nâng cao tính dễ thi công trong thời gian đầm lèn và tính chống biến dạng của bê tông asphalt. Nhằm đáp ứng tốt hơn nhu cầu của giao thông, các loại cao su đẻo nhiệt được sử dụng nhằm nâng cao cả tính chống biến dạng và chống rão.

Bitum là vật liệu có tính đàn hồi–đẻo(nhớt). Tính chất này ảnh hưởng nhiều đến các đặc tính kỹ thuật của bê tông asphalt làm đường. Biểu hiện là tính chống biến dạng dư và nứt. Biến dạng của bitum tăng theo thời gian chịu tải và nhiệt độ.

Sự biến dạng do tác động của tải trọng cho thấy phản ứng đàn hồi tức thời xảy ra, sau đó sự tăng lên dẫn đến sự biến dạng theo thời gian cho đến khi tải trọng được loại bỏ. Sau khi bỏ tải, sự biến dạng đàn hồi tức thời được phục hồi ngay. Sự phục hồi tiếp theo xảy ra theo thời gian. Sự phục hồi dần dần theo thời gian của vật liệu được xem như là “tính đàn hồi chậm”. Cuối cùng một sự biến dạng vĩnh viễn còn lại vẫn giữ nguyên mà không thể phục hồi được do tính nhớt trực tiếp gây ra.

Phản ứng với một tải trọng kéo gây ra đối với một thành phần trong vật liệu bitum do tải trọng xe di động gây ra. Ở đây không thể phân biệt được hai thành phần phản ứng đàn hồi, nhưng đã cho thấy một sự biến dạng dư. Khi nhiều tải trọng kéo tác động lên mặt đường sẽ hình thành sự tích lũy lớn, điều này là nguyên nhân tạo nên sự biến dạng dư trên bề mặt đường. Từ những điều trên cho thấy rõ ràng vì sao sự biến dạng xảy ra nhiều hơn khi nhiệt độ môi trường cao, ở những nơi có tốc độ giao thông thấp hoặc ở những khu vực giao thông tĩnh, ở các nút giao thông nơi phương tiện dừng đỗ.

Một trong những vai trò cơ bản của chất cải tiến bitum là tăng tính chịu biến dạng của bê tông asphalt với biến dạng dư khi nhiệt độ mặt đường cao, mà không tác động xấu đến các đặc tính kỹ thuật của bitum hoặc bê tông asphalt ở các nhiệt độ khác. Có thể đạt được điều này bằng cách làm cứng hoá bitum để tổng phản ứng đàn hồi–đẻo (nhớt) của asphalt bị giảm đi với mức độ giảm tương ứng của độ biến dạng dư hoặc bằng cách tăng tính đàn hồi của bitum, do đó giảm biến dạng dẻo (nhớt) mà từ đó làm giảm biến dạng dư.

Tăng độ cứng của bitum làm tăng độ cứng động học của hỗn hợp bê tông asphalt. Do đó cải tiến khả năng phân tán lực của vật liệu và tăng độ bền kết cấu và tuổi thọ thiết kế của con đường hoặc là tạo ra kết cấu có tuổi thọ và độ bền tương tự như với các lớp mỏng hơn. Như vậy với tải trọng không đổi có thể giảm bớt chiều dày của kết cấu áo đường.

2.5.2. PHÂN LOẠI BITUM CẢI TIẾN

Phương pháp chính để chế tạo bitum cải tiến là cho thêm vào bitum các chất bột, các khoáng chất đặc biệt, các sợi khoáng và cao su. Có thể lựa chọn các chất cải biến theo hai yếu tố là tính khả thi và tính kinh tế. Chúng phải đáp ứng được các yêu cầu sau:

Sẵn có;

Không biến chất ở nhiệt độ trộn thảm;

Có thể trộn được vào bitum;

Không làm cho bitum quá nhớt ở nhiệt độ trộn thảm, ở nhiệt độ đầm nén trên bề mặt đường, không làm bitum bị cứng hoặc giòn khi phải làm việc ở nhiệt độ thấp;

Có hiệu quả kinh tế.

Sau khi đã trộn các chất cải tiến (phụ gia), bitum phải có các đặc tính sau:

Giữ các đặc tính kỹ thuật trong thời gian bảo quản, thi công trên mặt đường và khi con đường được đưa vào sử dụng;

Có thể được chế tạo bằng các thiết bị và công nghệ thông thường;

Ổn định về lý-hoá học trong thời gian bảo quản, sử dụng và khai thác;

Đạt được độ nhớt khi trộn và phun ở nhiệt độ sử dụng.

2.5.3. BITUM CÓ PHA THÊM LƯU HUỖNH

Có hai cách sử dụng lưu huỳnh trong bê tông asphalt để làm áo đường. Thứ nhất: asphalt được cho thêm một lượng tương đối nhỏ lưu huỳnh dưới dạng một chất hoà tan trong bitum. Cách gia công thứ hai được biết đến với tên gọi là THERMOPAVE, sử dụng hàm lượng lưu huỳnh cao. Lượng lưu huỳnh dư ra đóng vai trò như một chất khoáng tự rải. Khi trộn với cốt liệu sẽ tạo ra một hỗn hợp rất dễ thi công và khi nguội có khả năng chống biến dạng cao.

Shell cũng đã phát triển một sản phẩm có tên gọi THERMOPATICH đây là một loại asphalt có hàm lượng lưu huỳnh cao để sửa chữa ổ gà, sử dụng để phục hồi đường, có thể sử dụng cho cả đường bê tông asphalt hoặc mặt đường bê tông xi măng. Bitum ở thể lỏng chảy tự do được rót vào lỗ, khe nứt trên mặt đường và bitum nguội đi có thể cho xe chạy ngay. Tuy nhiên bê tông asphalt có sử dụng lưu huỳnh thì lưu huỳnh sẽ có phản ứng với bitum, tùy thuộc vào nhiệt độ và thành phần hoá học của bitum. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng lưu huỳnh chủ yếu phản ứng với thành phần naphthen thơm của bitum, bằng cách cộng thêm vào phần tử hoặc bằng cách ô xy hoá bitum thông qua việc lấy hydro để tạo ra hydro sunfua. Ở khoảng nhiệt độ $119,3^{\circ}\text{C}$ là nhiệt độ điểm sôi của lưu huỳnh đơn nguyên chất và 150°C thì phản ứng chủ yếu là cộng thêm lưu huỳnh vào làm tăng thêm ở vùng chất thơm phân cực và một thay đổi rất nhỏ trong đặc tính lưu biến của bitum. Trên 150°C phản ứng ô xy hoá cạnh tranh tăng lên rõ rệt làm cho hàm lượng nhóm asphalt tăng lên và tác động bất lợi đến các đặc tính của bitum, tương tự như tác động của quá trình sục khí.

Sự tiến triển của hydro sunfua ở nhiệt độ trên 150°C rõ ràng là không thể chấp nhận được. Vì vậy nên thận trọng khi sử dụng bitum lưu huỳnh.

2.5.4. BITUM PHA THÊM CAO SU

Polyputadien, polyisopren, cao su thiên nhiên, cao su butyl, chloropren, styrene-butadien cao su, v.v. tất cả được sử dụng cùng với bitum nhưng tác dụng của chúng làm tăng độ nhớt của bitum. Trong một số trường hợp, cao su được sử dụng ở trạng thái lưu hoá, ví dụ như những mảnh lốp tái chế, nhưng dạng này khó phân tán trong bitum. Vì vậy, cần một nhiệt độ cao và thời gian biến đổi chuyển hoá dài và có thể tạo ra chất liên kết không đồng nhất trong đó chất cao su hoạt động chủ yếu như một chất dẻo.

2.5.5. BITUM THÊM CÁC HỢP CHẤT MANGAN HỮU CƠ

Việc sử dụng hợp chất mangan hữu cơ trong bitum là một phát minh của cả Hoa Kỳ và của Vương quốc Anh. Có thể nâng cao độ bền của vật liệu rải đường bằng cách cho thêm vào bitum một hợp chất mangan hữu cơ, hoặc kết hợp giữa mangan hữu cơ với coban hữu cơ, hay hợp chất đồng hữu cơ. Sản phẩm này được biết đến nhiều dưới

cái tên CHEMCRETE. Sử dụng bitum cải tiến bằng mangan hữu cơ trong asphalt và hỗn hợp đá nhựa được giải thích là cải thiện tính mẫn cảm với nhiệt độ của hỗn hợp và qua đó nâng cao các đặc tính hoá lý của chúng như ổn định Marshall, chống biến dạng dư và độ cứng động học.

Để thúc đẩy hợp chất mangan hữu cơ phân tán nhanh trong bitum, vật liệu được trộn với một chất chứa các chất cải biến khác nhau, thường liên quan đến chủng loại và nồng độ hợp chất hữu cơ kim loại và độ nhớt của dầu làm chất chứa các chất cải biến được sử dụng. Cả hai khía cạnh này cần phải được xem xét để đảm bảo là đã sử dụng các chất cải biến phù hợp cho từng ứng dụng riêng biệt.

Cơ chế được đề xuất trong bằng sáng chế CHEMCRETE là sử dụng các hợp chất có cấu trúc vòng nhất định trong bitum. Mangan xúc tiến việc tạo thành một hợp chất dicetone mà sau đó tạo thành phức chất ổn định. Các phức chất này liên kết chặt chẽ với phân tử bitum, nâng cao tính mẫn cảm với nhiệt độ của bitum và tăng độ bền của hỗn hợp bitum.

Phản ứng lưu hoá phụ thuộc vào sự có mặt ô xy trong bitum, độ dày của lớp bitum và nhiệt độ. Các thí nghiệm được bảo quản bằng CHEMCRETE đã cho thấy rằng một bitum 100 độ chứa 2% theo khối lượng chất cải biến mangan bảo quản ở nhiệt độ 160⁰C trong 28 ngày bị cứng hoá (độ kim lún từ 127 độ xuống còn 100 độ).

Độ ổn định Marshall và thương số độ dẻo được trên hai loại bê tông asphalt mịn được sản xuất từ bitum 100 độ chứa CHEMCRETE, còn lại được sản xuất từ bitum 50 độ thông thường. Đặc tính ban đầu của hai hỗn hợp này là rất giống nhau, tuy nhiên sau 12 tháng độ ổn định Marshall của bê tông asphalt mịn đã tăng lên hơn 400%. Trong thời gian 12 tháng độ dẻo Marshall đã tăng lên 75% dẫn đến một sự tăng lên toàn bộ thương số Marshall hơn 200%. Sự gia tăng độ dẻo Marshall là biểu hiện của kết quả đạt được độ bền trong thời gian lưu hoá. Những cải tiến tương tự đã được xác định bằng cách sử dụng thí nghiệm hình thành vết lún bánh xe trong phòng thí nghiệm trên các mẫu bê tông asphalt lấy từ đoạn đường thí nghiệm. Độ biến dạng ở 45⁰C ngay sau khi rải bê tông đối với asphalt được cải tiến và asphalt thông thường rất giống nhau (5mm/h), tuy nhiên sau 6 tháng độ biến dạng ở asphalt cải tiến đã giảm xuống dưới 1mm/h.

2.5.6. BITUM PHA THÊM CÁC POLYME DẸO NHIỆT

Polyethylen, polypropylen, polyvinyl chlorit, polystyren và ethylen vinyl acetate (EVA) là các polyme dẻo nhiệt chủ yếu đã được kiểm chứng qua các thí nghiệm về các chất liên kết được cải tiến cho đường bộ. Các chất dẻo dưới tác động của nhiệt có đặc tính là mềm đi khi nóng lên và cứng lại khi nguội đi.

Các polyme dẻo nhiệt khi trộn với bitum, khi ở nhiệt độ môi trường bình thường liên kết với bitum và làm tăng độ nhớt của bitum. Tuy nhiên, các chất polyme dẻo nhiệt không làm tăng đáng kể độ đàn hồi của bitum. Khi bị nung nóng chúng có thể tách ra khỏi bitum, mà điều này có thể dẫn đến phân tán thô khi nguội đi. Tuy vậy chấp nhận những hạn chế này việc sử dụng EVA với nồng độ 5% cho bitum có độ kim lún 70 đã trở nên rất thông dụng. Các thí nghiệm ở Việt Nam cũng cho kết quả tương tự.

Chất đồng trùng hợp (co-polymer) EVA là các vật liệu dẻo nhiệt có cấu trúc ngẫu nhiên được sản xuất bằng cách đồng trùng hợp ethylen và vinyl acetat. Các chất đồng trùng hợp có hàm lượng vinyl acetat thấp có đặc tính giống như một polyethylen tỷ trọng thấp. Thành phần vinyl acetat tăng lên thì các đặc tính của chất đồng trùng hợp

thay đổi. Các đặc tính của chất đồng trùng hợp EVA được kiểm soát bởi trọng lượng phân tử và hàm lượng vinyl acetat.

Trọng lượng các phân tử: trọng lượng phân tử của nhiều polyme được xác định theo các đặc tính khác nhau. Tiêu chuẩn thực hiện đối với EVA nhằm xác định nhiệt độ hoá mềm (Melt Flow Index–MFI). Thí nghiệm về độ nhớt ngược lại có liên quan đến trọng lượng phân tử. MFI càng cao trọng lượng phân tử và độ nhớt càng thấp và điều này tương tự như thí nghiệm kim lún đối với bitum–kim lún càng cao thì trọng lượng phân tử trung bình và độ nhớt của bitum càng thấp.

Hàm lượng vinyl acetat: để xác định các tác động chính của vinyl acetat đến các đặc tính của các chất liên kết được cải biến, ta thấy phân polyethylen thông thường của chuỗi có thể xếp rất sát nhau và tạo ra vùng kết tinh. Nó cũng cho thấy các nhóm vinyl acetat lớn phá vỡ sự sắp xếp sát nhau này như thế nào để tạo ra các vùng cao su thơm không kết tinh, vùng tinh thể tương đối cứng, trong khi vòng thơm lại mềm dẻo. Càng nhiều nhóm vinyl acetat (hoặc hàm lượng vinyl acetat càng cao) tỷ lệ vùng mềm dẻo càng cao, và ngược lại tỷ lệ vùng tinh thể càng thấp.

Các chất đồng trùng hợp EVA sẵn có được phân loại bằng MFI và hàm lượng vinyl acetat. Ví dụ EVA có MFI là 150 và hàm lượng vinyl acetat là 19 thì phẩm cấp được ghi là 150/19. Từ các loại chất trùng hợp EVA đa dạng sẵn có, phẩm cấp 150/19 và với qui mô nhỏ hơn các phẩm cấp 45/33 là thông dụng nhất. Chúng thường trộn với bitum 70 độ, các chất đồng trùng hợp EVA dễ được phân tán trong bitum và rất thích hợp với bitum. Chúng ổn định với nhiệt ở nhiệt độ nhào trộn hỗn hợp asphalt thông thường. Tuy vậy, trong quá trình bảo quản tĩnh có thể xảy ra sự phân ly. Do đó, các sản phẩm hỗn hợp được đề xuất cho lưu thông tuần hoàn trước khi sử dụng.

Bảng 2.12. cho thấy những thay đổi phổ biến về độ kim lún và điểm hoá mềm khi cho thêm 5% hai loại phẩm cấp EVA vào bitum 70 độ, các đặc tính Marshall và vệt lún bánh xe của asphalt lu nóng được sản xuất từ các chất liên kết đã được cải tiến.

Bảng 2.12. Tác động của các phẩm cấp EVA 150/19 và 45/33 đến các đặc tính của bitum và asphalt nóng rải lớp mặt đường.

Chất liên kết	Các đặc tính của chất liên kết		Các đặc tính của Marshall			Độ lún bánh xe ở 45 ⁰ C, mm/h
	Kim lún ở 25 ⁰ C, 0.1 mm	Điểm mềm (IP), ⁰ C	Độ ổn định, kN	Độ chảy, mm	Tỷ số, kN/mm	
70 độ	68	49,0	6,3	3,3	1,9	4,4
70độ+5%EVA 50/19	50	66,5	7,6	3,2	2,4	0,8
70độ+5% EVA 45/33	57	58,0	8,0	2,7	3,0	1,0

Các kết quả thí nghiệm vệt lún bánh xe cho thấy độ lún giảm đi 4 lần khi cho thêm EVA của từng phẩm cấp nói trên vào bitum 70. Mức độ chống lại sự biến dạng cũng ít nhạy cảm đáng kể đối với sự thay đổi nhiệt độ. Sự tăng lên của độ ổn định

Marshall là không lớn như một dự đoán dựa trên kết quả thí nghiệm vệt lún bánh xe. Vì vậy, phần lớn các hỗn hợp polyme cải biến được kiểm tra trong thí nghiệm Marshall, các kết quả của thí nghiệm Marshall về các vật liệu cải biến bằng cách cho thêm polyme cần được xem xét một cách thận trọng.

2.5.7. BITUM CHO THÊM CAO SU DẸO NHIỆT

Trong 4 nhóm chất đàn hồi dẻo nóng chính gồm: polyurethane; chất đồng trùng hợp polyetherpolyester; các chất alken đồng trùng hợp; và chất đồng trùng hợp có đoạn styren, các chất đồng trùng hợp có đoạn styren đã được chứng minh là có tiềm năng lớn nhất khi được trộn với bitum.

Chất đồng trùng hợp có đoạn styren thường được gọi là cao su nhiệt dẻo (TR). Cao su nhiệt dẻo có thể được tạo ra bằng cơ chế tạo chuỗi của phản ứng polyme hoá liên tục styren-butadien-styren (SBS) hoặc styren-isopren-styren (SIS). Để tạo ra các polyme nêu trên cần có chất xúc tác trong phản ứng ghép nối. Đối với polyme không chỉ có các chất đồng trùng hợp thẳng mà còn có các chất đồng trùng hợp nhiều nhánh có thể được tạo ra, những chất này thường được gọi là các chất đồng trùng hợp phân nhánh hoặc hình rẽ quạt, hình sao.

Cao su nhiệt dẻo có sức bền và tính đàn hồi do liên kết ngang vật lý của các phân tử trong mạng lưới không gian ba chiều. Điều này có được do liên kết của đoạn styren cuối với các khối riêng rẽ, tạo ra liên kết ngang lý học đối với khối cao su polyisopren hoặc polybutadien ba chiều. Đoạn cuối polystyren sẽ tạo cho polyme có sức bền và đoạn giữa sẽ làm cho vật liệu này có tính đàn hồi đặc biệt.

Ở nhiệt độ trên điểm nhiệt độ hoá thủy tinh của polystyren (100°C), polystyren mềm đi vì liên kết khối yếu đi và thậm chí sẽ bị tách ra dưới tác động của một ứng suất, đến mức độ cho phép gia công dễ dàng. Khi nguội đi, các khối sẽ lại liên kết lại, sức bền và tính đàn hồi sẽ được phục hồi, điều này đồng nghĩa vật liệu này là một chất dẻo nhiệt.

Cho thêm cao su nhiệt dẻo với trọng lượng phân tử bằng hoặc cao hơn các nhóm chất asphalt sẽ làm xáo trộn sự cân bằng pha. Polyme và asphalt “cạnh tranh nhau” về lực hoà tan của malten, nếu không có đủ malten, có thể xảy ra hiện tượng tách pha. Cấu trúc của các hệ thống bitum/polyme thích hợp và không thích hợp được quan sát bằng kính hiển vi. Hệ thống tương thích có cấu trúc đều mịn đồng chất trong khi hệ thống không tương thích có cấu trúc thô đứt quãng.

Sự tách pha hay tính không tương thích có thể được kiểm tra bằng một thí nghiệm bảo quản nóng đơn giản. Các thí nghiệm được thực hiện với mẫu bitum lấy từ đỉnh, một phần ba ở giữa và 1/3 ở đáy bình đựng mẫu.

Các nhân tố chính ảnh hưởng đến độ ổn định các đặc tính kỹ thuật của bitum trong quá trình bảo quản là:

- Số lượng và trọng lượng phân tử của các nhóm chất asphalt;
- Độ thơm của pha malten;
- Lượng polyme có mặt;
- Trọng lượng phân tử và cấu trúc của polyme;

Nhiệt độ bảo quản.

Chất lượng của sự phân tán polyme đạt được bị ảnh hưởng bởi một số yếu tố, nhưng cơ bản là phụ thuộc vào cường độ xé dưới tác động của máy trộn. Khi polyme được cho thêm vào bitum nóng, bitum sẽ ngay lập tức bắt đầu nhập vào các hạt polyme làm cho các chuỗi styren của polyme phồng trương lên và dễ hoà tan hơn. Khi điều đó xảy ra, lực xé đủ lớn sẽ tác động vào các hạt bị trương và sẽ là yếu tố quyết định có thể đạt được để sự phân tán hoàn toàn của các hạt phần tử polyme trong thời gian trộn thực tế. Như vậy, cần sử dụng các máy trộn có lực xé cao hoặc trung bình để phân tán hoàn toàn cao su dẻo nhiệt vào bitum.

*** Các đặc tính của hỗn hợp bitum – cao su dẻo nhiệt**

Hãng Shell Bitumen của Vương quốc Anh đã sản xuất hai loại chất liên kết polyme SBS cải tiến là CARIPHALTE DM và DA.

Bảng 2.13. Các đặc tính kỹ thuật đối với CARIPHALTE DM và CARIPHALTE DA

Thí nghiệm/ chất liên kết	CARIPHALTE DM	CARIPHALTE DA
Độ kim lún ở 25 ⁰ C, dmm	90 ± 20	130 ± 20
Điểm mềm (IP), ⁰ C	85 ± 10	80 ± 10
Độ nhớt Brookfrelđ ở 150 ⁰ C:		
mức độ xé sau 3,36 giây,	10± 4	9 ± 4
Poise	> 50	—
độ kéo dài ở 5 ⁰ C, cm		
Mô đun độ cứng tối thiểu ở 40 ⁰ C:		
thời gian chịu tải sau 1000		
giây với mức độ xé	> 3	—
2,5.10 ⁻⁴ s ⁻¹ , kN/m ²		
Độ ổn định bảo quản:		
sự khác nhau về điểm mềm		
đỉnh xuống đáy sau 7 ngày bảo	< 5	< 5
quản trong một thiết bị hình trụ ở		
160 ⁰ C, ⁰ C		
Hàm lượng polyme, %	7,0 ± 1,0	6,0 ± 1,0

CARIPHALTE DM đã được phát triển để sử dụng trong hỗn hợp bê tông asphalt lu nóng chặt và hỗn hợp bê tông asphalt để cải tiến lớp nền làm bằng bê tông nghèo và mặt đường bê tông cũ đã bị nhiệt độ gây ra một sự dịch chuyển ở lớp bê tông dẫn đến hiện tượng nứt “phản hồi” tới bề mặt đường.

CARIPHALTE DA được phát triển để sử dụng trong hỗn hợp đá nhựa thoát nước và hỗn hợp để rải lớp tạo ma sát.

Các yếu tố về kỹ thuật chi tiết của hai loại chất liên kết này được chi tiết hoá ở bảng 2.13.

Quan hệ giữa độ nhớt và nhiệt độ của CARIPHALTE DM và bitum quánh 50 độ cho thấy rõ là ở nhiệt độ cao của con đường, ví dụ 60⁰C, CARIPHALTE DM cứng hơn đáng kể so với bitum 50 độ và do đó chống biến dạng tốt hơn. Ở nhiệt độ thấp, < 0⁰C, CARIPHALTE DM dẻo hơn bitum 50 độ và do đó chống nứt tốt hơn.

Mức độ cải thiện khả năng chống biến dạng được kiểm tra bằng các thí nghiệm vệt lún bánh xe do cả phòng thí nghiệm đường bộ và vận tải (TRRL) và Shell Research Limited thực hiện, được trình bày ở bảng 2.14. Rõ ràng là có một sự tăng lên đáng kể về khả năng chống biến dạng, tương tự với khả năng chống biến dạng của bitum chịu tải nặng (HD) được phát triển chuyên dụng để chống biến dạng. Những ưu điểm này đã được khẳng định qua các cuộc kiểm nghiệm toàn diện trên thực địa.

Độ dẻo của hỗn hợp bitum đã được định lượng bằng thí nghiệm rão–biến dạng không đổi do TRRL và Shell Research Limited tiến hành. Thí nghiệm mới đã được Shell Research Limited thực hiện trên hỗn hợp bê tông asphalt lu nóng thi công ở 5⁰C với tần số là 50 Hz cho thấy với một phạm vi rộng về tải trọng tác động lên mẫu thí nghiệm CARIPHALTE DM, tuổi thọ rão của mặt đường nâng lên ít nhất là 3 lần.

Bảng 2.14. So sánh mức độ vệt lún bánh xe của mặt đường được rải bằng asphalt lu nóng làm từ bitum 50, HD40 và CARIPHALTE DM

Chất liên kết	Các đặc tính của chất liên kết		Độ lún vệt bánh xe ở 45 ⁰ C mm/h
	Kim lún ở 25 ⁰ C, dmm	Điểm mềm (IP), °C	
50 pen	56	52	3,2
HD40	42	68	0,7
CARIPHALTE DM	34	90	0,7

2.5.8. CÁC BITUM POLYME CHỊU NHIỆT

Các chất polyme chịu nhiệt được sản xuất bằng cách trộn hai thành phần lỏng, thành phần đầu là chất nhựa và phần còn lại chứa chất làm cứng. Hai thành phần này kết hợp với nhau về mặt hoá học để tạo ra một cấu trúc 3 chiều vững chắc. Hợp chất nhựa 2 thành phần này khi trộn với bitum sẽ thể hiện các đặc tính nổi trội của các chất nhựa chịu nhiệt hơn là các đặc tính của bitum. Các loại hợp chất nhựa chịu nhiệt 2 thành phần này đã được phát triển khoảng 30 năm trước đây và hiện nay đang được ứng dụng rộng rãi để bọc phủ bề mặt và làm các chất dính kết.

Những sự khác nhau cơ bản giữa bitum (một chất dẻo nhiệt) và các bitum polyme chịu nhiệt là như sau:

Khi hai thành phần trong bitum polyme chịu nhiệt được trộn thì thời gian sử dụng sản phẩm này sẽ bị giới hạn, thời hạn này phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ, nhiệt độ càng cao thì thời hạn sử dụng càng ngắn.

Sau khi một sản phẩm chịu nhiệt được sử dụng nó tiếp tục được lưu hoá và tăng cường độ và sức bền, tốc độ lưu hoá trên mặt đường phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường.

Khi nhiệt độ tăng lên bitum bị mềm ra và chảy, các bitum polyme chịu nhiệt ít mất cảm với nhiệt độ hơn và trong thực tế không bị tác động của sự thay đổi nhiệt độ trên đường.

Bitum polyme chịu nhiệt là một vật liệu đàn hồi, không thể hiện đặc tính nhớt chảy, ổn định với hoá chất, dung môi, nhiên liệu và dầu.

Ba loại bitum polyme chịu nhiệt được biết đến phổ biến là: Shell grip/spray grip; Erophalt; và Sheli epoxy asphalt. Các loại này đã được sử dụng rộng rãi trên thế giới từ năm 1986. Tuy nhiên, ở Việt Nam đang trong giai đoạn nghiên cứu.

2.5.9. TIÊU CHUẨN 22TCN319-04-2004 GTVT VỀ BITUM POLYME

Có thể tham khảo tiêu chuẩn kỹ thuật vật liệu bitum polyme dùng cho đường ô tô và sân bay được quy định theo 22TCN 319-04-2004 GTVT.

Bảng 2.15. Tiêu chuẩn kỹ thuật vật liệu bitum polyme cho đường ô tô và sân bay (22TCN 319-04-2004)

TT	Các chỉ tiêu	Đơn vị	Trị số tiêu chuẩn theo mác bitum polyme		
			PMB–I	PMB–II	PMB–III
1	Nhiệt độ hoá mềm (phương pháp vòng và bi), min	°C	60	70	80
2	Độ kim lún ở 25 ⁰ C	0.1mm	50–70	40–70	
3	Nhiệt độ bắt lửa, min	°C	230		
4	Lượng tổn thất sau khi đun nóng ở 163 ⁰ C trong 5 giờ, max	%	0.6		
5	Tỷ lệ độ kim lún của nhựa đường sau khi đun nóng ở 163 ⁰ C trong 5 giờ so với độ kim lún ở 25 ⁰ C, min	%	65		
6	Lượng hoà tan trong trichloroethytylen, min	%	99		
7	Khối lượng riêng ở 25 ⁰ C	g/cm ³	1.00–1.05		
8	Độ dính bám với đá, min	cấp độ	cấp 4		
9	Độ đàn hồi (ở 25 ⁰ C mẫu kéo dài 10cm), min	%	60	65	70
10	Độ ổn định lưu trữ (gia nhiệt ở 163 ⁰ C trong 48 giờ, sai khác nhiệt độ hoá mềm của phần trên và dưới của mẫu), max	°C	3.0		
11	Độ nhót ở 135 ⁰ C (nhót kế	Pa.s	3.0		

	Brookfield), max		
--	------------------	--	--

2.6. NHỮ TƯƠNG XÂY DỰNG ĐƯỜNG (22TCN 354–2006)

2.6.1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI NHỮ TƯƠNG

2.6.1.1. Khái niệm

Nhũ tương là một hệ thống keo phức tạp bao gồm hai chất lỏng không hoà tan lẫn nhau. Trong đó, một chất lỏng phân tán trong chất lỏng kia dưới dạng những giọt nhỏ li ti, gọi là pha phân tán, còn chất lỏng kia gọi là môi trường phân tán.

Để cho nhũ tương được ổn định người ta cho thêm vào chất nhũ hóa (chất phụ gia hoạt tính bề mặt). Chất nhũ hóa sẽ hấp phụ trên bề mặt các giọt bitum hay guđrông, làm giảm sức căng bề mặt ở mặt phân chia của bitum hay guđrông với nước. Đồng thời nó tạo ra trên bề mặt các giọt bitum một màng mỏng kết cấu bền vững, có tác dụng ngăn cản sự kết tụ của chúng, làm cho nhũ tương ổn định.

Nhũ tương bitum là một hợp chất gồm hai thành phần dị thể cơ bản là bitum và nước, được gọi là hai pha nước và pha bitum. Bitum được phân tán trong nước dưới dạng các hạt riêng rẽ có đường kính từ 0,1–5 micrôn. Các hạt bitum được giữ ở trạng thái lơ lửng tích điện và được ổn định bằng chất nhũ hoá.

2.6.1.2. Phân loại nhũ tương

Căn cứ vào đặc trưng của pha phân tán và môi trường phân tán, nhũ tương được chia ra hai loại:

Nếu pha phân tán là bitum, còn môi trường phân tán là nước thì gọi là nhũ tương dầu–nước (DN), hay còn gọi là nhũ tương thuận.

Nếu pha phân tán là những giọt nước, còn bitum hay guđrông là môi trường phân tán, thì gọi là nhũ tương nước–dầu (ND), hay còn gọi là nhũ tương nghịch.

Theo khả năng trộn lẫn của nhũ tương với vật liệu khoáng chia nhũ tương ra làm ba loại: 1, 2, 3 (theo quy phạm 18659–81–Nga).

Căn cứ vào chất nhũ hóa, nhũ tương được chia ra làm các loại sau:

Nhũ tương anion hoạt tính (nhũ tương kiềm)–dùng chất nhũ hóa là những muối kiềm của axit béo, axit naftalen, nhựa hay những axit sunfua, độ pH của nhũ tương từ 9–12.

Nhũ tương cation hoạt tính (nhũ tương axit)–dùng chất nhũ hóa là các muối của các chất amôniac bậc bốn, điamin, v.v., độ pH trong nhũ tương này nằm trong giới hạn từ 2–6.

Nhũ tương trung tính (không sinh ra ion)–là nhũ tương dùng chất nhũ hóa không sinh ra ion như opanol (cao su tổng hợp), pôlyizôbutilen v.v. độ pH bằng 7.

Nhũ tương là loại bột nhão khi dùng chất nhũ hóa ở dạng bột vô cơ như bột vôi tôi, đất sét dẻo, trêpen, điatômit.

Thuật ngữ anion và cation để chỉ các điện tích bao quanh các hạt bitum. Hiện tượng này bắt nguồn từ một quy luật cơ bản về điện. Các điện tích cùng dấu đẩy nhau, các điện tích khác dấu hút nhau. Nếu dòng điện chạy qua một dung dịch nhũ tương chứa

hạt bitum tích điện âm, chúng sẽ di chuyển về phía anốt. Bởi vậy nhũ tương này được gọi là nhũ tương anion. Ngược lại các hạt bitum được tích điện dương sẽ di chuyển về phía catốt. Nhũ tương là các hạt trung tính sẽ không di chuyển tới bất kỳ các cực nào. Nhũ tương trung tính rất hiếm khi được sử dụng trong xây dựng đường.

2.6.2. VẬT LIỆU CHẾ TẠO NHŨ TƯƠNG

2.6.2.1. *Chất kết dính*

Để chế tạo nhũ tương, có thể dùng các chất kết dính hữu cơ như bitum dầu mỏ loại đặc, loại lỏng và guđrông than đá xây dựng đường. Khi dùng chất nhũ hóa dạng bột (bột vôi tôi, đất sét) thì có thể dùng các loại mác thấp (số 1–3), còn khi xây dựng mặt đường ở những vùng khí hậu nóng–dùng các loại mác cao (bitum mác số5).

2.6.2.2. *Nước*

Nước dùng để chế tạo nhũ tương khi dùng chất nhũ hóa anion hoạt tính thì phải là nước mềm (nước có độ cứng không lớn hơn 3 mili đương lượng gam/lít).

2.6.2.3. *Chất nhũ hóa*

Chất nhũ hóa là chất hoạt tính bề mặt, những phân tử của nó bao gồm phần không mang cực tính là những gốc hydrô cacbua, và phần mang cực tính. Chất này có khả năng hấp thụ trên bề mặt giọt bitum hay guđrông làm cho nhũ tương ổn định. Khi đó gốc hydrô cacbua (nhóm không mang cực tính), là nhóm kỵ nước, nên nó luôn luôn đến pha có cực tính nhỏ hơn–hướng vào bitum; còn nhóm có cực tính, là nhóm ưa nước, thì hướng vào nước. Do cấu trúc phân tử của chất hoạt tính bề mặt không đối xứng như vậy, nên ở lớp bề mặt, chúng định hướng phù hợp với quy luật cân bằng cực tính, và làm giảm sức căng bề mặt ở mặt phân chia giữa nước và bitum, tức là nó làm giảm sự khác nhau về sức căng bề mặt của bitum và nước.

Chất nhũ hóa được chia ra các loại anion hoạt tính, cation hoạt tính và loại không sinh ra ion.

Chất nhũ hoá anion hoạt tính bao gồm có xà phòng của các axit béo, axit nhựa, axit naftalen và các axit sunfua naftalen.

Chất nhũ hoá cation hoạt tính là những muối của các hợp chất amôniac bậc bốn, các amin bậc nhất, bậc hai và các muối của chúng; các điamin v.v.

Nhóm không sinh ra ion bao gồm các hợp chất không hoà tan trong nước, chủ yếu là các ête.

Ngoài những loại chất nhũ hóa dạng hữu cơ trên ra, khi chế tạo nhũ tương còn dùng chất nhũ hóa dạng bột vô cơ. Những chất nhũ hóa dạng bột vô cơ hay dùng là vôi bột, vôi tôi, đất sét, đất hoàng thổ.

Trong thực tế xây dựng đường, ứng dụng rộng rãi nhất là những chất nhũ hóa anion hoạt tính, để chế tạo nhũ tương thuận.

2.6.3. CÁC CHỈ TIÊU KỸ THUẬT NHŨ TƯƠNG LÀM ĐƯỜNG

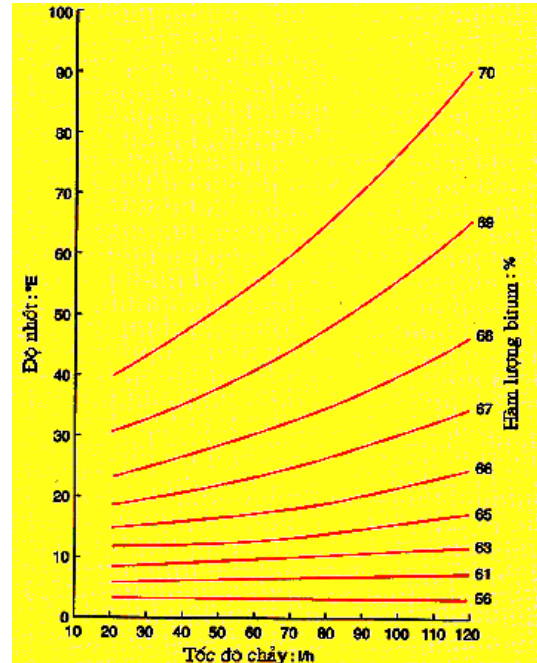
2.6.3.1. Độ nhớt

Nhũ tương làm đường cần có độ nhớt hợp lý để đảm bảo khi sử dụng có thể nhào trộn với vật liệu khoáng hoặc phun được lên bề mặt vật liệu khoáng bằng các thiết bị phun.

Độ nhớt của nhũ tương thường được xác định bằng nhớt kế tiêu chuẩn (xem mục 2.4.2) hay nhớt kế Engler. Độ nhớt của nhũ tương thường dao động trong phạm vi sau:

$$C_{20}^3 = 5-50 \text{ sec.}$$

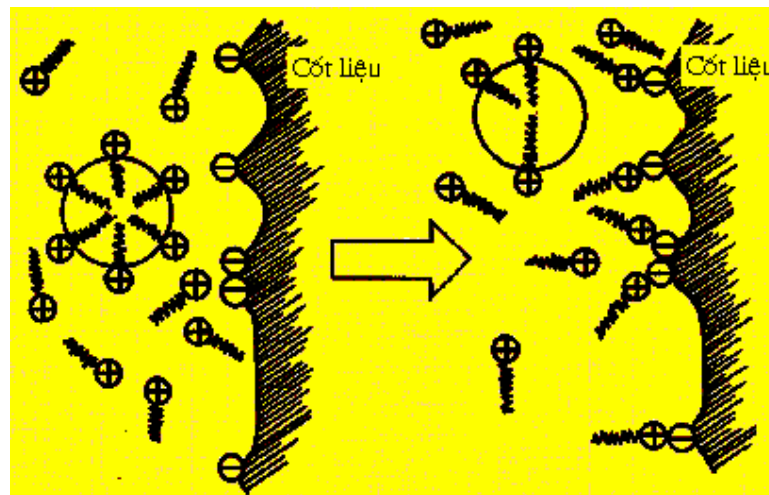
Tăng độ nhớt của nhũ tương bằng cách tăng tỷ lệ bitum, thay đổi dung dịch nhũ hoá hoặc giảm độ nhớt của bitum. Hình 2.11. mô tả mối quan hệ giữa độ nhớt của nhũ tương với hàm lượng của bitum.



2.6.3.2. Độ phân tách

Nhũ tương sau khi thi công phải tách nước nhanh và dính bám tốt với bề mặt vật liệu khoáng vật. Hình 2.12. mô tả quá trình phân tách và dính bám với bề mặt vật liệu khoáng của nhũ tương.

Hình 2.11. Độ nhớt của nhũ tương (độ Engler) là một hàm của tốc độ chảy với các hàm lượng bitum khác nhau.



Hình 2.12. Sơ đồ mô tả quá trình phân tách và dính bám với bề mặt vật liệu khoáng của nhũ tương.

Độ phân tách được xác định bằng hệ số:

$$P = \frac{N_1}{N_2} \times 100, \% \quad (2.6)$$

trong đó: N_1 —lượng nhựa còn lại sau khi thí nghiệm

N_2 —lượng nhựa trên mặt sỏi trước khi thí nghiệm.

Thí nghiệm được tiến hành như sau: Nhúng sỏi có đường kính từ 6 đến 12mm vào nhũ tương trong 2 phút, để ngoài không khí 30 phút, rửa mẫu trong nước 15 phút

$P = 100-50, \%$, phân tách nhanh

$P = 10-50, \%$, phân tách vừa

P nhỏ hơn 10, %, phân tách chậm.

2.6.3.3. Tính ổn định khi vận chuyển và bảo quản

Tính ổn định khi bảo quản đặc trưng cho khả năng của nhũ tương bảo toàn được các tính chất khi nhiệt độ thay đổi, nghĩa là nó không lắng đọng, không tạo thành lớp vỏ và bảo toàn tính đồng nhất trong một khoảng thời gian nhất định. Tính ổn định thường được xác định sau 7 và 30 ngày bảo quản (theo tiêu chuẩn 18659–81 Liên Xô cũ). Các loại nhũ tương có thành phần khác nhau có thể ổn định trong lúc bảo quản ở nhiệt độ từ +3°C đến +40°C trong 30 ngày.

Tính ổn định khi vận chuyển hay khi chịu tác dụng của ngoại lực được xác định bằng khả năng của nhũ tương bảo toàn tính chất khi chuyên chở và khi thi công.

Để xác định tính ổn định khi bảo quản và khi vận chuyển, lấy nhũ tương đã bảo quản sau 7 ngày và 30 ngày cho chảy qua sàng có kích thước lỗ sàng 0,14mm. Yêu cầu là lượng sót trên sàng không quá 0,1% theo khối lượng và đảm bảo các tính chất khác theo tiêu chuẩn Nhà nước.

Tính ổn định khi vận chuyển được kiểm tra theo các tính chất của bitum sau 2 giờ vận chuyển phải đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật.

Nhũ tương có độ nhớt cao, tỷ lệ chất nhũ hoá cao, có kích thước hạt đồng đều sẽ ổn định khi bảo quản.

2.6.3.4. Tính dính bám của màng chất dính kết với bề mặt vật liệu khoáng

Tính dính bám được kiểm tra bằng trị số bề mặt của đá dăm vẫn còn được phủ nhũ tương sau khi rửa các mẫu thử sau khi nhúng vào nhũ tương bằng nước ở nhiệt độ 100°C. Trị số bề mặt phải không nhỏ hơn 75% (với nhũ tương anion) và không nhỏ hơn 95% (với nhũ tương cation).

2.6.3.5 Tính chất phần còn lại sau khi chưng cất

Sau khi chưng cất ở nhiệt độ 360°C, cho phần dung môi bay hơi hết, tính chất của phần còn lại phải phù hợp với tiêu chuẩn như với bitum lỏng.

2.6.4. THÀNH PHẦN CỦA NHỮ TƯƠNG VIỆT NAM

Ở Việt nam đã bước đầu nghiên cứu thành công một số nhũ tương thuận loại kiềm, dùng chất nhũ hoá anion hoạt tính như xà phòng bột, dầu gai, dầu sỡ, dầu trầu, v.v. thành phần của nhũ tương như sau:

50% bitum số 5 + 50% nước + (0,5–1)% xà phòng bột + (0,1–0,15)% NaOH.

50% bitum số 5 + 50% nước + (0,5–1,2)% dầu thực vật + (0,2–0,3)% NaOH.

Ngoài ra, khi cần chế tạo nhũ tương có thể tham khảo thành phần nhũ tương của Nga (Tiêu chuẩn 18659–81), của Mỹ ASTM, v.v.

2.6.5. CÁC YÊU CẦU VỀ NHỮ TƯƠNG CỦA MỸ (EMULSIFIED ASPHALT)

Ở Mỹ có nhiều loại nhũ tương nhựa, chủ yếu thường dùng trong xây dựng đường là nhũ tương anion (AEA) và nhũ tương cation (CEA). Mỗi loại nhũ tương nhựa được chia ra nhiều cấp theo tốc độ phân tích và độ nhớt. Các yêu cầu về tính chất cơ lý của nhũ tương được ghi trong bảng 2.16.

Bảng 2.16. Các yêu cầu kỹ thuật của nhũ tương.

Các chỉ tiêu	Cấp					Ký hiệu thí nghiệm
	Phân tách nhanh		Phân tách vừa	Phân tách chậm		
	RS-1	RS-2	MS-2	SS-1	SS-1h	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1– Độ nhớt Furol ở 77°F, scc	20 –100	–	100+	20–100	20–100	22TCN 254–2006
2– Độ nhớt Furol ở 122°F, scc	–	75–400	–	–	–	cũng quy định tương tự
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
3–Bã nhựa sau khi cất, % theo khối lượng	54+	62+	62+	57+	57+	D224–T59
4–Lắng đọng 5 ngày, khác nhau giữa lớp trên và lớp dưới, %	3–	3–	3–	3–	3–	
5–Độ khử nhũ: – Khi dùng 35ml 0,02N CaCl ₂ ,%	60+	50+	–	–	–	

– Khi dùng 50ml của 0,01N CaCl ₂ , %	–	–	30–	–	–	
6–Thí nghiệm rây (phần trên rây N°20), %	0,10–	0,10–	0,10–	0,10–	0,10–	
7–Thí nghiệm trộn với xi măng, %	–	–	–	2,0–	2,0–	D5–T49
8–Thí nghiệm trên bã nhựa sau khi trung cất nhũ tương nhựa:						
–Độ kim lún, 77°F, 100g, 5s	100–200	100–200	100–200	100–200	40–90	D2042–T44
–Độ hoà tan trong Trichloroethylene, %	97,5+	97,5+	97,5+	97,5+	90,5+	D113–T51
–Độ kéo dài, 77°F, cm	40+	40+	40+	40+	40+	
9–Hàm lượng bitum, %	60+	65+	65+	57+	57+	
10–Hàm lượng dầu, %	3–	3–	12–	–	–	

2.6.6. ỨNG DỤNG CỦA NHŨ TƯƠNG BITUM LÀM ĐƯỜNG

2.6.6.1. Nhũ tương bitum làm đường

Hỗn hợp nhũ tương bitum cốt liệu được sản xuất và sử dụng ở Pháp từ những năm 50 và được sử dụng phổ biến ở châu Âu, châu Phi, Mỹ cho đến ngày nay. Chúng loại hỗn hợp chủ yếu là đá nhựa nhũ tương được sử dụng để làm lớp móng trên của đường bộ. Tuy nhiên, một số loại hỗn hợp được sản xuất từ nhũ tương bitum dành cho rải lớp trên của mặt đường cũng đã được áp dụng thành công.

Một vấn đề quan trọng khi sử dụng nhũ tương bitum trong hỗn hợp làm đường là cần tạo ra độ rỗng tương đối cao để nước có thể thoát nhanh trong quá trình đầm nén và khi con đường đã đi vào hoạt động. Hơn nữa độ bền của mặt đường được gia công với hỗn hợp nhũ tương–cốt liệu được hình thành tương đối chậm. Vì cả hai lý do này mà

các hỗn hợp nhũ tương–cốt liệu chỉ phù hợp với các con đường chịu tải nhỏ. Do vậy, loại vật liệu này chỉ được sử dụng rất hạn chế.

Trước đây, các hỗn hợp đá nhựa đông kết chậm hoặc được sản xuất với việc sử dụng một phẩm cấp bitum lỏng với nhiều loại dầu pha khác nhau. Các vật liệu này chủ yếu được sử dụng cho việc duy tu sửa chữa đường. Sự phát triển của các nhũ tương phủ cốt liệu đã tạo ra một số loại hỗn hợp nhũ tương–cốt liệu dùng cho những mục đích đặc thù trong xây dựng đường giao thông.

Một ứng dụng khác của nhũ tương bitum trong hỗn hợp làm đường là khôi phục mặt đường theo phương pháp trộn nguội tại chỗ. Máy làm đường liên hợp được sử dụng để bóc lớp mặt đường, rồi nghiền lớp bóc mặt đường thành các hạt cốt liệu theo kích cỡ yêu cầu và sàng lọc để loại bỏ các hạt không đúng kích thước. Sau đó cốt liệu tái chế được phun một lớp nhũ tương, sau mỗi lần phun nhũ tương thiết bị đảo lớp cốt liệu được sử dụng để nhũ tương bám dính đều với cốt liệu. Quá trình phun và đảo lại khoảng từ 2 đến 3 lần. Tiếp theo, xe lu trọng lượng 8–10 tấn được sử dụng để đầm nén lớp nhũ tương–cốt liệu và cuối cùng mặt đường được láng một hỗn hợp mịn chống thấm.

Nhũ tương bitum cũng được sử dụng làm lớp dính bám. Đó là một kỹ thuật đã được áp dụng để đảm bảo sự liên kết bám dính giữa các lớp của mặt đường.

2.6.6.2. Các ứng dụng khác của nhũ tương bitum.

Có thể sử dụng nhũ tương để làm ổn định đất, chống thấm, lớp phủ bảo vệ, trám khe các khe hở và làm lớp chống thấm.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Khái niệm và phân loại bitum làm đường
2. Thành phần và cấu trúc của bitum
3. Các tính chất của bitum dầu mỏ quánh xây dựng đường
4. Thành phần và các tính chất của bitum lỏng làm đường
5. Các loại bitum cải tiến làm đường
6. Thành phần và các tính chất của nhũ tương xây dựng đường

Chương 3

CỐT LIỆU CHO BÊ TÔNG ASPHALT

3.1. MỞ ĐẦU

Cốt liệu đóng vai trò rất quan trọng trong hỗn hợp bê tông asphalt. Nó chiếm khoảng 92 đến 96 % tổng khối lượng vật liệu trong bê tông asphalt và chiếm khoảng trên 30% giá thành của kết cấu mặt đường. Vì vậy, nó ảnh hưởng khá nhiều tới giá thành của kết cấu mặt đường.

Cốt liệu chủ yếu của bê tông asphalt là đá dăm (hoặc sỏi), cát (cát tự nhiên hoặc cát nghiền), bột đá vôi, các cốt liệu nhân tạo (sỏi keramdit, xi lò cao, xi măng), hoặc các vật liệu thải khác.

3.2. PHÂN LOẠI VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT CỐT LIỆU.

3.2.1. PHÂN LOẠI

Cốt liệu bao gồm các loại cát, sỏi, đá nghiền, xi, hay thành phần vật liệu khoáng khác. Chúng có thể được nhào trộn với nhau và sử dụng cùng với chất kết dính hữu cơ để tạo thành vật liệu bê tông asphalt.

Cốt liệu có thể phân loại theo nguồn gốc tự nhiên hay nhân tạo. Cốt liệu tự nhiên được lấy tự nhiên và trong quá trình khai thác, sản xuất không làm thay đổi bản chất của chúng, chỉ sử dụng cách nghiền, đẽo, sàng hay rửa. Trong nhóm này, đá dăm, sỏi và cát là phổ biến nhất, mặc dù có thể có thêm đá bột, đá vỏ sò, quặng sắt, và đá vôi. Cốt liệu nhân tạo bao gồm xi lò cao, đất sét nung, cốt liệu nhẹ, và các vật liệu thải.

Theo đường kính lớn nhất, cốt liệu được chia ra 2 loại: hạt mịn và hạt lớn. Loại hạt lớn là hạt phần lớn nằm trên sàng No8(2.36 mm). Loại hạt mịn phần lớn lọt qua sàng 2.36 mm.

Kích thước các mắt sàng, mm, cho cốt liệu bê tông asphalt như sau: 50; 37,5; 25; 19; 12,5; 9,5; 4,75; 2,36; 1,18; 0,6; 0,3; 0,15; 0,075.

Tuỳ theo loại bê tông asphalt có thể dùng các đường kính lớn nhất khác nhau và có thành phần cấp phối hạt khác nhau được quy định theo các tiêu chuẩn kỹ thuật.

Theo tiêu chuẩn Châu Âu EN 13043–2002 kích thước cỡ sàng ghi ở bảng 3.1.

Bảng 3.1. Các loại cỡ sàng để phân loại các cỡ hạt cốt liệu cho bê tông asphalt (EN 13043–2002)

Bộ sàng cơ bản, cỡ sàng, mm	Loại 1, cỡ sàng, mm	Loại 2, cỡ sàng, mm
(1)	(2)	(3)
0	0	0
1	1	1
2	2	2
(1)	(2)	(3)
4	4	4
–	5.6 (5)	–
–	–	6.3 (6)
8	8	8
–	–	10
–	11.2	–
–	–	12.5
–	–	14

16	16	16
–	–	20
–	22.4 (22)	–
31.5 (32)	31.5 (32)	31.5
–	–	40
–	45	–
63	63	63

Thành phần hạt được quy định theo EN 9331–1997 phụ thuộc vào tỷ lệ d/D (trong đó D và d là đường kính cỡ sàng lớn và nhỏ nhất của bộ sàng), và được quy định ở bảng 3.2 và 3.3.

Bảng 3.2. Các yêu cầu về thành phần hạt cốt liệu

Cốt liệu	Cỡ sàng, mm	Lượng lọt sàng theo khối lượng, %					Ký hiệu
		2D	1.4D	D	d	d/2	
Thô	$D > 2$	100	100	90–99	0–10	0–2	$G_C90/10$
		100	98–100	90–99	0–15	0–5	$G_C90/15$
		100	98–100	90–99	0–20	0–5	$G_C90/20$
		100	98–100	85–99	0–15	0–2	$G_C85/15$
		100	98–100	85–99	0–20	0–5	$G_C85/20$
		100	98–100	85–99	0–35	0–5	$G_C85/35$
Hạt mịn	$D \leq 2$	100	–	85–99	–	–	G_F85
Hỗn hợp	$D \leq 45$ và $d=0$	100	98–100	90–99	–	–	G_A90
		100	98–100	85–99			G_A85

Bảng 3.3. Các giới hạn chung và dung sai cho cấp phối hỗn hợp hạt thô tại cỡ sàng trung gian.

D/d	Cỡ sàng trung gian, mm	Giới hạn phần trăm lọt theo khối lượng		Ký hiệu
		Giới hạn	Dung sai	
<4	D/1.4	25–80	± 15	$G_{25/15}$
		20–70	± 15	$G_{20/15}$
≥ 4	D/2	20–70	± 17.5	$G_{20/17.5}$

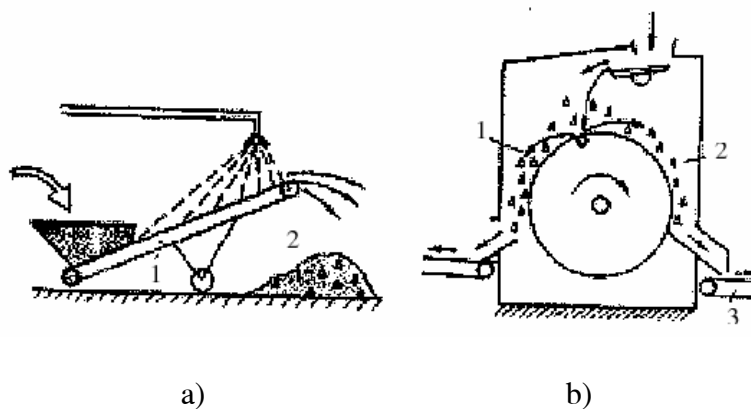
3.2.2. QUÁ TRÌNH KHAI THÁC, SẢN XUẤT CỐT LIỆU

Nguyên tắc cơ bản nhất của quá trình khai thác, gia công cốt liệu là đạt được chất lượng cốt liệu cao nhất với giá thành hợp lý. Quá trình khai thác, gia công gồm các bước: đào, vận chuyển, rửa, nghiền, sàng phân loại, đánh giá chất lượng vật liệu và kết thúc bằng giai đoạn cất vào kho hay chuyển ra công trường.

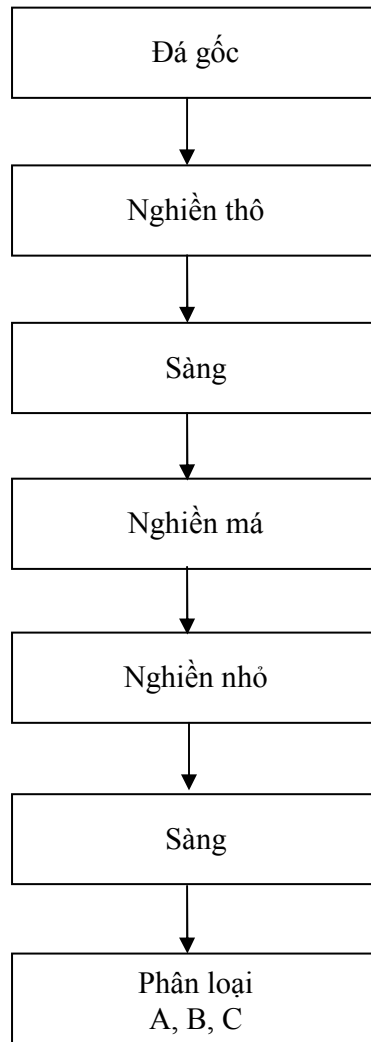
Sau khi cốt liệu đã được khai thác, chúng được chở bằng băng tải, tàu hoả, xe tải đến nơi xử lý, chế tạo. Công nghệ chế tạo thường theo các bước sau:

Rửa sạch: Quá trình xử lý đầu tiên là loại bỏ các vật liệu không thể chấp nhận được. Những vật liệu bị loại bỏ là những vật liệu có thể làm giảm chất lượng đến sản phẩm cuối cùng nếu sử dụng loại cốt liệu đó. Một phương pháp loại bỏ vật liệu (sét, bùn, lá cây v.v...) là rửa cốt liệu. Có thể sử dụng băng chuyền, vận chuyển cốt liệu thẳng qua hệ thống vòi phun nước để rửa cốt liệu.

Nghiền nhỏ: Quá trình tiếp theo là làm giảm kích thước của đá hay sỏi. Trong quá trình này có thể sử dụng rất nhiều loại máy nghiền. Loại cũ nhất là loại máy nghiền có một má nghiền cố định và một má nghiền di động, nó thích hợp đối với tất cả các loại đá cứng. Loại máy mới là máy nghiền má kết hợp với máy nghiền trục có công suất lớn hơn. Các loại máy nghiền thường giảm kích thước đá với tỷ lệ 6:1 hoặc thấp hơn. Có thể sử dụng các loại nghiền sàng di động hoặc trạm tĩnh với kích thước của đá ban đầu từ 340–510 mm và năng suất từ 6.5–100 m³/h. Các loại máy thường dùng ở Việt Nam được chế tạo tại Trung Quốc, Nga, Nhật Bản và Mỹ.



Hình 3.1. Sơ đồ công nghệ rửa (a) và nghiền đá (b)



Hình 3.2. Sơ đồ các bước bố trí trạm nghiền sàng di động

Các sàng rung được sử dụng đối với cốt liệu lớn và dụng cụ phân loại thủy lực đối với cốt liệu nhỏ. Trong quá trình sàng khoảng 70% vật liệu lọt qua sàng và trong quá trình sàng có thể loại bớt một số hạt quá lớn. Lỗ sàng có hình vuông hoặc hình tròn.

Phân loại theo kích thước, nguồn gốc cốt liệu: Sỏi bao gồm các hạt tròn tự nhiên do quá trình phong hoá hoặc mài mòn của đá hay do quá trình cuội kết. Cát bao gồm các viên đá bị phong hoá tự nhiên; những hạt cốt liệu nói chung có hình dáng góc cạnh nhưng phải chịu ảnh hưởng của môi trường, thời tiết. Cát là loại cốt liệu mịn thu được từ tự nhiên do quá trình phong hoá, mài mòn đá hay quá trình gia công các loại đá sa thạch dễ vỡ. Đá nghiền là một sản phẩm của quá trình nghiền (nhân tạo) đá tảng, đá cuội. Cát nghiền chính là đá nghiền có kích thước nhỏ tương ứng với kích thước của cát tự nhiên. Sỏi và đá nghiền được coi là cốt liệu lớn.

Cốt liệu có hình dạng rất khác nhau. Sỏi có bề mặt trơn nhẵn, trong khi đá nghiền có bề mặt xù xì. Cốt liệu còn có sự khác biệt rất lớn về độ rỗng. Đá nghiền và sỏi có độ rỗng thấp.

3.3. CỐT LIỆU NHÂN TẠO

Cốt liệu nhân tạo do con người chế tạo ra. Một trong số đó là xỉ lò cao (được làm nguội bằng không khí) (air-cooled blast-furnace slag). Chúng là một loại cốt liệu nhân tạo được sử dụng phổ biến trong xây dựng đường cao tốc. Tiêu chuẩn ASTM C125 về bê tông và cốt liệu bê tông (Concrete and Concrete Aggregates) xác định rằng xỉ lò cao nguội trong không khí là loại vật liệu thu được do sự rắn chắc lại của xỉ lò cao nóng chảy trong môi trường không khí. Quá trình làm nguội có thể được làm tăng nhanh bằng cách phun nước vào bề mặt đã hoá cứng. Xỉ lò cao được coi là sản phẩm không chứa kim loại (non-metallic), chúng chủ yếu là silicat và aluminosilicat canxi và những thành phần khác. Chúng được hình thành trong điều kiện nóng chảy cùng với sắt trong lò cao. Việc sử dụng cốt liệu nhân tạo này trong công nghiệp là không phổ biến. Một số loại xỉ lò cao nhẹ hơn cốt liệu tự nhiên, nó có khối lượng riêng từ $2.0 - 2.5 \text{ g/cm}^3$ trong khi cốt liệu tự nhiên có khối lượng riêng từ $2.3 - 3.2 \text{ g/cm}^3$.

Mặc dù khái niệm về cốt liệu nhân tạo đưa ra ở đây là khá đầy đủ trong hầu hết mọi trường hợp, nhưng vẫn có cách phân loại cốt liệu nhân tạo như là một sản phẩm trực tiếp chứ không phải là sản phẩm gián tiếp (sản phẩm thừa). Theo nghĩa này, xỉ là một loại cốt liệu nhân tạo thực sự được chế tạo ra có mục đích. Cốt liệu nhẹ được coi là cốt liệu nhân tạo. Cốt liệu nhẹ có thể là xỉ than, đất sét nung, đá vôi sò hay xỉ quặng. Những loại cốt liệu này được sử dụng để sản xuất bê tông nhẹ nơi mà tải trọng bản thân đóng vai trò quan trọng.

3.4. SỬ DỤNG CỐT LIỆU ĐỊA PHƯƠNG

Trong nhiều vùng ở Việt Nam, cốt liệu tốt khan hiếm và giá chuyên chở đến nơi sử dụng rất đắt. Khi đó, cốt liệu địa phương có thể được xem xét sử dụng. Tuy nhiên, phải loại bỏ một số vật liệu có chất lượng kém để cốt liệu tuân thủ theo tiêu chuẩn. Trong một số trường hợp có thể tận dụng cốt liệu để đạt được những sản phẩm kinh tế.

Khi tận dụng cốt liệu địa phương cần phải tiến hành một số quá trình: rửa; phân tách cốt liệu nặng; phân tách các thành phần hạt mềm yếu; và sàng.

Cốt liệu xấu được rửa để loại bỏ lớp phủ bên ngoài hay thay đổi cấp phối. Lượng hạt mịn có thể được loại bỏ bằng cách xối nước vào trong khi sàng hoặc sử dụng các thùng rửa đặc biệt. Định luật Stock có thể được sử dụng để loại bỏ những hạt mịn. Khi dùng nước ở 77°F (25°C) và dùng cát có khối lượng riêng 2.65, thì định luật Stock như sau:

$$V = 9000D^2 \quad (3.1)$$

trong đó: V – tốc độ dòng chảy

D – đường kính hạt

Vì vậy nếu cát được đưa vào ở đầu một thùng chứa dài, thì dòng nước có thể phân chia riêng các kích cỡ hạt ra.

Phân tách cốt liệu nặng sử dụng nguyên tắc trọng lượng riêng của những vật liệu bị loại bỏ nhẹ hơn trọng lượng riêng của những vật liệu tốt. Phương pháp này gắn liền với phương pháp quấy trong thùng nước “sink float method”. Khi quấy thì manhetit và

ferrosilicat sẽ lơ lửng trong nước. Những vật liệu cần loại bỏ có trọng lượng riêng nhỏ, nổi trong nước còn vật liệu tốt sẽ chìm xuống đáy thùng chứa.

Phương pháp rung có thể được sử dụng để phân tách các vật liệu hạt nặng nhưng mềm. Cốt liệu rơi xuống từ một máng nghiêng, và chất lượng của chúng được đo bởi khoảng cách chúng nảy lên khỏi bề mặt. Các hòn đá nảy lên được lựa chọn theo 3 ngăn riêng biệt, chúng được đặt hợp lý để thu được những hạt dựa vào khả năng nảy lên của chúng. Những viên yếu, mềm, dễ vỡ chỉ nảy lên một đoạn thấp còn những viên cốt liệu tốt nảy lên cao hơn. Quá trình phân tách thành phần mềm sẽ loại bỏ những hạt mềm yếu. Quá trình này không loại bỏ những hạt có môđun đàn hồi lớn. Do vậy phương pháp này cần tiến hành cùng với phương pháp phân tách cốt liệu nặng để đảm bảo loại bỏ hết tất cả cốt liệu kém.

3.5. NGUYÊN LÝ VỀ CỐT LIỆU ĐỂ CHẾ TẠO BÊ TÔNG ASPHALT

3.5.1. TÍNH CHẤT CỦA CỐT LIỆU CHẾ TẠO BÊ TÔNG ASPHALT

Ảnh hưởng của cốt liệu đến tính chất và khả năng chịu lực của hỗn hợp bê tông asphalt là rất lớn. Cốt liệu lý tưởng cho hỗn hợp bê tông asphalt phải có cấp phối hợp lý, cường độ, khả năng chịu hao mòn lớn và hình dạng góc cạnh. Những tính chất khác bao gồm độ rỗng thấp, bề mặt xù xì, không bị bẩn, và có tính ghét nước. Bảng 3.4 và 3.5 đưa ra một số các đặc tính chủ yếu của cốt liệu dùng cho hỗn hợp bê tông asphalt.

Cấp phối, cường độ, độ hao mòn, và hình dạng của cốt liệu là rất quan trọng ảnh hưởng đến sự ổn định của kết cấu. Độ rỗng và đặc trưng bề mặt vật liệu khoáng ảnh hưởng rất lớn đối với mối liên kết giữa bitum và bề mặt vật liệu khoáng. Chất kết dính asphalt hay các sản phẩm của nó phải dính chặt vào cốt liệu và đồng thời phải bao phủ toàn bộ bề mặt cốt liệu. Nếu cốt liệu có độ rỗng thấp và trơn nhẵn chất kết dính asphalt không thể dính vào cốt liệu. Sự dính bám trở thành một chỉ tiêu rất quan trọng khi hỗn hợp bê tông bị đặt trong môi trường nước. Nếu cốt liệu rất dễ thấm ướt, nước sẽ cạnh tranh với bitum để ngấm vào bề mặt cốt liệu và cốt liệu sẽ bị tách ra không dính vào bitum. Hiện tượng này đã được biết và nó được gọi là sự bong, tróc của bitum với vật liệu khoáng.

Bảng 3.4. Các tính chất vật lý của một số loại đá

Loại đá	Khối lượng thể tích, g/cm ³	Độ hút nước %	Độ hao mòn khi dùng máy, %		Độ mài mòn, g/cm ²	Độ bền dai, va chạm, N.m
			Devan	Los Angelet		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Đá magma						
Granit	2.65	0.3	4.3	38	18	9
Syenit	2.74	0.4	4.1	24	18	14
Diorit	2.92	0.3	3.1	—	18	15
Gabro	2.96	0.3	3.0	18	18	14
Peridotit	3.31	0.3	4.1	—	15	9

Felsit	2.66	0.8	3.8	18	18	17
Bazan	2.86	0.5	3.1	14	17	19
Diaba	2.96	0.3	2.6	18	18	20
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Đá trầm tích						
Đá vôi	2.66	0.9	5.7	26	14	8
Đôlomit	2.70	1.1	5.5	25	14	9
Đá phiến sét	1.85–2.5	–	–	–	–	–
Đá sa thạch	2.54	1.8	7.0	38	15	11
Đá phiến silic	2.50	1.6	8.4	26	19	12
Cuội kết	2.68	1.2	10.0	–	16	8
Breccia	2.59	1.8	6.4	–	17	11
Đá biến chất						
Đá gonalai	2.74	0.3	5.9	45	18	9
Đá diệp thạch	2.85	0.4	5.5	38	17	12
Amphibôn	3.02	0.4	3.9	35	16	14
Đá phiến slate	2.74	0.5	4.7	20	15	18
Đá quăczit	2.69	0.3	3.3	28	19	16
Đá hoa	2.63	0.2	6.3	47	13	6
Đá Secpentin	2.62	0.9	6.3	19	15	14

Ghi chú:

Cột 2 vật liệu được nhúng ngập trong nước tại áp suất khí quyển và nhiệt độ thường;

Cột 3 lấy theo AASHTO T3 hay ASTM D289;

Cột 4 lấy theo AASHTO T96 hay ASTM C131;

Cột 5 lấy theo “Dorry hardness test U.S Dept. Agr. Bull 949”;

Cột 6 lấy theo AASHTO T5 hay ASTM D3a.

Bảng 3.5. Các yêu cầu kỹ thuật của một số loại đá

Loại đá	Cường độ	Độ bền	Ổn định hoá chất	Đặc trưng bề mặt	Tồn tại hạt có chất lượng thấp	Hình dạng sau khi nghiền
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Đá magma						
Granit, syenit, diorit	Tốt	Tốt	Tốt	Tốt	Có thể	Tốt
Felsit	Tốt	Tốt	Chưa rõ	TB	Có thể	TB
Bazan, diaba, gabro	Tốt	Tốt	Tốt	Tốt	Hiếm gặp	TB

Peridotit	Tốt	TB	Chưa rõ	Tốt	Có thể	Tốt
Đá trầm tích						
Đá vôi, đolomit	TB	TB	Tốt	Tốt	Có thể	Tốt
Đá sa thạch	TB	TB	Tốt	Tốt	Hiếm gặp	Tốt
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Đá phiến silic	Tốt	Kém	Kém	TB	ít gặp	Kém
Cuội kết, breccia	TB	TB	Tốt	Tốt	Hiếm gặp	TB
Đá phiến sét	Kém	Kém	–	Tốt	Có thể	TB
Đá biến chất						
Đá gơnai, diệp thạch	Tốt	Tốt	Tốt	Tốt	Hiếm gặp	Tốt
Đá quarczit	Tốt	Tốt	Tốt	Tốt	Hiếm gặp	TB
Đá hoa	TB	Tốt	Tốt	Tốt	Có thể	Tốt
Đá secpentin	TB	TB	Tốt	TB	Có thể	TB
Đá amphibôn	Tốt	Tốt	Tốt	Tốt	Hiếm gặp	TB
Đá phiến slate	Tốt	Tốt	Tốt	TB	Hiếm gặp	Kém

3.5.2. ĐÁ DẪM HAY SỎI

Chất lượng đá dăm hay sỏi về cường độ, tính đồng nhất, hình dạng, trạng thái bề mặt, thành phần khoáng vật, v.v. có ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng của bê tông asphalt.

Đá dăm dùng để chế tạo bê tông asphalt có thể là đá dăm sản xuất từ đá thiên nhiên, đá dăm chế tạo từ cuội, hoặc đá dăm chế tạo từ xỉ lò cao, nhưng phải phù hợp với các yêu cầu của tiêu chuẩn. Không cho phép dùng đá dăm chế tạo từ đá vôi sét, sa thạch sét và phiến thạch sét. Các tiêu chuẩn thử nghiệm vật liệu đá được trình bày trong bảng 3.6.

Bảng 3.6. Các tiêu chuẩn thí nghiệm đá làm bê tông asphalt

TT	Nội dung	Tiêu chuẩn Việt Nam	Tiêu chuẩn Mỹ		Ghi chú
			ASTM	AASHTO	
a. Cát					
1	Xác định hàm lượng chung bụi bùn sét (hạt <0.05mm)	TCVN 343–86	C117	T11	
2	Xác định hàm lượng chung bụi bùn sét (hạt <0.005mm)	TCVN 343–86	C142	T112	
3	Xác định tạp chất hữu cơ	TCVN 345–86	C40	T21	
b. Đá dăm, sỏi cuội					
1	Các yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử của đá dăm, sỏi (cường độ kháng ép, độ	TCVN 1771–87 và 1772–87	C566	T255	

	dập vỡ, độ hao mòn...)				
2	Độ hao mòn Los Angeles	—	C131	T96	

Thành phần hạt của đá dăm hay sỏi được phân ra ba nhóm, gồm: 20 – 40; 10 – 20 và 5–10 mm (TCVN). Theo tiêu chuẩn Mỹ từ 3/8 in đến 21/2 in.

Tùy theo cường độ chịu nén của đá gốc mà đá dăm dùng chế tạo bê tông asphalt có các loại mác khác nhau như ghi trong bảng 3.7.

Bảng 3.7. Quy định về mác nén của đá (sỏi) dùng cho bê tông asphalt

Chỉ tiêu	Quy định theo mác hỗn hợp					
	I		II		III	
	A	B	A	B	A	B
Cường độ, daN/cm ² , không nhỏ hơn						
1– Đá dăm từ đá mácma và biến chất	1200	1200	1000	1000	1000	600–800
2– Đá dăm từ đá trầm tích dạng cacbonat.	—	1000	—	—	600	400–600
3– Đá dăm từ đá trầm tích ở dạng khối lớn.	1200	1000	1000	1000	600	600
4– Sỏi*.	—	Đp8	Đp8	Đp12	Đp16	Đp16

(*): mác nén đập trong xilanh.

Cường độ của đá gốc làm đá dăm cho bê tông nhựa nguội tối thiểu là 800 daN/cm².

Đá dăm (hay sỏi) dùng để chế tạo bê tông asphalt chỉ được phép chứa các hạt dẹt: đối với bê tông loại A: < 20%, đối với loại B và Bx: < 25%; loại C và Cx: < 3,5% theo khối lượng.

Đá dăm cần phải liên kết tốt với bitum. Về mặt này, thì các loại đá vôi, đolômit, điaaba tốt hơn các loại đá axit. Nếu dùng loại đá liên kết kém với bitum thì phải gia công đá bằng chất phụ gia hoạt tính như vôi, ximăng hoặc cho thêm chất phụ gia hoạt tính bề mặt vào bitum.

Đá cần phải sạch, lượng ngâm chất bẩn không được lớn hơn 1% theo khối lượng.

3.5.3. CÁT

Vai trò của cát trong hỗn hợp bê tông asphalt là chèn kẽ hở giữa các hạt cốt liệu lớn, làm tăng độ đặc của hỗn hợp. Có thể dùng cát thiên nhiên hay cát nhân tạo, có các chỉ tiêu kỹ thuật phù hợp với quy phạm như khi dùng cho bê tông nặng (TCVN).

Cát thiên nhiên để chế tạo bê tông asphalt chỉ dùng loại hạt lớn với mô đun độ lớn $M_{dl} \geq 2,5$. Khi không có cát hạt lớn thì thành phần hỗn hợp bê tông asphalt loại A và B sẽ lựa chọn dùng cát hạt nhỏ theo nguyên tắc thành phần hạt không liên tục.

Theo TCVN 7570–2006 mô đun độ lớn của cát được tính theo công thức sau:

$$M_{dl} = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,65} + A_{0,315} + A_{0,14}}{100} \quad (3.2)$$

trong đó: A_i – lượng sót tích lũy trên sàng.

Mô đun độ lớn, biểu thị độ mịn của cát một cách tương đối, được tính theo phần trăm của tổng các lượng sót tích lũy trên sàng tiêu chuẩn trong thí nghiệm sàng cát tiêu chuẩn. Sáu cỡ sàng được dùng để thí nghiệm gồm các cỡ sàng số 4, 8, 16, 30, 50, và 100. Mô đun độ lớn càng nhỏ thì cát càng mịn. Mô đun độ lớn của cát tốt nhất là nằm trong phạm vi từ 2,25 – 3,25.

Thành phần hạt của cát được lập theo quan hệ giữa kích thước mắt sàng với lượng sót tích lũy phải phù hợp với các quy định của từng loại bê tông khác nhau (xem phần bê tông xi măng). Phương pháp xác định thành phần bụi, bùn sét, tạp chất hữu cơ, hàm lượng sunfat theo TCVN 334, 345, 346–1986.

Cát nghiền cần phải chế tạo từ đá gốc có cường độ không nhỏ hơn cường độ của đá dùng làm đá dăm ($600 - 1000 \text{ daN/cm}^2$).

Đối với hỗn hợp bê tông asphalt loại G sẽ dùng cát nghiền. Cát này được nghiền từ đá mácma có mác không nhỏ hơn 1000. Hàm lượng các hạt nhỏ hơn 0,071mm ở trong cát nghiền không được lớn hơn 14% theo khối lượng, trong đó lượng hạt sét không được lớn hơn 0,5%, lượng hạt nhỏ hơn 0,14mm không lớn hơn 20%.

Yêu cầu về cát làm bê tông asphalt có thể tham khảo tiêu chuẩn 8736–85 hoặc 26193–84, 3344–83 của Nga.

3.5.4. BỘT KHOÁNG

Bột khoáng là thành phần quan trọng trong hỗn hợp bê tông asphalt. Nó không những nhét đầy lỗ rỗng giữa các loại cốt liệu lớn hơn (cát, đá dăm hay sỏi) làm tăng độ đặc của hỗn hợp mà còn làm tăng diện tích tiếp xúc, làm cho màng bitum trên mặt hạt khoáng càng mỏng và như vậy lực tương tác giữa chúng tăng lên, cường độ và độ bền nước của bê tông asphalt cũng tăng lên.

Khi trộn với bitum trong hỗn hợp bê tông asphalt, bột khoáng cần tạo nên một lớp hoạt tính, ổn định nước. Mỗi quan hệ vật lý, hoá học giữa bề mặt hạt bột khoáng và bitum làm tăng cường độ của bê tông asphalt, nhưng cũng làm tăng tính giòn của nó. Vì vậy, lượng bột khoáng trong bê tông chỉ được dùng trong một giới hạn nhất định để tránh làm tăng tốc độ hoá già của bitum trong bê tông. Bột khoáng để chế tạo bê tông asphalt thường sử dụng các loại bột mịn từ đá vôi và đá đolômit. Cường độ chịu nén của đá không nhỏ hơn 200 daN/cm^2 . Vật liệu chế tạo bột khoáng cần sạch, không chứa các chất bẩn và sét quá 5%.

Bột khoáng cần phải khô, xốp khi trộn với bitum, không được vón cục, có khả năng hút bitum tốt và phải thoả mãn các yêu cầu sau (có thể tham khảo tiêu chuẩn Nga 16557–88):

Độ nhỏ: Lượng lọt qua sàng có kích thước lỗ sàng:

1,25mm	100%
0,315mm	≥ 90%
0,071mm	≥ 70%

Lượng bột khoáng hút hết 15g bitum mác 60/70 không nhỏ hơn 40g.

Độ trương nở của mẫu thử hỗn hợp giữa bột khoáng và bitum không được lớn hơn 1,5%.

Độ chứa bitum không được lớn hơn 65%

Độ ẩm không lớn hơn 1%

Độ rỗng khi lèn chặt với tải trọng 400 daN/cm² đối với tro, bụi ximăng, xỉ, không được lớn hơn 30%, còn đối với loại bột đá đặc chắc thì không lớn hơn 35%.

Hệ số ưu nước K_u được xác định bằng công thức:

$$K_u = \frac{V_1}{V_2} \quad (3.3)$$

trong đó: V_1 – thể tích lắng trong nước của 5g bột khoáng,

V_2 – thể tích lắng trong dầu (môi trường không phân cực) của 5g bột khoáng.

Nếu $K_u > 1$ thì vật liệu ưu nước và ngược lại $K_u < 1$ – vật liệu ghét nước. Bột khoáng ghét nước liên kết tốt với bitum làm tăng cường độ bê tông asphalt. Đối với những hạt đường kính < 1,25mm, quy định $K_u > 1$.

Với hỗn hợp loại bê tông asphalt loại II, III có thể dùng bột khoáng từ tro than đá, bụi ximăng, bột vỏ sò hến,... phù hợp quy định của tiêu chuẩn 9128 – 84 của Nga. Bột khoáng được tăng cường chất lượng bằng cách hoạt hoá bề mặt khi nghiền. Hỗn hợp hoạt tính bề mặt gồm bitum và chất hoạt tính bề mặt với tỷ lệ từ 1/1 đến 1/1,1. Lượng hỗn hợp hoạt tính phối hợp với lượng bột khoáng theo tỷ lệ 1,5 – 2,5%. Bột khoáng còn có khả năng tăng độ cứng lại của bitum. Thí nghiệm với mẫu bitum – bột đá tỷ lệ là 4/6 có nhiệt độ hoá mềm thấp hơn nhiệt độ hoá mềm của bitum là 10 – 20°C.

3.6. CÁC TIÊU CHUẨN ASTM ĐỐI VỚI CỐT LIỆU

Phần này giới thiệu các tiêu chuẩn thí nghiệm ASTM, chúng nhấn mạnh vào các thí nghiệm sử dụng trong thiết kế.

Tiêu chuẩn ASTM D75: mục đích của thí nghiệm này là giới thiệu cách lấy mẫu thí nghiệm cho cốt liệu thô.

Tiêu chuẩn ASTM C136 (sàng, phân loại và đánh giá cốt liệu mịn và cốt liệu thô). Mục đích của thí nghiệm này là xác định kích thước hạt của cốt liệu mịn và cốt liệu thô được sử dụng trong các thí nghiệm khác nhau.

Tiêu chuẩn ASTM C127 (khối lượng riêng và khả năng hút nước của cốt liệu lớn). Mục đích của thí nghiệm này là xác định thể tích đặc của cốt liệu thô và thể tích đơn vị

của cốt liệu khô, mối liên hệ giữa khối lượng thể tích và từ đó xác định được hỗn hợp thiết kế. Khối lượng riêng của hỗn hợp dùng để xác định thể tích mà cốt liệu chiếm.

Tiêu chuẩn ASTM C128 (khối lượng riêng và khả năng hút nước của cốt liệu nhỏ). Mục đích của thí nghiệm này là xác định khối lượng riêng và khối lượng thể tích của cốt liệu nhỏ và khả năng hút nước.

Tiêu chuẩn ASTM C29 (khối lượng đơn vị của cốt liệu). Thí nghiệm này xác định khối lượng đơn vị của hạt mịn, hạt thô, hay hỗn hợp cốt liệu.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Phân loại và phương pháp sản xuất cốt liệu cho bê tông asphalt
2. Trình bày về cốt liệu nhân tạo để chế tạo bê tông asphalt
3. Các nguyên lý về cốt liệu để chế tạo bê tông asphalt
4. Các tiêu chuẩn ASTM đối với cốt liệu cho bê tông asphalt

Chương 4

HỖN HỢP VẬT LIỆU KHOÁNG

4.1. KHÁI QUÁT VỀ HỖN HỢP VẬT LIỆU KHOÁNG

Sự thay đổi dần từ cỡ hạt lớn đến cỡ hạt nhỏ là một đặc tính của cốt liệu. Cấp phối hạt ảnh hưởng đến tính công tác, sự ổn định, độ bền của hỗn hợp bê tông asphalt, cũng như là sự ổn định, khả năng thoát nước của lớp nền. Do đó, cốt liệu phải đáp ứng được với mục đích sử dụng.

Cốt liệu có thể có các cấp phối: đặc (dense), gián đoạn (gap-graded), đồng nhất (uniform), đều (well-graded), rỗng (open). Loại “đặc” gần giống như loại “gián đoạn” và “đồng nhất”, loại “đều” gần giống loại “rỗng”. Hình 4.1. minh họa 4 loại cấp phối điển hình của hỗn hợp cốt liệu. Những phương pháp khác biểu diễn sự phân bố kích thước hạt cũng đã được phát triển (công thức nghiên cứu về cấp phối hạt).

Những nghiên cứu khác để xác định độ đặc tối đa cũng đã được tiến hành. Một lý thuyết khác cho rằng nếu cốt liệu được sàng qua 3 sàng: lớn, trung bình, nhỏ, thì hỗn hợp có độ đặc tối đa khi có 2 phần cốt liệu hạt lớn, 1 phần hạt nhỏ và không có hạt trung. Những nghiên cứu thêm còn cho thấy rằng hỗn hợp có độ đặc cao cũng có thể đạt được khi sử dụng cùng một tỷ lệ trên mỗi sàng.

4.2. CẤP PHỐI CỦA CỐT LIỆU BÊ TÔNG ASPHALT

Tùy thuộc vào từng loại hỗn hợp bê tông asphalt, cấp phối của cốt liệu thay đổi trong phạm vi rất lớn. Hỗn hợp bê tông asphalt chất lượng cao dùng làm lớp trên mặt đường cho đường cao cấp thường sử dụng cốt liệu có “cấp phối đặc” (dense-graded). Trong trường hợp này (đối với bê tông asphalt) không sử dụng “đường cong độ đặc tối đa của Fuller” bởi vì sẽ không đủ khoảng trống cần thiết cho chất kết dính asphalt. Do vậy, nguyên tắc tốt nhất là không tạo ra cấp phối có độ đặc tối đa. Điều này đạt được bằng cách bổ sung thêm thành phần hạt mịn (cốt liệu nhỏ hơn sàng N°200). Cốt liệu trong hỗn hợp bê tông asphalt không giống như cốt liệu trong bê tông xi măng Poóc lăng, nó cần tạo ra sự ổn định cho nên nó cần cường độ và độ hao mòn hợp lý, nếu không sẽ gây ra hiện tượng mất ổn định. Hỗn hợp cốt liệu có “cấp phối rỗng” (nhiều hạt mịn) có xu hướng bị hư hỏng nhiều hơn là hỗn hợp cốt liệu có “cấp phối đặc” (ít hạt mịn). Vì vậy, nếu vật liệu để chế tạo bê tông asphalt có cường độ thấp, thì sẽ sử dụng hỗn hợp của cùng vật liệu đó nhưng có độ đặc thấp hơn. Tiêu chuẩn ASTM C131 (Resistance to Degradation of Small Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine) – (Khả năng chống lại hư hỏng do của cốt liệu thô kích thước nhỏ khi chịu mài mòn và va chạm trong thí nghiệm Los Angeles) đã xác định được cường độ một cách tương đối và độ hao mòn của cốt liệu.

Hình dạng cốt liệu đôi khi còn quan trọng hơn cấp phối, cường độ và độ bền khi cốt liệu được nhào trộn vào trong hỗn hợp bê tông asphalt. Nếu cốt liệu tròn được sử dụng với “cấp phối rỗng” thì độ ổn định sẽ rất kém. Do vậy khi sử dụng “cấp phối rỗng” phải sử dụng cốt liệu có hình dạng góc cạnh. Nếu phải sử dụng cốt liệu tròn thì nên

nghiền nó ra. Tuy nhiên, khi nghiền cốt liệu sẽ có những vết nứt ngang, làm giảm chất lượng cốt liệu.

Độ rỗng của cốt liệu ảnh hưởng rất lớn đến vấn đề kinh tế của hỗn hợp. Trong hỗn hợp cốt liệu cần phải có một độ rỗng nhất định. Nói chung, nếu độ rỗng càng lớn thì cần nhiều chất kết dính asphalt bám vào bề mặt cũng như lấp đầy bớt lỗ rỗng của hỗn hợp cốt liệu, dẫn đến cần hàm lượng asphalt nhiều hơn. Ngoài ra, cốt liệu có lỗ rỗng (xốp) sẽ gây ra hiện tượng “thấm hút chọn lọc” (selective absorption). Khi *thấm hút chọn lọc* chỉ có *thành phần chọn lọc* trong asphalt thấm vào, để lại những phần thừa rắn lên trên bề mặt của cốt liệu. Điều này có thể gây ra sự tách rời chất kết dính asphalt khỏi cốt liệu.

4.3. QUY TẮC CẤU TẠO HỖN HỢP KHOÁNG ĐẶC

Vật liệu khoáng cho bê tông asphalt bao gồm hỗn hợp đá dăm (hoặc sỏi), cát và bột khoáng. Khối lượng đá, cát, bột khoáng được tính bằng % theo khối lượng. Tổng khối lượng vật liệu khoáng là 100%. Tỷ lệ của vật liệu khoáng quyết định cấu trúc và tính chất bê tông asphalt. Khi tỷ lệ các thành phần vật liệu khoáng khác nhau thì hỗn hợp sẽ có thể tích phân rỗng và khối lượng đơn vị khác nhau dẫn đến độ rỗng khác nhau.

Ví dụ: hỗn hợp 25% đá dăm, 60% cát và 15% bột khoáng có độ rỗng 20–22%. Nếu tỷ lệ 65% đá dăm, 31% cát, 4% bột khoáng thì độ rỗng là 15–17%. Vì vậy lựa chọn chính xác thành phần vật liệu khoáng là yếu tố quan trọng. Cần tìm kiếm bằng thực nghiệm hoặc lý thuyết để tạo ra thành phần vật liệu khoáng tối ưu (tỷ lệ tốt nhất). Có nhiều phương pháp để tính toán thành phần, xong mục tiêu của tất cả các phương pháp đó là tìm kiếm tỷ lệ phối hợp hợp lý hỗn hợp vật liệu khoáng với thể tích lỗ rỗng là nhỏ nhất, đáp ứng được yêu cầu của bê tông asphalt làm đường.

Thành phần vật liệu khoáng được xác định bằng những bộ sàng tiêu chuẩn. Phần hỗn hợp lọt qua mỗi cỡ sàng được gọi là hàm biến đổi theo hạt từ nhỏ nhất đến lớn nhất. Hàm càng lớn thì độ đặc càng lớn và độ rỗng càng nhỏ. Độ rỗng của hỗn hợp đá, cát, bột khoáng có thể tới 15–16%; hỗn hợp cát và bột khoáng có thể tới 24–25%; bột khoáng tới 30–35%.

Tiêu chuẩn Nga và Việt Nam quy định bộ sàng sử dụng để phân loại thành phần hạt của vật liệu khoáng gồm 10 cỡ sàng: 40, 20, 10,..., 0.071 mm. Với tiêu chuẩn AASHTO kích thước mắt sàng là in và bộ sàng gồm: 37.5; 25; 19; 12.5; 9.5; 4.75; 2.36;..., 0.071 mm (tương ứng với 1.5; 1; 3/4; 0.5; 3/8 in; No4; No8;...; No200).

Thành phần hạt của hỗn hợp vật liệu khoáng thường được biểu diễn bằng đường cong quan hệ giữa hàm lượng lọt qua sàng và kích thước cỡ sàng. Lượng lọt qua sàng tại một cỡ sàng kích thước i (mm) được xác định bằng công thức:

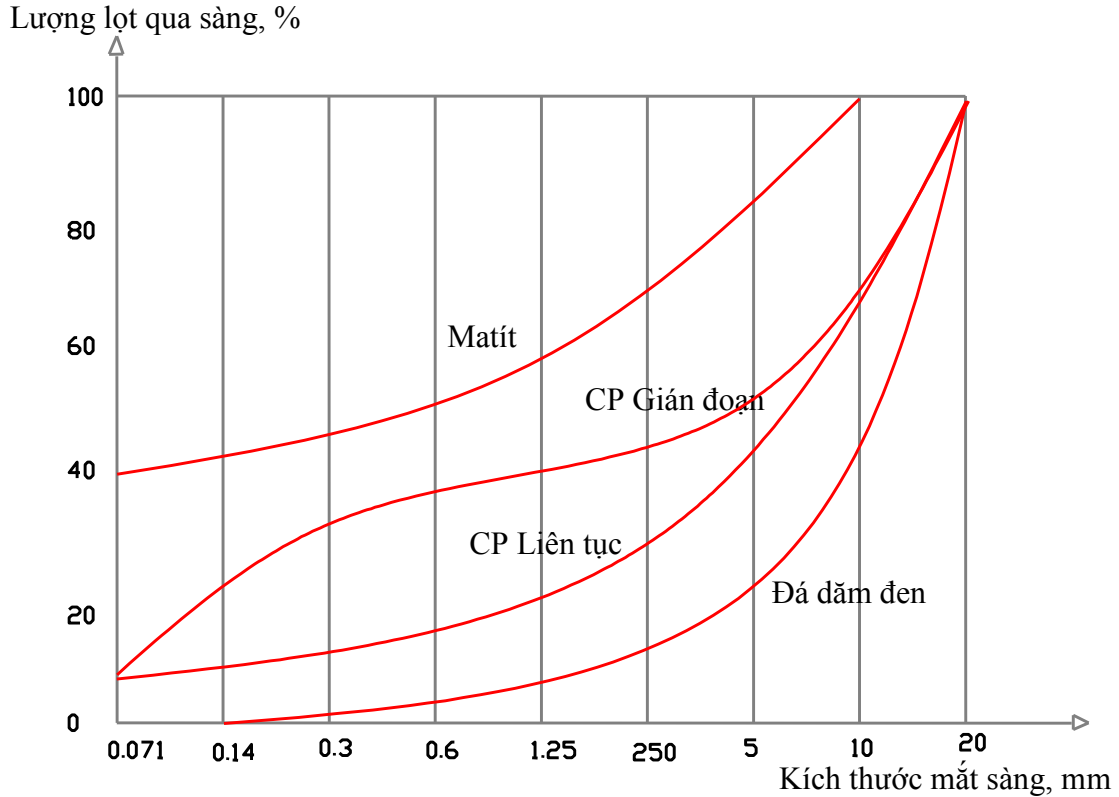
$$L_i = 100 - A_i \quad (\%) \quad (4.1)$$

Trong đó: A_i là lượng sót tích lũy tại cỡ sàng đường kính i , nó là tổng của các lượng sót riêng biệt từ cỡ sàng lớn nhất đến cỡ sàng khảo sát:

$$A_i = \sum_{j=1}^i a_j \quad (\%) \quad (4.2)$$

Lượng sót riêng biệt a_i là tỷ lệ phần trăm giữa khối lượng sót lại trên cỡ sàng khảo sát với tổng khối lượng vật liệu khoáng sàng thí nghiệm.

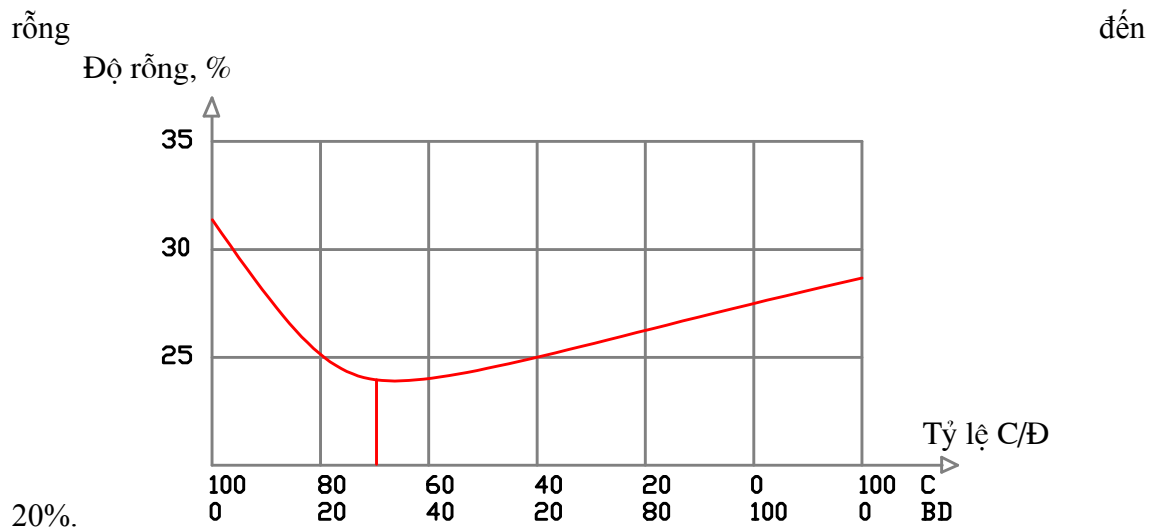
Đường cấp phối của hỗn hợp có tất cả mọi cỡ sàng gọi là cấp phối liên tục. Nếu cấp phối thiếu một hoặc một vài cỡ hạt gọi là cấp phối gián đoạn. Thành phần vật liệu khoáng của bê tông asphalt có 4 dạng cấp phối sau:



Hình 4.1. Các dạng cấp phối vật liệu khoáng

Dải các hạt được chọn theo yêu cầu về độ đặc của hỗn hợp vật liệu khoáng.

Ví dụ: Dải hạt là đá có cỡ hạt 15–5mm và cát nhỏ hơn 5mm có thể có độ rỗng đến 17% nếu tỷ lệ phối hợp của chúng là 64/36. Hỗn hợp cát/bột đá là 70/30 có thể có độ



Hình 4.2. Quan hệ giữa độ rỗng của hỗn hợp vật liệu khoáng và tỷ lệ của chúng

4.4. CƠ SỞ LÝ THUYẾT CỦA CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN THÀNH PHẦN HẠT CỦA HỖN HỢP VẬT LIỆU KHOÁNG

Các phương pháp tính toán thành phần hạt của hỗn hợp vật liệu khoáng cho bê tông asphalt có thể được dựa trên cơ sở của các tác giả sau:

Phương pháp Fuller:

Thành phần hạt (lượng lọt sàng, %) có độ đặc tốt nhất của hỗn hợp đá dăm (sỏi), cát và bột khoáng được Fuller đề nghị một đường cong theo phương trình:

$$y = \left(\frac{d}{D} \right)^n \quad (4.3)$$

trong đó: y – lượng lọt sàng tại cỡ sàng khảo sát, %

D – đường kính hạt lớn nhất của hỗn hợp vật liệu khoáng

d – đường kính hạt cần tính lượng hạt

n – thông số để điều chỉnh đường cong cấp phối hạt, $n=0.5$.

Khi $n = 0.45; 0.5; 0.65$ có thể có một họ các đường cong cấp phối hạt với độ đặc khác nhau. Công thức Fuller được dùng ở Pháp, Anh trong các tiêu chuẩn thiết kế thành phần bê tông asphalt.

Phương pháp Bôlômây:

Thành phần hạt của hỗn hợp vật liệu khoáng dùng cho bê tông asphalt có thể được xác định theo phương trình sau:

$$y = A + (100 - A) \left(\frac{d}{D} \right)^{0.5} \quad (4.4)$$

trong đó: A– hệ số thí nghiệm, A=10 hỗn hợp hạt mịn;
A=12 hỗn hợp dùng cốt liệu lớn là sỏi;
A=14 hỗn hợp dùng cốt liệu lớn là đá dăm.

Phương pháp của Phòng thí nghiệm Thụy Sĩ:

Đề nghị đường cong hỗn hợp đặc theo phương trình:

$$y = 0.5 \left[\frac{d}{D} + \left(\frac{d}{D} \right)^{0.5} \right] \quad (4.5)$$

Thiết kế đường ô tô tại Mỹ thường dùng phương trình của Telbot–Risard để tính toán thành phần hỗn hợp vật liệu khoáng cho bê tông asphalt:

$$y = 100 \left(\frac{d}{D} \right)^m \quad (4.6)$$

trong đó: $m = 0.46–0.52$

Căn cứ vào các phương trình trên kết hợp với kinh nghiệm xây dựng và khai thác đường ô tô các nước Châu Âu, Mỹ thành lập các thành phần hỗn hợp vật liệu khoáng cho các loại bê tông asphalt.

Ở Anh sử dụng tiêu chuẩn BS 594 với cát có cỡ hạt nằm trong khoảng 3.71–0.074 mm, bột khoáng có cỡ hạt nhỏ hơn 0.074 mm, đá dăm lớn hơn 3.71 mm.

Ở Mỹ bê tông asphalt thường được thiết kế theo phương pháp Marshall có giới hạn cỡ sàng giữa cát và đá là 2.36 mm.

Theo tiêu chuẩn Nga 9128–84:

Phương trình cơ bản của Ivanốp thành lập năm 1932 là cơ sở để lựa chọn hỗn hợp vật liệu khoáng cho bê tông asphalt của Nga như sau:

$$y_1 = \frac{1-k}{1-k^m} \times 100, (\%) \quad (4.7)$$

Đây là lượng lọt sàng thứ nhất của hỗn hợp. Các cỡ sàng tiếp theo lượng lọt sàng được xác định theo công thức:

$$y_x = y_1 \times k^{(x-1)} \quad (4.8)$$

trong đó: k– hệ số độ đặc của hỗn hợp vật liệu khoáng. Với độ đặc bất kỳ thì k thường được lấy từ 0.1 đến 0.9. Độ đặc lớn nhất đạt được khi $k = 0.81$.

Đối với $D = 40–20\text{mm}$, thành phần được tính toán với hệ số $k = 0.75–0.9$ như sau:

Bảng 4.1. Thành phần hạt theo tiêu chuẩn Nga 9128–84

40	20	10	5	2.5	1.25	0.63	0.31	0.14	0.071
95–100	75–87	57–75	41–65	33–57	22–44	16–36	11–28	8–22	5–18

Từ năm 1967 tiêu chuẩn Nga sử dụng phương trình thành phần hạt như sau:

$$y = a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 \quad (4.9)$$

trong đó: y – lượng lọt sàng, %

x – độ lớn hạt, mm

a – hệ số của phương trình quy hoạch thực nghiệm với 4 cỡ hạt: 20, 5, 1.25, 0.071 mm.

Thành phần hạt được ghi ở bảng 4.2; 4.3. và 4.4.

Bảng 4.2. Thành phần của hỗn hợp bê tông nhựa rải nóng và rải ấm để làm lớp trên của mặt đường

Dạng và loại hỗn hợp	Lượng lọt sàng, % ở cỡ hạt, mm								
	20	10	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0.14	0.071
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
A	95–100	60–100	35–50	24–38	17–28	12–20	9–15	6–11	4–10
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
B	95–100	70–100	50–65	38–52	28–39	20–29	14–22	9–16	6–12
C	95–100	80–100	65–80	52–66	39–53	29–40	20–28	12–20	8–14
BT cát loại D	–	–	95–100	68–83	45–67	28–50	18–35	11–24	8–16
BT cát loại E	–	–	95–100	74–93	53–86	37–75	27–55	17–33	10–16

Bảng 4.3. Thành phần của hỗn hợp bê tông nhựa rải nóng và rải ấm đặc hoặc rỗng để làm lớp dưới của mặt đường

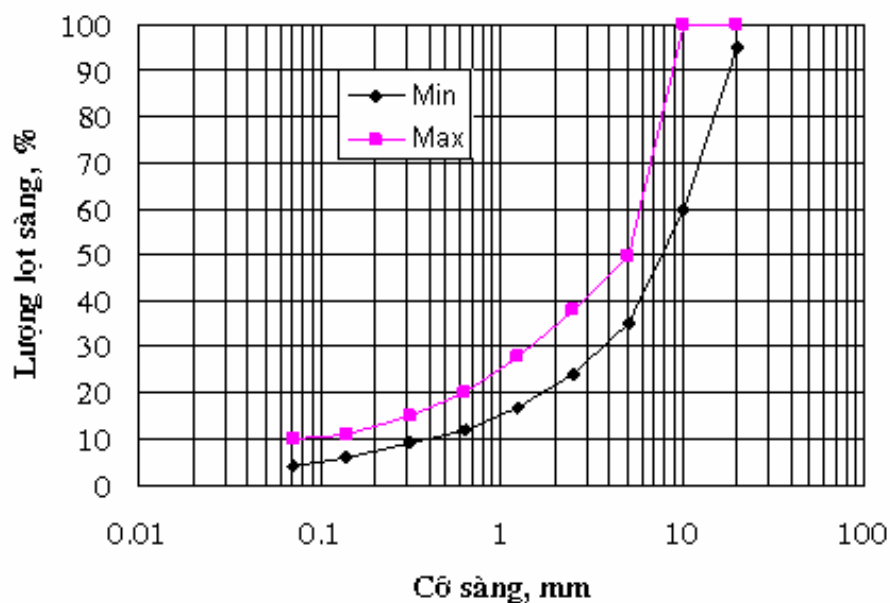
Dạng và loại hỗn hợp	Lượng lọt sàng, % ở cỡ hạt, mm									
	40	20	10	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0.14	0.071
A	95–100	65–80	47–62	35–50	24–38	17–28	12–20	9–15	6–11	4–10
B	95–100	80–89	62–77	50–65	38–52	28–39	20–29	14–22	9–16	6–12

BT cát loại D	95– 100	70– 100	45–82	27– 65	18– 48	10– 38	7– 28	4– 20	3– 12	2–8
BT cát loại E	–	–		95– 100	68– 100	45– 100	28– 98	18– 73	10– 45	4– 10

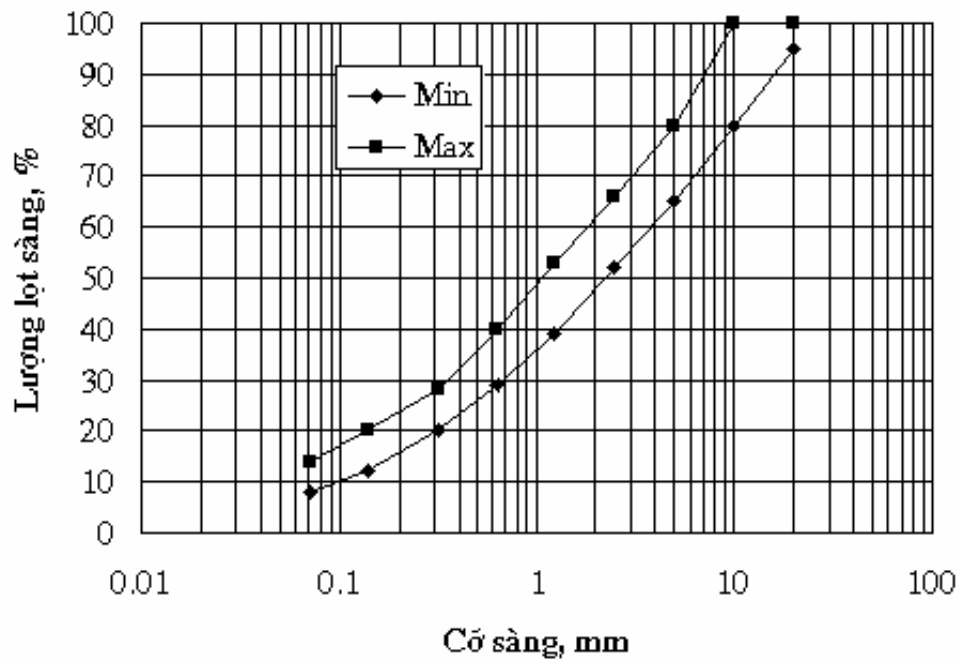
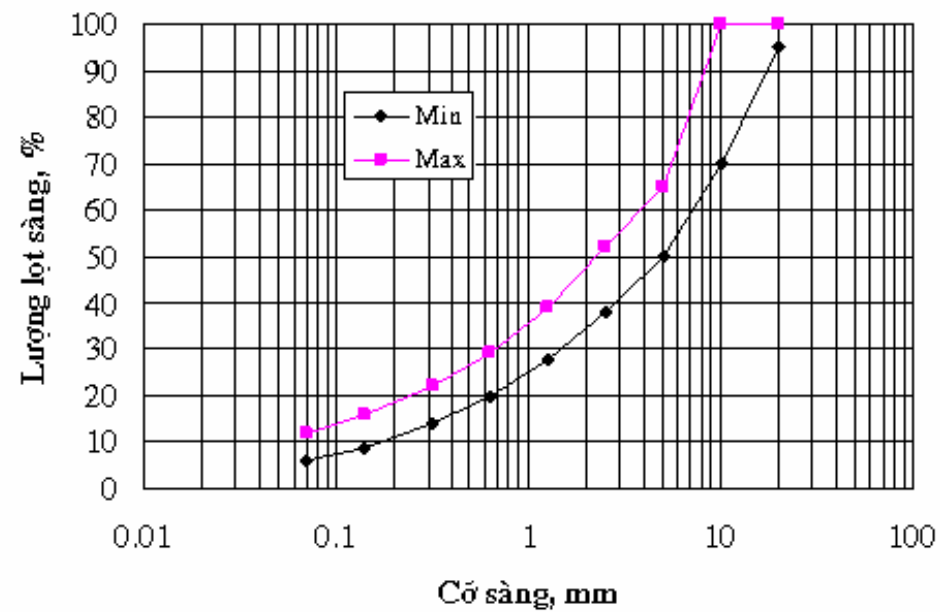
Bảng 4.4. Thành phần của hỗn hợp bê tông nhựa rải nguội để làm lớp trên của mặt đường Lượng lọt sàng (%)

Dạng và loại hỗn hợp	Lượng lọt sàng, % ở cỡ hạt, mm								
	20	10	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0.14	0.071
A	95 – 100	60 – 100	50 – 65	33 – 50	21 – 39	14 – 29	10 – 22	9 – 16	8 – 12
B	95 – 100	70 – 100	65 – 80	50 – 68	39 – 40	29 – 45	22 – 32	16 – 22	12 – 17
C	–	–	95 – 100	66 – 82	46 – 68	26 – 54	18 – 43	14 – 30	12 – 20

Biểu đồ cấp phối hạt của các loại hỗn hợp trên được thể hiện trong các hình từ 4.3 đến 4.7.

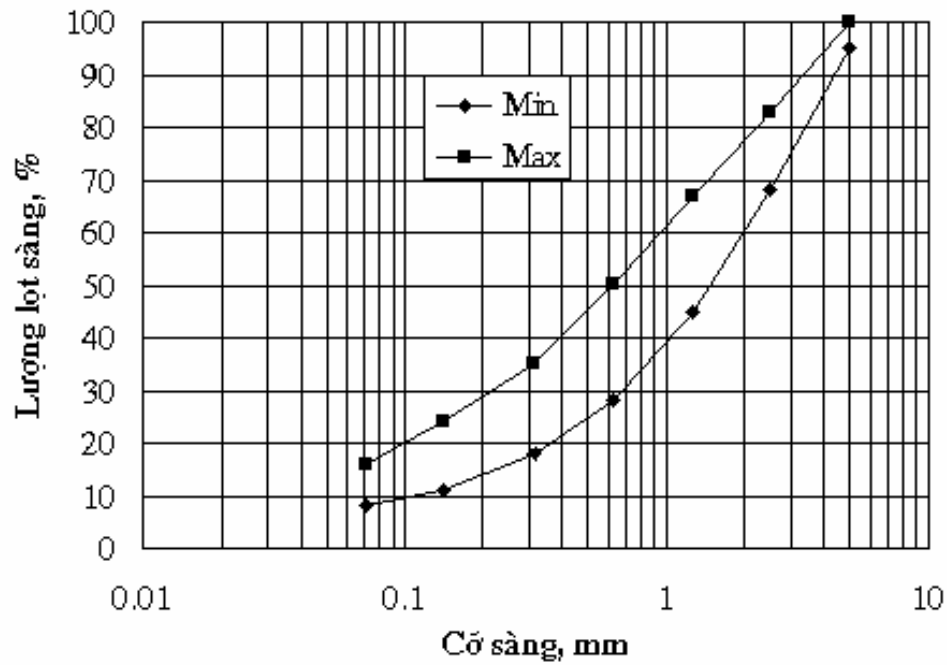


HÌNH 4.3. CẤP PHỐI HẠT BÊ TÔNG ASPHALT LOẠI A RẢI NÓNG HOẶC ẨM ĐỂ LÀM LỚP TRÊN

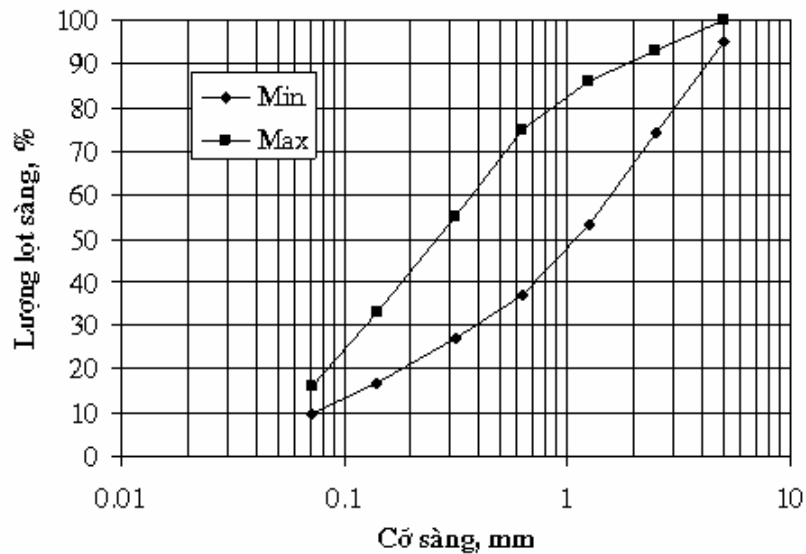


Hình 4.4. Cấp phối hạt bê tông asphalt loại B rải nóng hoặc ẩm để làm lớp trên

Hình 4.5. Cấp phối hạt bê tông asphalt loại C rải nóng hoặc ẩm để làm lớp trên



Hình 4.6. Cấp phối hạt bê tông asphalt cát loại D rải nóng hoặc ẩm để làm lớp trên



Hình 4.7. Cấp phối hạt bê tông asphalt cát loại E rải nóng hoặc ẩm để làm lớp trên

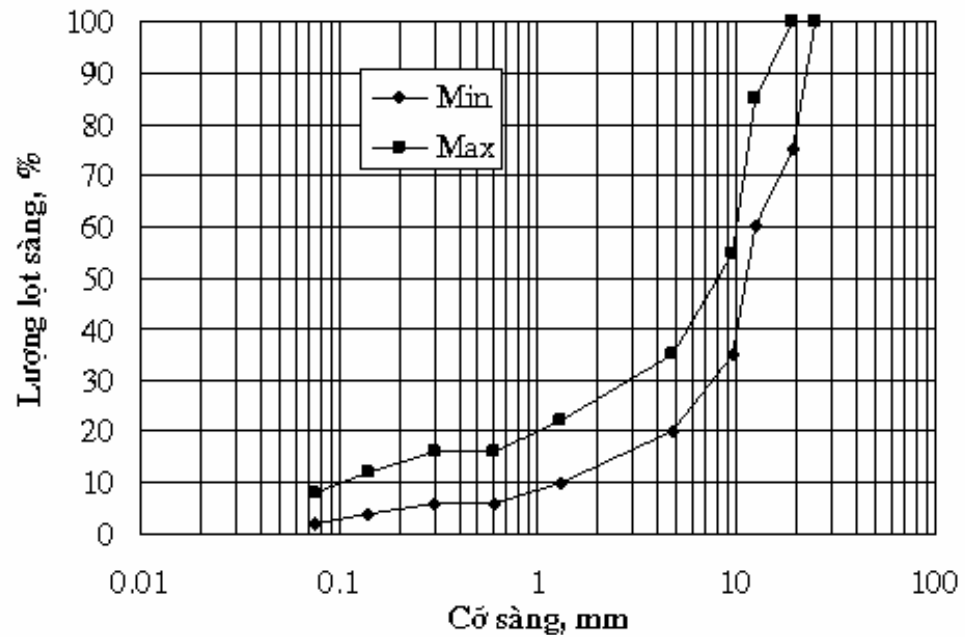
Tiêu chuẩn Nga 9128-84 xây dựng với thành phần đá dăm có thể đến 65%. Bột khoáng từ 4-14% và cát từ 8-24%. Điều đó làm tăng khả năng ổn định cắt của bê tông

No30							6-16	6-16
No50							6-16	6-16
No100							4-12	4-12
No200	0-3	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	2-8	2-8
B%	3-4.5	4-5	4.5-5	3-6	3-6	3-6	3-6	3-6

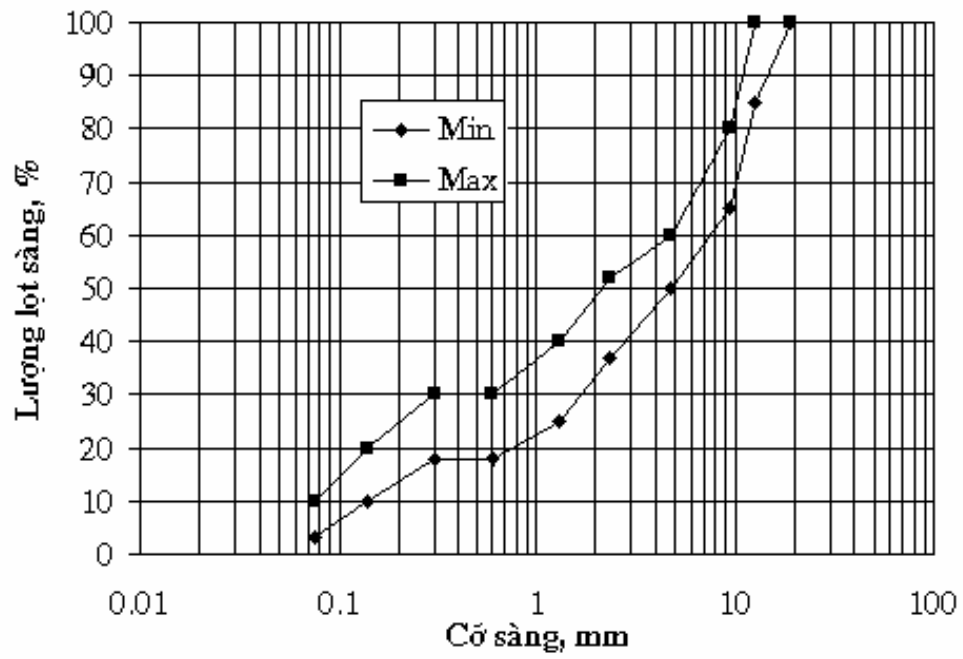
Bảng 4.5. (tiếp)

Loại Cỡ sàng	Lượng lọt qua sàng, %, mm							
	IVA	IVC	IVD	VA	VIA	VIB	VIIA	VIIB
2.5 in			100					
1.5 in		100	80-100					
1 in		80-100	70-90		100			
3/4 in	100			100	85-100			
1/2 in	80-100	60-80	55-75	85-100	85-100	100	100	
3/8 in	55-75	48-65	45-62	65-80		100	85-100	100
No4	35-50	35-50	35-50	50-60	65-78	65-80	80-95	95-100
No8				37-52	50-70	47-68	70-89	85-98
No16	18-29	19-30	19-30	25-40	35-60	30-50	55-80	70-95
No30	13-23	13-23	19-30	18-30	25-48	20-40	30-60	40-75
No50	13-23	13-23	19-30	18-30	25-48	20-40	30-60	40-75
No100	8-16	7-15	19-30	10-20	15-30	10-25	10-35	20-40
No200	4-10	0-8	19-30	3-10	6-12	3-8	4-14	8-16
B%	3.5-7	3.5-7	3.5-7	4.5-7.5	4.5-8.5	4.5-8.5	7-11	7.5-12

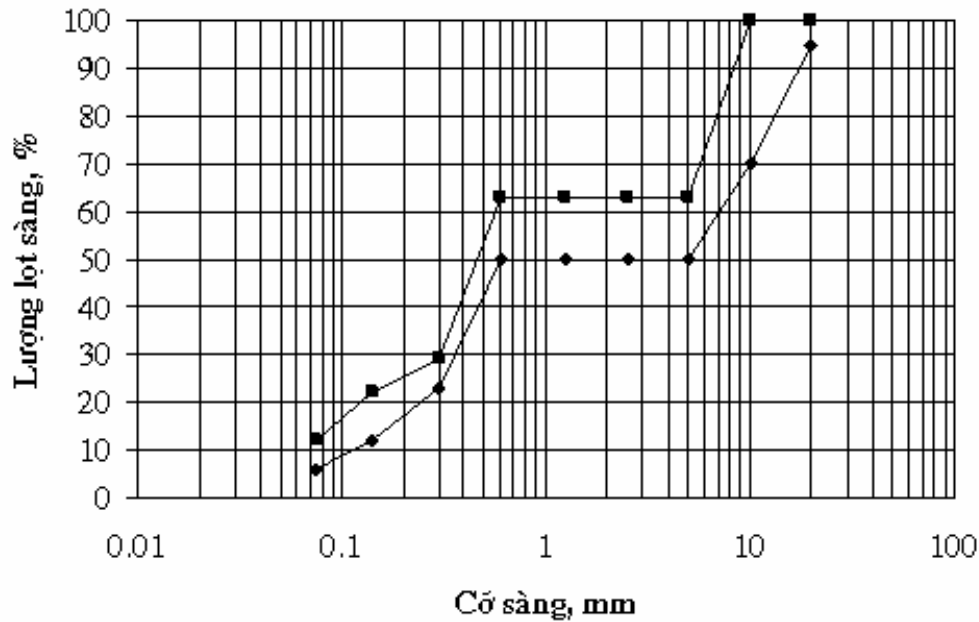
Biểu đồ thành phần hạt của một số hỗn hợp cốt liệu cho bê tông asphalt của Mỹ được trình bày trong các hình từ 4.8 đến 4.10.



Hình 4.8. Cấp phối hạt bê tông asphalt loại IIIB



Hình 4.9. Cấp phối hạt bê tông asphalt loại VA



Hình 4.10. Cấp phối hạt gián đoạn (Macadam)

4.6. THIẾT KẾ HỖN HỢP CÁC CỐT LIỆU ĐỂ CHẾ TẠO BÊ TÔNG ASPHALT THEO PHƯƠNG PHÁP MARSHALL

Thiết kế hỗn hợp các cốt liệu để chế tạo bê tông asphalt nhằm xác định tỷ lệ phối hợp của 2 hay nhiều cốt liệu để tạo ra một hỗn hợp có thành phần cấp phối đảm bảo nằm trong giới hạn cho phép (được quy định trong các tiêu chuẩn kỹ thuật của dự án). Có hai phương pháp thường được sử dụng là phương pháp giải tích và phương pháp đồ thị.

4.6.1. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TÍCH

Giả thiết có 3 cốt liệu có lượng lọt sàng tại mắt sàng bất kỳ là A, B, C. Chúng có tỷ lệ phối hợp tương ứng là a, b, c (%). Khi đó, công thức đảm bảo hỗn hợp là hợp lý như sau:

$$P = A.a + B.b + C.c \quad (4.10)$$

trong đó: P – tỷ lệ phần trăm của lượng lọt sàng của hỗn hợp. Yêu cầu P phải nằm trong phạm vi giới hạn của tiêu chuẩn kỹ thuật:

$$P_{\min} \leq P \leq P_{\max} \quad (4.11)$$

trong đó: $P_{\min}$ và $P_{\max}$ là các trị số tối thiểu và tối đa của tiêu chuẩn. Khi tính

$$\text{toán để xác định } a, b, c \text{ có thể thay } P = \frac{P_{\max} + P_{\min}}{2}$$

Phương pháp giải tích đã được phát triển với sự trợ giúp của máy tính. Nó có thể xác định trực tiếp được phương án phối hợp tối ưu. Có nhiều phương án tối ưu đã được dùng, ví dụ như phương án tiếp cận với giá trị trung bình của dải yêu cầu kỹ thuật. Mức độ nhanh hay chậm của các phương pháp này tùy thuộc vào số lượng các cốt liệu được

phối hợp. Nhiều nhà thiết kế đã sử dụng phương pháp phân tích hỗn hợp bê tông asphalt nhờ sự trợ giúp của máy tính (Computer-Assisted Asphalt Mix Analysis (CAMA)) trên cơ sở tính toán của Viện Asphalt Mỹ để đánh giá đường cong cấp phối của hỗn hợp một cách nhanh chóng.

4.6.2. PHƯƠNG PHÁP ĐỒ THỊ

Phương pháp đồ thị được sử dụng để xác định thành phần cốt liệu cần phối hợp để tạo ra hỗn hợp có cấp phối thoả mãn yêu cầu. Nguyên tắc giống như phương pháp giải tích. Phương pháp đồ thị cũng có thể được dùng trong phương pháp thử dần trong trường hợp hỗn hợp 2 hoặc 3 loại cốt liệu.

4.6.3. XÁC ĐỊNH TỶ LỆ HỖN HỢP

4.6.3.1. Hỗn hợp 2 cốt liệu:

Phương pháp giải tích:

Phương trình cơ bản dùng để phối hợp 2 cốt liệu được rút ra từ công thức 4.10 như sau:

$$P = A.a + B.b \quad (4.12)$$

Từ $a+b=1 \rightarrow a=b-1$, thay vào phương trình 4.12 ta được:

$$b = \frac{P - A}{B - A} \quad (4.13)$$

từ đó ta tính được a theo công thức:

$$a = \frac{P - B}{A - B} \quad (4.14)$$

Ví dụ: Giả sử cần phối hợp một loại cốt liệu lớn với cát để tạo thành một hỗn hợp có cấp phối thoả mãn yêu cầu kỹ thuật dùng cho bê tông asphalt (bảng 4.6).

Bảng 4.6. Ví dụ tính toán phối hợp hỗn hợp 2 cốt liệu

Cỡ sàng	19	12.5	9.5	4.75	2.36	0.6	0.35	0.15	0.075
	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	30	50	100	200
Lọt sàng yêu cầu	100	80 – 100	70 – 90	50 – 70	35 – 50	18 – 29	13 – 23	8 – 16	4 – 10
Lọt sàng A	100	90	59	16	3.2	1.1	0	0	0
Lọt sàng B	100	100	100	96	82	51	36	21	9.2
0.5A	50	45	29.5	8.0	1.6	0.6	0	0	0
0.5B	50	50	50	48	41	25	18	10.5	4.6
Tổng	100	95	79.5	56	42.6	25.6	18	10.5	4.6

Đánh giá	đạt	đạt	đạt	đạt	đạt	đạt	đạt	đạt	đạt
----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Việc tính toán tiến hành theo các bước sau:

Kiểm tra xem cốt liệu nào chiếm tỷ lệ lớn trong các cỡ sàng. Đá (A) trong trường hợp này hầu hết phần cốt liệu nhỏ hơn 2.36mm (No8) thuộc về B (cát).

Sử dụng trị số phần trăm của cỡ sàng 2.36mm (No8) và thay vào phương trình 4.13, các tỷ lệ được xác định nằm trong khoảng giữa của yêu cầu kỹ thuật bảng 4.6.

$$b = \frac{P - A}{B - A} = \frac{42.5 - 3.2}{82 - 3.2} = 0.5$$

Từ đó ta tính được $a = 1 - 0.5 = 0.5$

Kiểm tra cấp phối của lần thử đầu tiên thấy rằng phần trăm lọt qua sàng 0.075mm (No200) gần cận dưới của yêu cầu kỹ thuật hơn. Tăng tỷ lệ của cốt liệu B lên (trong trường hợp này tăng lên bằng 0.55) và tính toán lại lần thứ 2.

Kiểm tra lần này cho thấy cấp phối có vấn đề với cỡ sàng 0.6mm (No30). Giảm tỷ lệ của cốt liệu B xuống còn 0.52 và tính lại lần thứ 3. Kết quả này cho thấy phần trăm lọt qua sàng cỡ 0.6mm và 0.075mm là phù hợp nhất.

Phương pháp đồ thị:

Trong trường hợp phối hợp 2 cốt liệu cũng có thể sử dụng phương pháp tọa độ hình chữ nhật trình bày trên hình 4.11.

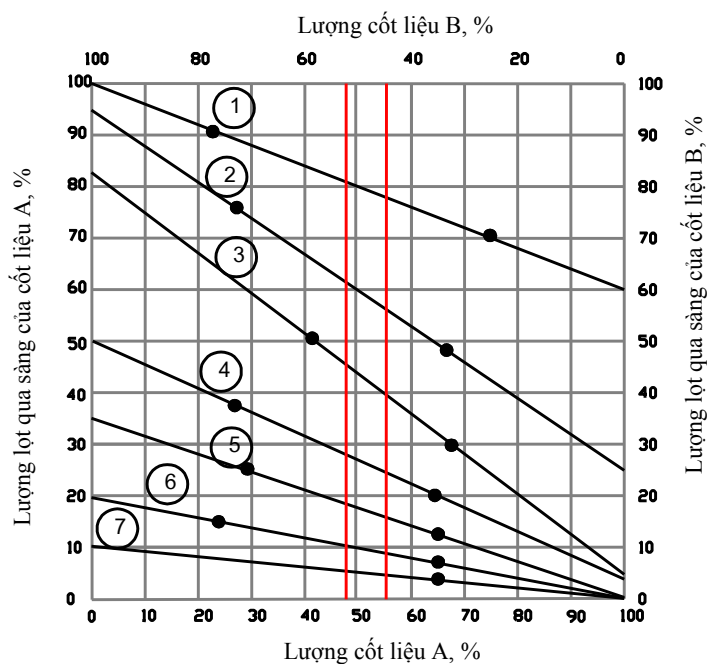
Tỷ lệ % lọt qua sàng của cốt liệu A được thể hiện trên cột tỷ lệ đứng ở bên phải.

Tỷ lệ % lọt qua sàng của cốt liệu B được thể hiện trên cột tỷ lệ đứng ở bên trái.

Nối các điểm thể hiện % lọt qua của cùng một cỡ sàng của hai cốt liệu A và B bằng một đường thẳng và “gán mác” cho nó.

Ghi chú:

- 1– D=9.5mm;
- 2– D=4.75;
- 3– D=2.36;
- 4– D=0.6;
- 5– D=0.3;
- 6– D=0.15;
- 7– D=0.075



Hình 4.11. Biểu đồ phối hợp 2 cốt liệu

Đối với một cỡ sàng cụ thể, xác định trên đường thẳng những điểm giao với đường giống nằm ngang thể hiện trị số giới hạn của yêu cầu kỹ thuật phần trăm lọt sàng cho phép của từng loại cốt liệu. Ví dụ: đối với cỡ sàng 9.5mm, 2 điểm thể hiện bằng dấu chấm nằm trên đường thẳng 9.5mm là trị số phần trăm lọt sàng giới hạn trên và dưới, được xác định là giao của 2 đường giống nằm ngang tương ứng với trị số 70% và 90%.

Phần đường thẳng nằm giữa 2 điểm thể hiện phạm vi tỷ lệ của 2 cốt liệu A và B. Xác định ở điểm trên cùng và dưới cùng của cột tỷ lệ ngang sẽ không vượt qua giới hạn của yêu cầu kỹ thuật đối với cỡ sàng đó.

Phần của cột tỷ lệ ngang được xác định bởi 2 đường thẳng đứng, sao cho tất cả các cỡ sàng đều nằm trong giới hạn, thể hiện giới hạn của tỷ lệ các loại cốt liệu được dùng để có được hỗn hợp thỏa mãn yêu cầu. Trong trường hợp này 43–54% của cốt liệu A và 46–57% của cốt liệu B khi phối hợp với nhau sẽ thỏa mãn yêu cầu. Cũng có thể thấy rằng % lọt qua cỡ sàng 0.6mm và 0.075mm của hỗn hợp vật liệu sau khi đã trộn với nhau có vấn đề và ta phải kiểm soát để đảm bảo thành phần hạt của hỗn hợp vật liệu sau khi phối hợp luôn nằm trong giới hạn của yêu cầu kỹ thuật.

Khi phối hợp thường chọn điểm giữa trên trục tỷ lệ ngang. Trong trường hợp này, cốt liệu A là 48% và cốt liệu B là 52%.

Tính toán lượng lọt sàng của hỗn hợp vật liệu khoáng AB theo phương trình 4.12 và kiểm tra sự thích hợp với tiêu chuẩn (xem ví dụ ở bảng 4.6).

4.6.3.2. Hỗn hợp 3 cốt liệu

Giả thiết cần xác định tỷ lệ phối hợp a, b, c (%) của 3 cốt liệu A, B, C (C là thành phần bột đá).

Phương pháp giải tích:

Phương trình cơ bản phối hợp 3 cốt liệu là:

$$P = A.a + B.b + C.c \quad (4.15)$$

$$a + b + c = 1 \quad (4.16)$$

Kiểm tra các cấp phối thấy rằng cốt liệu A hầu hết lớn hơn cỡ sàng 2.36mm, bột đá nhỏ hơn (lọt qua) 0.075mm.

Như vậy ở cỡ sàng 2.36mm chỉ còn 2 cỡ hạt A và B

$$a = \frac{P - B}{A - B} = \frac{42.5 - 82}{3.2 - 82} = 0.5$$

Xét tại cỡ sàng 0.075mm, có:

$$P = A.a + B.b + C.c$$

$$(4+10)/2 = 7 = 0.5a + 4b + 82c;$$

$$b + c = 0.5$$

suy ra: $c = 0.06$; $b = 0.44$

Với $a = 0.5$, $c = 0.06$, $b = 0.44$ kiểm tra tại các mắt sàng theo phương trình 4.15 cho kết quả đạt yêu cầu.

Phương pháp đồ thị:

Sử dụng tọa độ hình chữ nhật với trục thẳng đứng là lượng lọt sàng tại cỡ sàng 0.075mm, trục nằm ngang là % sót tích lũy trên sàng 2.36mm. Các điểm thể hiện cấp phối từng loại cốt liệu được vẽ trên biểu đồ 4.12. Chỉ có tỷ lệ sót trên sàng 2.36mm chủ yếu là cốt liệu A và lọt qua sàng 0.075mm là cốt liệu C. Điểm A thể hiện lượng sót tích lũy trên sàng 2.36mm của cốt liệu A. Điểm B thể hiện lượng sót tích lũy trên sàng 2.36mm của cốt liệu B và lượng lọt qua sàng 0.075mm của cốt liệu B. Điểm C thể hiện lượng lọt qua sàng 0.075mm của cốt liệu C. Điểm S là điểm giữa của phạm vi mà tiêu chuẩn kỹ thuật yêu cầu đối với vật liệu sót lại trên sàng 2.36mm và lọt sàng 0.075mm.

Các đường thẳng AS cắt BC tại B'. Chiều dài của các đoạn thẳng được xác định bởi trị số % của các điểm. Các hệ số a, b, c ứng với tỷ lệ % của cốt liệu A, B, C được tính như sau:

$$a = (SB') / (AB') = (57.5 - 17) / (97.5 - 17) = 0.5$$

Từ $b + c = 1 - a$; có:

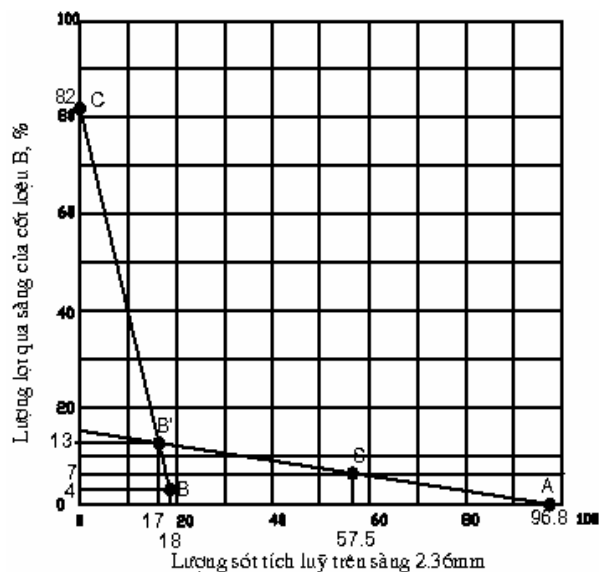
$$\begin{aligned} C &= (1 - a) \times B'B / CB' \\ &= 0.5 \times (13 - 4) / (82 - 4) = 0.06 \end{aligned}$$

$$b = 1 - a - c = 0.44$$

Bảng 4.7. Ví dụ tính toán phối hợp hỗn hợp 3 cốt liệu

Cỡ sàng	19	12.5	9.5	4.75	2.36	0.6	0.35	0.15	0.075
	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	8	30	50	100	200
Lọt sàng yêu cầu	100	80 – 100	70 – 90	50 – 70	35 – 50	18 – 29	13 – 23	8 – 16	4 – 10
Lọt sàng A	100	90	59	16	3.2	1.1	0	0	0
Lọt sàng B	100	100	100	96	82	51	36	21	9.2
Lọt sàng C	100	100	100	100	100	100	98	93	82
0.5A	50	45	29.5	8	1.6	0.6	0	0	0
0.44B	44	44	44	42.2	36	22.4	15.8	9.2	1.76
0.06C	6	6	6	6	6	6	5.9	5.6	4.9

Tổng	100	100	79.5	56.2	43.6	29	21.7	14.8	6.66
Đánh giá	đạt	đạt	đạt	đạt	đạt	đạt	đạt	đạt	đạt



Hình 4.12. Biểu đồ phối hợp 3 cốt liệu

4.7. THIẾT KẾ HỖN HỢP CÁC CỐT LIỆU ĐỂ CHẾ TẠO BÊ TÔNG ASPHALT THEO TIÊU CHUẨN NGA

Vật liệu sử dụng phải phù hợp với loại, dạng bê tông và đạt các yêu cầu về tính chất cơ học, tính ổn định nhiệt và tính chống ăn mòn, đồng thời phải phù hợp với yêu cầu của quy phạm.

Hỗn hợp vật liệu khoáng được lựa chọn sao cho đảm bảo được độ đặc hợp lý và có độ rỗng nhỏ nhất (tức là có khối lượng riêng lớn nhất). Lý thuyết về đường cong độ đặc hợp lý là cơ sở để tạo ra thành phần hạt hợp lý.

Thành phần cấp phối hạt theo tiêu chuẩn Việt nam được giới thiệu ở bảng 4.8.

Thành phần vật liệu khoáng trong bê tông asphalt thông thường gồm 3 loại: đá dăm, cát, bột khoáng với tỷ lệ là D, C, B (%).

Trong một số trường hợp để tăng chất lượng bê tông có thể cho thêm một phần đá mịn (M%).

Hỗn hợp vật liệu khoáng được lựa chọn có tổng tỷ lệ thành phần như sau:

$$D + C + B + M = 100\% \quad (4.17)$$

$$\text{hoặc} \quad D + C + B = 100\% \text{ (không có đá mịn)} \quad (4.18)$$

Lượng lọt qua sàng của hỗn hợp vật liệu khoáng L_x được xác định theo công thức sau:

$$L_x = \frac{D_x}{100} D + \frac{M_x}{100} M + \frac{C_x}{100} C + \frac{B_x}{100} B \quad (4.19)$$

trong đó: $\bar{D}_x$, M_x , C_x và B_x là lượng lọt qua sàng kích thước x (mm) của đá, hạt cát và bột khoáng.

L_x phải phù hợp với lượng lọt sàng tại mọi mắt sàng được quy định trong tiêu chuẩn kỹ thuật của dự án theo quan hệ sau:

$$L_{t\max} \geq L_x \geq L_{t\min} \quad (4.20)$$

Để giải hệ phương trình 4.17 (hoặc 4.18) và 4.19 cần quy định về giải hạt cho đá, cát và bột đá. Đá có kích thước hạt lớn hơn hoặc bằng 5mm; cát có kích thước hạt nhỏ hơn 5mm và lớn hơn 0.071mm; bột đá là những hạt lọt qua sàng 0.071mm.

Như vậy tại mắt sàng 5mm yêu cầu L_5 của cát bằng 100%. Tại mắt sàng 0.071mm lượng lọt sàng của cát và đá bằng 0%.

Xác định lượng đá: Công thức để tính $\bar{D}$ như sau:

$$D = \frac{100 - L_{5TC}}{100 - L_{5D}} 100(\%)$$

Bảng 4.8. Thành phần cấp phối hỗn hợp cốt liệu bê tông nhựa đặc nóng theo tiêu chuẩn Việt Nam

Loại BTNC*	BTNC 9,5	BTNC 12,5	BTNC 19	Bê tông nhựa cát BTNC 4,75
Cỡ hạt lớn nhất danh định (mm)	9,5	12,5	19	4,75
Phạm vi áp dụng	Lớp mặt trên	Lớp mặt trên hoặc lớp mặt dưới	Lớp mặt dưới	Via hè, làn dành cho xe đạp, xe thô sơ
Chiều dày rải hợp lý, cm	4–5	5–7	6–8	3–5
Cỡ sàng (mắt vuông), mm	Lượng lọt qua sàng (% khối lượng)			
25	–	–	100	–
19	–	100	90–100	–
12,5	100	90–100	71–86	–
9,5	90–100	74–89	58–78	100
4,75	55–80	47–71	36–61	80–100
2,36	36–63	30–55	25–45	65–82
1,18	25–45	21–40	17–33	45–65
0,6	17–33	15–31	12–25	30–50
0,3	12–25	11–22	8–17	20–36
0,15	9–17	8–15	6–12	15–25
0,075	6–10	6–10	5–8	8–12
Hàm lượng	5,2–6,2	5,0–6,0	4,8–5,8	6,0–7,5

nhựa tham khảo (tính theo % khối lượng hỗn hợp bê tông nhựa)				
--	--	--	--	--

* BTNC: bê tông nhựa nóng chặt

Bảng 4.9. Thành phần cấp phối hỗn hợp cốt liệu bê tông nhựa rỗng theo tiêu chuẩn Việt Nam.

Loại BTNR*	BTNR 19	BTNR 25	BTNR 37,5
Cỡ hạt lớn nhất danh định (mm)	19	25	37,5
Phạm vi áp dụng	Lớp móng trên	Lớp móng	Lớp móng
Chiều dày rải hợp lý, cm	4–5	5–7	6–8
Cỡ sàng (mắt vuông), mm	Lượng lọt qua sàng (% khối lượng)		
50	–	–	100
37,5	–	100	90–100
25	100	90–100	–
19	90–100	–	40–70
12,5	–	40–70	–
9,5	40–70	–	18–48
4,75	15–39	10–34	6–29
2,36	2–18	1–17	0–14
1,18	–	–	–
0,6	0–10	0–10	0–8
0,3	–	–	–
0,15	–	–	–
0,075	–	–	–
Hàm lượng nhựa tham khảo (tính theo % khối lượng hỗn hợp bê tông nhựa)	4,0–5,0	3,5–4,5	3,0–4,0

* BTNR: bê tông nhựa nóng rỗng

Cấp phối cốt liệu sau đầm nén có độ rỗng từ 16–19% đủ để chứa bitum và một phần không khí.

Tỷ lệ thành phần của đá dăm được xác định theo công thức sau:

$$D = \frac{A_x}{A_{Dx}} \times 100(\%)$$

trong đó: A_x , A_{Dx} là lượng sót tích lũy tại cỡ hạt x của hỗn hợp hợp lý theo tiêu chuẩn và của đá dăm. Mắt sàng x thông thường là 5 mm. Trong trường hợp tại mắt sàng 5mm có lượng lọt qua sàng của cát nhỏ hơn 100% thì có thể tính D tại mắt sàng lớn hơn.

Xác định lượng bột khoáng: Tỷ lệ phần trăm của bột khoáng (có cỡ hạt < 0,071mm) được xác định theo công thức sau:

$$B = \frac{Y_{0.071}}{B_{0.071}} \times 100, \%$$

trong đó: $Y_{0.071}$ và $B_{0.071}$ là lượng hạt nhỏ hơn 0,071mm của hỗn hợp vật liệu theo tiêu chuẩn và của bột khoáng.

Xác định lượng cát và lượng mật: Tổng tỷ lệ phần trăm của cát và đá mịn được tính như sau:

$$C + M = 100 - B - D = M'$$

Giải hệ các phương trình trên ta có hàm lượng cát với $x = 1,25\text{mm}$ theo phương trình sau:

$$\frac{C.C_{1.25}}{100} + \frac{(M' - C)M_{1.25}}{100} = L_{1.25} - B$$

Từ thành phần vật liệu thực tế, tính toán tỷ lệ thành phần của đá, cát, bột đá. Thiết lập đường cấp phối hạt của hỗn hợp theo tỷ lệ phần trăm đã chọn bằng phương trình 4.19. So sánh cấp phối hạt đã chọn với thành phần hạt theo tiêu chuẩn bằng biểu đồ. Yêu cầu thành phần hạt thiết kế phải phù hợp với giới hạn thành phần của hỗn hợp hợp lý theo tiêu chuẩn. Nếu thành phần chọn được không hợp tiêu chuẩn thì phải điều chỉnh lại các lượng vật liệu để có thành phần phù hợp với tiêu chuẩn.

4.8. THÍ DỤ TÍNH TOÁN THÀNH PHẦN VẬT LIỆU KHOÁNG CHO BÊ TÔNG ASPHALT

Yêu cầu lựa chọn thành phần vật liệu khoáng cho bê tông asphalt rải nóng, hạt nhỏ, loại dùng cho lớp trên của kết cấu mặt đường. Vật liệu gồm: đá dăm, cát sông, bột đá vôi có thành phần hạt ghi ở trong bảng sau 4.10.

Tính toán thành phần vật liệu khoáng của hỗn hợp bê tông asphalt

Tính lượng đá dăm:

Xét mắt sàng có đường kính 5mm, theo tiêu chuẩn lượng hạt có đường kính lớn hơn 5mm phải có lượng hạt lọt qua sàng nằm trong phạm vi 43 – 57 %.

Vậy lượng hạt có đường kính lớn hơn 5mm theo quy phạm bằng:

$$A_5 = 0,5 \times (57 + 43) = 50 (\%)$$

Lượng hạt có đường kính lớn hơn 5mm trong đá dăm là 95%.

Như vậy:
$$D = \frac{50}{95} \times 100 = 52, \%$$

Tính lượng bột khoáng:

Theo tiêu chuẩn yêu cầu lượng hạt có đường kính nhỏ hơn 0,071 nằm trong phạm vi 5 – 10 %.

Trong tính toán chọn $Y_{0,071} = 7\%$ và $B_{0,071} = 85\%$.

khi đó:
$$B = \frac{7}{85} \times 100 = 8, \%$$

Lượng cát sẽ là:

$$C = 100 - 52 - 8 = 40 (\%).$$

Bảng 4.10. Ví dụ tính toán thành phần cấp phối hỗn hợp cốt liệu cho bê tông asphalt.

Vật liệu	Lượng lọt qua sàng (%) kích thước mắt sàng (mm)									
	20	15	10	5	3	1.25	0.31	0.63	0.14	0.071
Đá dăm 5–20mm	100	70	57	5						
Cát sông					100	60	40	25	10	
Bột đá vôi							100	98	93	85
Hỗn hợp theo tiêu chuẩn	95–100	81–89	65–75	43–57	31–49	22–33	16–24	12–18	8–13	5–10
Đá dăm 52%	52	36.4	29.6	2.6						
Cát sông 40%	40	40	40	40	40	24	16	10	4	
Bột khoáng 8%	8	8	8	8	8	8	8	7.84	7.44	6.8
Thành phần hỗn hợp đã chọn	100	84.4	77.6	50.6	48	32	24	17.84	11.4	6.8

Chương 5

CẤU TRÚC CỦA BÊ TÔNG ASPHALT

5.1. KHÁI QUÁT

Tính chất vật lý, cơ học của bê tông asphalt phụ thuộc vào chất lượng, tỷ lệ thành phần các vật liệu chế tạo và cấu trúc của bê tông. Cấu trúc của bê tông asphalt thể hiện mối tương tác giữa các yếu tố cấu tạo, sự phối hợp giữa chúng. Tập hợp của các yếu tố này được thể hiện bằng mối quan hệ giữa đặc tính của vật liệu với độ đặc và độ rỗng của vật liệu khoáng, cấu trúc và đặc tính của bitum, sự liên kết với vật liệu khoáng và lấp đầy lỗ rỗng vật liệu khoáng của bitum. Cấu trúc của bê tông asphalt bao gồm cấu trúc của hỗn hợp vật liệu khoáng và cấu trúc của bitum trong bê tông asphalt.

5.2. CẤU TRÚC CỦA VẬT LIỆU KHOÁNG TRONG BÊ TÔNG ASPHALT

Cấu trúc của vật liệu khoáng trong bê tông asphalt được chia ra làm 3 loại: có khung, bán khung và không có khung (xem Hình 5.1.). Tùy theo tỷ lệ và khối lượng của đá, cát, bột khoáng có thể tạo ra một trong 3 loại cấu trúc trên. Tỷ lệ phần trăm của đá thường từ 20-65%, cát từ 20-40%, bột đá từ 14-4%. Độ rỗng của vật liệu khoáng thường từ 15-22%, độ rỗng còn lại từ 2-7%.

Cấu trúc có khung là cấu trúc mà độ rỗng của hỗn hợp được lấp đầy hoàn toàn bằng vữa asphalt (Hình 5.1a). Thể tích của vữa asphalt bao gồm hỗn hợp của cát, bột khoáng và bitum không vượt quá thể tích rỗng của đá dăm, độ lớn của các hạt cát không lớn hơn kích thước của các lỗ rỗng trong bộ khung đá dăm. Như vậy, các hạt cốt liệu không dễ chuyển động trong vữa asphalt và tiếp xúc với nhau một cách trực tiếp hoặc thông qua lớp màng cứng bitum tạo cấu trúc. Sự có mặt các khung cứng không gian làm tăng độ ổn định động của lớp phủ mặt đường. Cấu trúc khung quen thuộc thường chứa lượng bột khoáng từ 4 - 10%, lượng bitum từ 5 - 7%, lượng đá từ 50-60%.

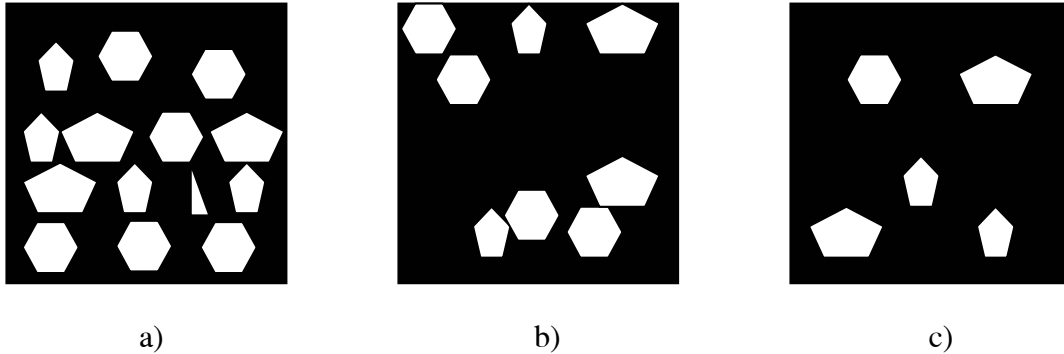
Cấu trúc bán khung (Hình 5.1b) của vật liệu khoáng là cấu trúc có các phần cục bộ của hạt đá dăm tập trung lớn hơn thể tích của vữa asphalt.

Cấu trúc không có khung (Hình 5.1c) là cấu trúc trong đó các hạt đá dăm dễ di chuyển do lượng thừa của chất kết dính asphalt (hệ số lấp đầy lỗ rỗng lớn hơn 1). Cường độ và độ dính kết của cấu trúc này giảm khi chịu nhiệt làm cho lớp phủ mặt đường bị biến dạng dẻo.

Cấu trúc khung của hỗn hợp vật liệu khoáng có thể tạo ra đặc tính chịu chuyển động lớn và nó tỷ lệ thuận với hàm lượng đá dăm trong bê tông asphalt. Về mặt thành phần hạt các loại hỗn hợp này có thể không dùng những hạt có đường kính từ 5-0.63mm.

Hàm lượng đá dăm, bột khoáng và tỷ lệ của chúng không chỉ xác định cấu trúc của hỗn hợp mà còn ảnh hưởng đến tính chất của bê tông asphalt. Khi lượng đá $D=65\%$, lượng bột khoáng $B=4\%$ thì độ rỗng của hỗn hợp vật liệu khoáng khoảng 15%. Nếu lượng bột khoáng $B=5\%$ thì độ rỗng dư là khoảng 6%, khi đó bê tông asphalt có độ ổn định cao. Khi lượng đá $D=20\%$, lượng bột khoáng $B=14\%$ thì độ rỗng của hỗn hợp vật

liệu khoáng đạt đến 22%. Khi dùng lượng bitum đến 7% thì độ ổn định và chống nứt đều thấp.



Hình 5.1. Cấu trúc của bê tông asphalt

a) cấu trúc có khung; b) cấu trúc bán khung; c) cấu trúc không có khung

5.3. CẤU TRÚC CỦA BITUM TRONG BÊ TÔNG ASPHALT

Khi trộn vật liệu khoáng với bitum trên bề mặt của hạt đá dăm, cát và bột khoáng được phủ một lớp mỏng bitum. Cấu trúc và tính chất của lớp phủ đó ảnh hưởng đến tính chất và chất lượng của bê tông asphalt. Sự liên kết giữa vật liệu khoáng và lớp màng mỏng của bitum được hình thành nhờ các quá trình vật lý và hoá học phức tạp. Các nghiên cứu trong nhiều năm của các nhà khoa học về kỹ thuật dầu lửa, kỹ thuật đường ô tô trên thế giới đã tạo nên các lý thuyết cơ bản về mối quan hệ giữa vật liệu khoáng với các chất kết dính hữu cơ nói chung và bitum nói riêng. Sự dính bám của bitum với vật liệu khoáng được giải thích là có phụ thuộc nhiều vào tổng diện tích bề mặt của các hạt. Bề mặt riêng của đá lớn hơn $10\text{cm}^2/\text{g}$, cát $100\text{-}200\text{cm}^2/\text{g}$, bột đá $2000\text{-}3000\text{cm}^2/\text{g}$. Ví dụ, trong 100g hỗn hợp có 50% đá dăm, 40% cát và 10% bột khoáng có kích thước nhỏ hơn 0.071mm thì diện tích bề mặt của đá dăm sẽ là 500cm^2 , cát 8000cm^2 và bột khoáng là 30000cm^2 . Như vậy bột khoáng có tỷ diện tích bề mặt lớn nhất và chiếm tới 80% nên lực dính bám trên bề mặt bột khoáng sẽ ảnh hưởng đến cấu trúc và tính chất của bê tông asphalt.

Có thể tính toán bề mặt của cốt liệu được bao bọc bằng bitum khi chấp nhận một dạng xác định của hạt cốt liệu. Hveem đã tính toán các trị số tỷ diện tích bề mặt của các cỡ hạt với giả thiết hạt cốt liệu có dạng hình cầu và có khối lượng riêng là 2.65 như ở Bảng 5.1.

Bảng 5.1. Tỷ diện tích bề mặt điển hình

Cỡ hạt (mm)	Tỷ diện tích bề mặt (m^2/kg)
0.075	32.77
0.150	12.29
0.300	6.14
0.600	2.87
1.180	1.64

2.360	0.82
> 4.750	0.41

Độ dày của màng mỏng bitum khi đó được tính theo công thức lý thuyết sau:

$$T = \frac{b}{100 - b} \times \frac{1}{\rho_b} \times \frac{1}{SAF}$$

trong đó: T- độ dày của màng bitum, mm

ρ_B – khối lượng riêng của bitum, kg/m³

SAF – tỷ diện tích bề mặt của cốt liệu, m²/kg

b - hàm lượng bitum, %

Diện tích bề mặt của cốt liệu được tính bằng cách nhân tổng phần trăm lượng lọt qua lỗ sàng với tỷ diện bề mặt tương ứng. Khi cốt liệu gồm các kích cỡ hạt khác nhau thì có thể tính riêng cho từng cỡ hạt.

Về cấu trúc của bitum trong lớp mỏng trên bề mặt của hạt và bột đá được giải thích theo nhiều lý thuyết khác nhau. Theo tác giả I.A. Rubnev cho rằng có một lực dính bám của lớp mỏng này với bề mặt của đá. Theo tác giả Karolev lớp bitum này gồm có lớp bitum tự do, lớp bitum cứng và ở giữa là lớp bitum được trộn với bột đá (chất liên kết asphalt). Theo các tác giả ở Mỹ cho rằng lớp bitum ở trên bề mặt khoáng bao gồm 2 vùng, một vùng để thấm vào vật liệu đá và một vùng hiệu quả để tạo nên lực liên kết với đá.

Cường độ, khối lượng riêng và độ dẻo của bitum trong lớp phủ trên bề mặt của vật liệu khoáng sẽ tạo nên khả năng dính bám với bề mặt của hạt. Chiều dày lớp phủ bitum phụ thuộc vào độ lớn của các hạt. Theo I.B. Karolev trên các hạt có đường kính nhỏ hơn 0.071mm thì chiều dày của màng bitum khoảng 0.2μm, còn trên các hạt đá dăm thì chiều dày của màng bitum từ 10-20μm. Trên bề mặt của vật liệu khoáng có tác động việc đầm lèn thì chiều dày của màng bitum thường nhỏ hơn 10μm.

Thành phần bột đá phân tán mạnh có thể làm thay đổi cấu trúc bitum trong lớp mỏng bằng cách sử dụng thêm các phụ gia ở dạng keo. Đơn giản nhất là hệ xi măng nước.

Bitum được kết dính tốt đối với hầu hết vật liệu làm đường với điều kiện các vật liệu đó phải sạch, khô và không có bụi bám, lực dính bám phụ thuộc vào độ nhớt của bitum. Khi độ nhớt của bitum càng cao thì thời gian làm ướt cốt liệu càng lâu. Khi bitum dính kết tốt với các hạt cốt liệu thì sự dính kết đó ít bị suy yếu ngoại trừ sự can thiệp của nước. Khi có tác động của nước sẽ gây hiện tượng không kết dính khi có nước. Nếu cốt liệu là các đá axit ưa nước, nước có tác dụng làm giảm lực dính kết và có khả năng thâm nhập vào giữa màng bitum và cốt liệu, làm tách bitum ra khỏi cốt liệu.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày về cấu trúc của vật liệu khoáng trong bê tông asphalt.

2. Trình bày về cấu trúc của bitum trong bê tông asphalt.

Chương 6

CÁC TÍNH CHẤT CỦA BÊ TÔNG ASPHALT

6.1. KHÁI QUÁT

Các tính chất của hỗn hợp bê tông asphalt và bê tông asphalt đã đầm nén làm mặt đường bao gồm tính chất liên quan đến đặc tính thể tích và tính chất cơ học.

Đặc tính thể tích của bê tông asphalt bao gồm các chỉ tiêu: độ rỗng dư (VIM), độ rỗng cốt liệu (VMA), độ rỗng lấp đầy nhựa (VFA). Các giá trị này phải nằm trong giới hạn quy định đảm bảo lớp bê tông asphalt có khả năng chống biến dạng, chống chảy bitum dưới tác động của tải trọng xe và yếu tố nhiệt độ môi trường, hạn chế sự xâm nhập của nước vào hỗn hợp trong quá trình khai thác.

Để xác định các chỉ tiêu đặc tính thể tích của bê tông asphalt, cần thiết phải thí nghiệm và tính toán các chỉ tiêu sau:

- Các chỉ tiêu liên quan đến tỷ trọng của vật liệu thành phần: tỷ trọng của cốt liệu thô (đá dăm), tỷ trọng của cốt liệu mịn (cát thiên nhiên, cát xay từ đá), tỷ trọng của bitum, tỷ trọng của bột khoáng.

- Các chỉ tiêu liên quan đến tỷ trọng của hỗn hợp bê tông asphalt: tỷ trọng biểu kiến của cốt liệu trong hỗn hợp bê tông asphalt, tỷ trọng khối của hỗn hợp bê tông asphalt ở trạng thái rời (chưa đầm), tỷ trọng khối của hỗn hợp bê tông asphalt khi đã được đầm nén, tỷ trọng lớn nhất của hỗn hợp bê tông asphalt ở trạng thái rời (chưa đầm).

Các tính chất cơ học của bê tông asphalt: bao gồm các chỉ tiêu liên quan đến cường độ của hỗn hợp bê tông asphalt sau khi đầm nén nhằm đảm bảo cho kết cấu lớp bê tông asphalt có đủ cường độ và độ bền sau khi xây dựng và trong quá trình khai thác dưới tác động của tải trọng xe chạy và các yếu tố môi trường.

Khi tải trọng bánh xe tác dụng xuống mặt đường, có hai ứng suất được truyền tới mặt đường bê tông asphalt: ứng suất thẳng đứng và ứng suất nằm ngang. Với ứng suất thẳng đứng sinh ra biến dạng lún của kết cấu mặt đường và gây ra ứng suất kéo lớn nhất dưới đáy lớp vật liệu bê tông asphalt. Hỗn hợp bê tông asphalt vì vậy cần phải bền chắc và đủ khả năng đàn hồi để chống lại ứng suất nén và ngăn không cho xuất hiện biến dạng vĩnh cửu.

Bê tông asphalt phải có đủ cường độ kéo để chống lại các ứng suất kéo sinh ra ở đáy lớp bê tông asphalt và có đủ độ đàn hồi để chống lại các tác động của tải trọng mà không sinh ra hiện tượng nứt mỏi.

Cùng với các tác động của tải trọng và môi trường, mặt đường bê tông asphalt sẽ dần dần bị hư hỏng theo ba hình thức chính dưới đây phụ thuộc vào cơ chế chịu tải trọng xe chạy và điều kiện môi trường, đó là:

- Biến dạng vĩnh cửu;
- Nứt mỏi;

– Nứt do nhiệt độ thấp.

Để xác định các tính chất cơ học của bê tông asphalt, trên thế giới tùy theo truyền thống, tùy theo phương pháp thiết kế bê tông asphalt và tùy theo điều kiện phát triển của từng nước mà có nhiều phương pháp thí nghiệm khác nhau được áp dụng cho mỗi nước. Trong quá trình phát triển, nhiều phương pháp thí nghiệm cơ học của bê tông asphalt được bổ sung cho phù hợp với điều kiện làm việc của mặt đường bê tông asphalt, và cũng có không ít phương pháp được loại bỏ do ít được áp dụng. Nhìn chung các phương pháp thí nghiệm cơ học của bê tông asphalt hiện nay thường sử dụng mô hình tải trọng trùng trục, nhằm mô phỏng các tác động do tải trọng và yếu tố môi trường (nhiệt độ, độ ẩm) gây ra trên lớp mặt đường bê tông asphalt.

Các tính chất cơ học của bê tông có thể phân theo các nhóm sau:

– Các tính chất cơ học phục vụ cho thiết kế hỗn hợp bê tông asphalt: được tiến hành phục vụ việc thiết kế lựa chọn hàm lượng nhựa tối ưu cho hỗn hợp bê tông asphalt. Mẫu bê tông asphalt thiết kế vừa phải thỏa mãn các tính chất liên quan đến đặc tính thể tích, vừa phải thỏa mãn các tính chất cơ học được quy định tương ứng với phương pháp đó. Phương pháp thiết kế bê tông asphalt được áp dụng khá phổ biến trên thế giới và được biết nhiều ở Việt Nam có thể kể đến là:

- Phương pháp thiết kế Marshall;
- Phương pháp thiết kế Hveem;
- Phương pháp thiết kế theo Liên bang Nga (Liên xô cũ);
- Phương pháp thiết kế Super Pave.

– Các tính chất cơ học của bê tông asphalt phục vụ cho tính toán kết cấu: tùy thuộc các phương pháp tính toán thiết kế kết cấu mặt đường khác nhau, trong đó quy định các chỉ tiêu cơ học của bê tông asphalt cần thiết phục vụ tính toán xác định chiều dày cần thiết của lớp bê tông asphalt mặt đường dưới tác dụng của tải trọng xe chạy và các yếu tố môi trường.

Phân nhóm các phương pháp thí nghiệm cơ học của bê tông asphalt theo phương của lực tác dụng trên mẫu thì có các loại:

- Thí nghiệm với lực tác động theo phương đường kính của mẫu hình trụ tròn;
- Thí nghiệm với lực tác động dọc trục mẫu hình trụ tròn;
- Thí nghiệm với lực tác động 3 trục trên mẫu hình trụ tròn;
- Thí nghiệm cắt;
- Thí nghiệm kéo;
- Thí nghiệm kéo uốn trên mẫu hình dầm.

Phân nhóm các phương pháp thí nghiệm cơ học theo kiểu tác dụng của lực thì có các loại:

- Thí nghiệm với lực gia tải tĩnh;

– Thí nghiệm với lực gia tải động, nhiều chu kỳ gia tải.

Dưới đây trình bày một số tính chất cơ học của bê tông asphalt và các phương pháp thí nghiệm liên quan được sử dụng khá phổ biến trên thế giới và ở Việt Nam hiện nay và định hướng cho tương lai.

6.2. CÁC TÍNH CHẤT CƠ HỌC

6.2.1. ĐỘ ỔN ĐỊNH VÀ ĐỘ DẸO MARSHALL (CÁC CHỈ TIÊU CƠ HỌC TỪ CÁC TÍNH CHẤT NÀY ĐƯỢC SỬ DỤNG CHO PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ MARSHALL (22TCN 62–84, AASHTO T245))

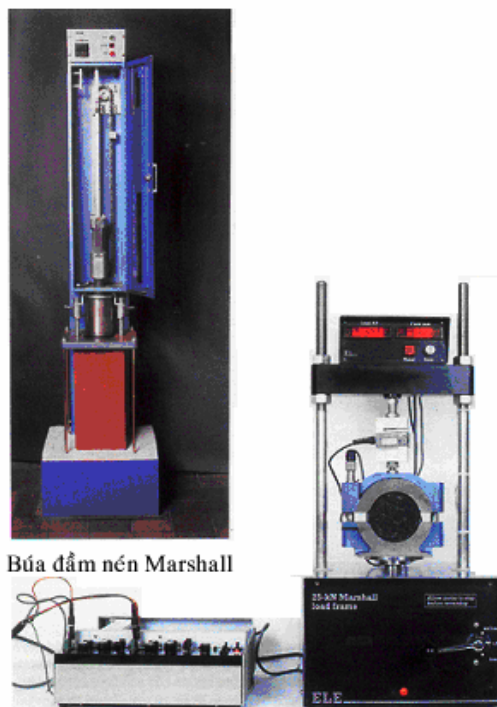
Độ ổn định Marshall: là giá trị lực lớn nhất tác dụng lên mẫu tại thời điểm mẫu bị phá hoại (S).

Độ dẻo Marshall: là giá trị biến dạng lún của mẫu thí nghiệm tại thời điểm mẫu bị phá hoại (F).

Độ ổn định và độ dẻo Marshall của mẫu bê tông asphalt đã đầm nén là hai chỉ tiêu cơ học chính dùng trong phương pháp thiết kế Marshall. Hai chỉ tiêu này được xác định thông qua thí nghiệm Marshall.

Thí nghiệm Marshall được thực hiện trên mẫu bê tông asphalt hình trụ tròn có đường kính $D = 101,6\text{mm}$; chiều cao $H = 63\text{mm}$, được chế tạo tại phòng thí nghiệm hoặc mẫu khoan từ mặt đường.

Mẫu bê tông asphalt được trộn ở nhiệt độ quy định, được tạo mẫu trong khuôn Marshall với số chày đầm và nhiệt độ quy định. Sau khi ngâm mẫu trong nước có nhiệt độ 60°C trong khoảng thời gian 30–40 phút, mẫu được lấy ra và đặt vào thiết bị Marshall để thí nghiệm (Hình 6.1). Lực nén có tốc độ $50,8\text{mm/phút}$ tác dụng dọc theo phương đường sinh cho tới khi mẫu bị phá hoại.



Búa đầm nén Marshall

Hình 6.1. Thí nghiệm xác định độ ổn định, độ dẻo Marshall

Trong trường hợp mẫu thí nghiệm có chiều cao khác với chiều cao tiêu chuẩn, độ ổn định Marshall bằng độ lớn của lực phá hoại mẫu nhân thêm với hệ số hiệu chỉnh chiều cao.

Độ ổn định, độ dẻo Marshall cũng có thể được sử dụng để xác định giá trị mô đun đàn hồi của bê tông asphalt theo công thức thực nghiệm của Nijboer như sau:

$$E_{dh,60^0} = 1.6 \times \frac{S}{F} \quad (\text{kG/cm}^2) \quad (6.1)$$

Trong đó: S: Độ ổn định Marshall (KN).

F: Độ dẻo Marshall (mm).

Hướng dẫn thiết kế hỗn hợp bê tông asphalt theo Marshall của Viện Asphalt, kết quả thiết kế (và chọn được hàm lượng bitum tối ưu) phải thoả mãn các yêu cầu về đặc tính thể tích và chỉ tiêu cơ học (độ ổn định, độ dẻo) tương ứng với lượng giao thông theo quy định ở Bảng 6.1.

Bảng 6.1. Độ ổn định, độ dẻo với bê tông asphalt thiết kế theo Marshall

Các chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu của hỗn hợp bê tông asphalt theo Marshall	Giao thông nhẹ		Giao thông vừa		Giao thông nặng	
	Lớp mặt & Móng trên		Lớp mặt & Móng trên		Lớp mặt & Móng trên	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Số lần đầm nén	35 x 2		50 x 2		75 x 2	
Độ ổn định (Stability), KN	3,4		5,5		8,0	
Độ dẻo, mm	3,2	7,2	3,2	6,4	2	4

6.2.2. ĐỘ ỔN ĐỊNH HVEEM (CHỈ TIÊU CƠ HỌC TỪ TÍNH CHẤT NÀY ĐƯỢC SỬ DỤNG CHO PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ HVEEM (ASPHALT INSTITUTE))

Độ ổn định Hveem là một chỉ tiêu quan trọng trong thiết kế hỗn hợp bê tông asphalt theo phương pháp Hveem.

Thí nghiệm xác định độ ổn định Hveem được thực hiện trên mẫu hình trụ tròn có đường kính D = 101.6mm, chiều cao H=63.5mm chế bị theo phương pháp Hveem, hoặc khoan từ mặt đường.

Mẫu sau khi được bảo dưỡng trong tủ sấy ở nhiệt độ 60±3°C trong khoảng thời gian từ 3—4 giờ, được lấy ra và đặt vào vị trí thí nghiệm (Hình 6.2).

Tiến hành gia tải cho mẫu để tạo ra một áp lực hông ban đầu tác dụng lên mẫu là 34.5kPa. Sau đó cho máy nén hoạt động, tác dụng tải theo phương dọc trục mẫu với tốc độ không đổi là 1.3 mm/phút. Ghi lại độ lớn của áp lực hông ứng với thời điểm tải trọng thẳng đứng tác dụng lên mẫu đạt 13.4 kN, 22.3kN và 26.7kN.

NGAY SAU ĐÓ, GIẢM TẢI TÁC DỤNG LÊN MẪU THEO PHƯƠNG DỌC TRỤC XUỐNG CÒN 4.45KN, ÁP LỰC HÔNG TÁC DỤNG LÊN MẪU XUỐNG CÒN 34.5 KPA. DÙNG BƠM THỦY LỰC QUAY TAY ĐỂ TĂNG DẦN ÁP LỰC HÔNG TÁC DỤNG LÊN MẪU. ĐẾM CHÍNH XÁC SỐ VÒNG QUAY ĐỂ ÁP LỰC HÔNG TÁC DỤNG LÊN MẪU TĂNG TỪ 34.5KPA ĐẾN 690 KPA, TỪ ĐÓ TÍNH ĐƯỢC CHUYỂN VỊ TƯƠNG ỨNG.



Hình 6.2. Thí nghiệm độ ổn định Hveem

Độ ổn định Hveem là một giá trị không có thứ nguyên và được xác định theo công thức:

$$S = \frac{22.2}{\frac{P_h \cdot D}{P_v - P_h} + 0.222} \quad (6.2)$$

Trong đó : D : Chuyển vị tương ứng với số vòng quay để áp lực hông tác dụng lên mẫu tăng từ 34.5 kPa đến 690 kPa.

P_v : Áp lực tác dụng lên mẫu theo phương dọc trục (thường lấy $P_v = 2.76$ MPa ứng với tải trọng tác dụng lên mẫu là 22.3kN).

P_h : Áp lực hông tác dụng lên mẫu ứng với thời điểm xác định P_v .

Theo quy định của Hveem, hỗn hợp bê tông asphalt khi thiết kế phải có độ ổn định lớn hơn các giá trị 30, 35, 37 tương ứng với lượng giao thông nhẹ, trung bình và nặng. Bảng 6.2. đưa ra quy định kỹ thuật tương ứng với các loại bê tông asphalt khi thiết kế theo Hveem.

Bảng 6.2. Yêu cầu kỹ thuật với bê tông asphalt thiết kế theo Hveem

Tiêu chuẩn thiết kế bê tông asphalt theo Hveem	Loại hỗn hợp bê tông asphalt				
	A	B	E	F	G
Độ ổn định Hveem	37	35	35	35	35
Độ dính bám Hveem	100	100	100	50	100
Độ rỗng dư, %	2–4,5	2–4,5	2–4,5	2–4,5	2–4,5

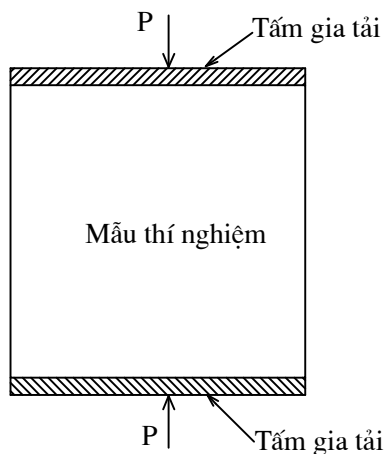
6.2.3. CƯỜNG ĐỘ CHỊU NÉN, TÍNH ỔN ĐỊNH NƯỚC VÀ ỔN ĐỊNH NHIỆT CỦA BÊ TÔNG ASPHALT (CÁC CHỈ TIÊU CƠ HỌC TỪ CÁC TÍNH CHẤT NÀY PHỤC VỤ CHO PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ CỦA LIÊN BANG NGA, 22TCN 249–98)

Tính chất cường độ chịu nén, tính ổn định nước và tính ổn định nhiệt của bê tông asphalt được đánh giá thông qua các chỉ tiêu:

- Cường độ chịu nén giới hạn;
- Hệ số ổn định nước;
- Hệ số ổn định nhiệt.

Theo tiêu chuẩn 22TCN 62–84 “Quy trình thí nghiệm bê tông nhựa”, thí nghiệm được thực hiện trên mẫu hình trụ tròn có đường kính D bằng chiều cao H (với D = 50.5mm, 71.5mm hoặc 101.6mm tùy theo cỡ hạt lớn nhất của bê tông nhựa) được chế bị bằng phương pháp ép tĩnh hoặc khoan về từ hiện trường.

Một lực nén có tốc độ 3 ± 0.5 mm/phút tác dụng dọc trục mẫu cho tới khi mẫu bị phá hoại (Hình 6.3.), độ lớn của lực phá hoại mẫu được sử dụng để tính cường độ chịu nén giới hạn.



Hình 6.3. Mô hình thí nghiệm cường độ chịu nén giới hạn

Thí nghiệm được thực hiện ở 3 trạng thái:

- Mẫu khô (không ngâm nước) ở nhiệt độ 20°C, ký hiệu là R_n^{k20}
- Mẫu bão hoà (ngâm nước) ở nhiệt độ 20°C, ký hiệu là R_n^{bh20}
- Mẫu khô ở nhiệt độ 50°C, ký hiệu là R_n^{k50} .

Cường độ chịu nén giới hạn của bê tông asphalt (R_n) được tính theo công thức (6.3):

$$R_n = \frac{P}{F} \quad (\text{daN/cm}^2) \quad (6.3)$$

Trong đó: P: Tải trọng phá hoại mẫu (daN).

F: Diện tích mặt cắt ngang mẫu (cm^2).

Căn cứ vào cường độ chịu nén giới hạn ở ba trạng thái khác nhau để đánh giá độ ổn định nước và độ ổn định nhiệt của bê tông asphalt thông qua hệ số ổn định nước và hệ số ổn định nhiệt, và được xác định theo các công thức sau:

- Hệ số ổn định nước được tính theo công thức: $K_n = R_n^{bh20} / R_n^{k20}$
- Hệ số ổn định nhiệt được tính theo công thức: $K_t = R_n^{k50} / R_n^{k20}$

Theo 22 TCN 249–98, hỗn hợp bê tông asphalt chặt khi thiết kế phải thỏa mãn các yêu cầu về đặc tính thể tích (độ rỗng dư) và các tính chất cơ học theo quy định (Bảng 6.3).

Bảng 6.3. Yêu cầu về các chỉ tiêu cơ lý của bê tông asphalt chặt

T T	Các chỉ tiêu	Yêu cầu đối với bê tông nhựa loại	
		I	II
1	Độ rỗng cốt liệu khoáng, % thể tích	15–19	15–21
2	Độ rỗng còn dư, % thể tích	3–6	3–6
3	Độ ngâm nước, % thể tích	1,5–3,5	1,5–4,5
4	Độ nở, % thể tích, không lớn hơn	0,5	1,0
5	Cường độ chịu nén, daN/cm^2 , ở nhiệt độ		
	+) 20°C không nhỏ hơn	35	25
	+) 50°C không nhỏ hơn	14	12
6	Hệ số ổn định nước, không nhỏ hơn	0,90	0,85
7	Hệ số ổn định nước, khi cho ngâm nước trong 15 ngày đêm; không nhỏ hơn	0,85	0,75
8	Độ nở, % thể tích, khi cho ngâm nước trong 15 ngày đêm, không lớn hơn	1,5	1,8

6.2.4. CƯỜNG ĐỘ CHỊU KÉO GIÁN TIẾP (ÉP CHẼ), CƯỜNG ĐỘ CHỊU CẮT (CÁC CHỈ TIÊU CƠ HỌC TỪ CÁC TÍNH CHẤT NÀY PHỤC VỤ CHO PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ SUPER PAVE)

Theo phương pháp Super Pave (Mỹ), các chỉ tiêu cơ học phục vụ cho thiết kế hỗn hợp bê tông asphalt bao gồm các chỉ tiêu cường độ (khả năng làm việc) của hỗn hợp bê tông asphalt và dự báo khả năng làm việc thực tế của mặt đường bê tông asphalt trên cơ sở kết

quả của các chỉ tiêu cơ học sau:

- Kéo gián tiếp (IDT) để xác định mô đun đàn hồi và hệ số poát xôn (22TCN 274–01, ASTM D4123, AASHTO TP31);
- Cắt (SST), được sử dụng để xác định đặc tính biến dạng vĩnh cửu (vết hằn lún bánh xe) và nứt do mỏi.

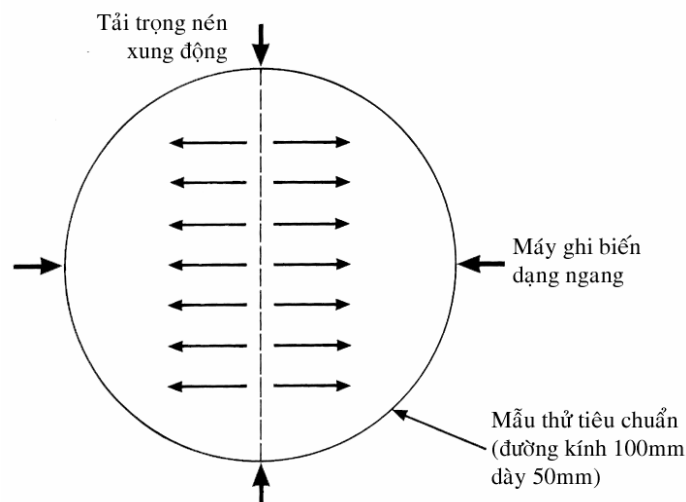
6.2.4.1. Thí nghiệm kéo gián tiếp

Bao gồm các thí nghiệm sau:

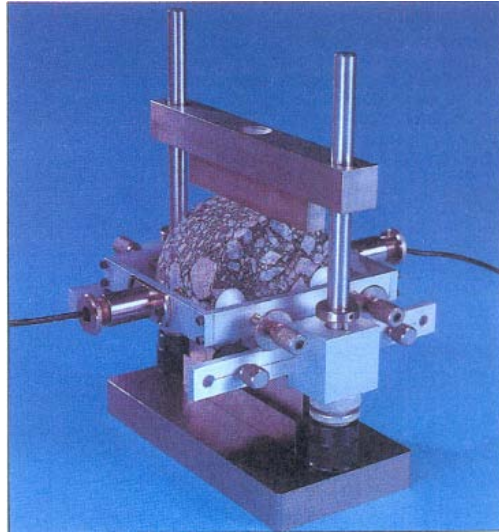
- Cường độ – từ biến, nứt do nhiệt;
- Cường độ, nứt mỏi.

Trong thí nghiệm này áp lực nén được đặt vào mẫu hình trụ theo mặt phẳng của đường kính do vậy gián tiếp gây ra ứng suất kéo theo phương ngang (Hình 6.4; 6.5).

Thí nghiệm được thực hiện ở nhiệt độ 5°C, 30°C (hoặc 25°C) và 40°C với các tần số tác dụng tải trọng bằng 0.33Hz, 0.5Hz và 1.0Hz. Độ lớn của tải trọng trùng phục được lựa chọn sao cho giá trị đạt vào khoảng từ 10–50% giá trị tải trọng phá hoại ở nhiệt độ tương ứng (thường sử dụng độ lớn tải trọng với giá trị trong khoảng 1–35N/mm tính theo chiều dài của mẫu).



Hình 6.4. Mô hình thí nghiệm kéo gián tiếp



Hình 6.5. Thiết bị thí nghiệm kéo gián tiếp

Mẫu thí nghiệm được chế tạo trên dụng cụ đầm xoay, có thể dùng các mẫu hình trụ chế tạo theo Marshall hoặc các mẫu khoan trực tiếp từ mặt đường.

Cho tải trọng tác dụng lặp một số lần cho đến khi thấy biểu đồ các biến dạng của các lần tải trọng tác dụng lặp đều như nhau. Đây là giai đoạn sơ bộ để làm mẫu tiếp xúc tốt với tấm truyền tải trọng, có các biến dạng ổn định.

Tiếp tục cho tải trọng trùng phục tác dụng, khoảng từ 50 đến 200 lần, cho đến khi biến dạng đàn hồi của những lần tác dụng kế nhau đều ổn định.

Sau khi các biến dạng đàn hồi đã ổn định dưới tác dụng của tải trọng trùng phục kế nhau thì đo và ghi lại các biến dạng đàn hồi ngang và đứng tương ứng với ít nhất 3 chu kỳ tác dụng tải trọng kế nhau và lấy trị số trung bình.

Tính toán mô đun đàn hồi E và hệ số poisson của mẫu bê tông asphalt tương ứng với nhiệt độ, thời gian tác dụng, tần số tác dụng lực theo các công thức sau:

$$E_{RI} = \frac{P}{t \cdot \Delta H_i} (\mu_{RI} + 0.27) \quad (6.4)$$

$$E_{RT} = \frac{P}{t \cdot \Delta H_T} (\mu_{RT} + 0.27) \quad (6.5)$$

$$\mu_{RI} = \frac{3.59 \Delta H_i}{\Delta V_i} - 0.27 \quad (6.6)$$

$$\mu_{RT} = \frac{3.59 \Delta H_T}{\Delta V_T} - 0.27 \quad (6.7)$$

Trong đó: E_{RI} : Mô đun đàn hồi tức thời, MPa.

E_{RT} : Mô đun đàn hồi tổng hợp, MPa.

μ_{RI} : Hệ số poisson tức thời.

μ_{RT} : Hệ số poisson toàn bộ.

P : Tải trọng tác dụng trùng phục, N.

t : Chiều cao mẫu, mm.

ΔH_I : Biến dạng ngang đàn hồi tức thời của mẫu, mm.

ΔH_T : Biến dạng ngang toàn bộ của mẫu, mm.

ΔV_I : Biến dạng đứng đàn hồi tức thời của mẫu, mm.

ΔV_T : Biến dạng đứng toàn bộ của mẫu, mm.

Các quy định với các loại thí nghiệm: cường độ – từ biến, nứt do nhiệt và cường độ, nứt mỏi như sau:

a). Thí nghiệm cường độ – từ biến, nứt do nhiệt

- Nhiệt độ thí nghiệm cho thí nghiệm cường độ–từ biến để đánh giá khả năng chịu nứt do nhiệt của hỗn hợp bê tông asphalt ở nhiệt độ 0°C hoặc thấp hơn. Ba nhiệt độ điển hình được sử dụng để tính toán là: 0, -10 và -20°C, trong đó ít nhất phải sử dụng 2 nhiệt độ thí nghiệm. Giá trị nhiệt độ điển hình được sử dụng là -5 °C và -15°C.
- Sau khi đã duy trì nhiệt độ thí nghiệm không đổi trong các mẫu thí nghiệm đủ thời gian, cân bằng lại toàn bộ hệ thống đo và tác dụng một lực tĩnh có cường độ định trước nhưng không tác động lên mẫu.
- Tải trọng định trước được sử dụng cho thí nghiệm từ biến phải tạo ra chuyển vị ngang giữa 50 và 200 microstrains (μm) trong 60 giây đầu tiên. Nếu giới hạn đó trái với qui định, cần phải dừng ngay thí nghiệm và hiệu chỉnh tải trọng.
- Theo dõi tất cả các biến dạng ngang và biến dạng thẳng đứng trên các hướng của mẫu trong thời gian tác dụng tải. Tải trọng sẽ được tác dụng với chu kỳ 1000 giây.
- Sau khi tải trọng định trước được tác dụng qua chu kỳ 1000 giây, phải tác dụng thêm tải trọng lên mẫu với tốc độ gia tải của pít-tông 12.5mm/phút. Tất cả các chuyển động ngang, thẳng đứng và tải trọng phải được theo dõi cho đến khi tải trọng bắt đầu giảm (giảm 10% so với giá trị lớn nhất).

b). Thí nghiệm cường độ, nứt mỏi

- Nhiệt độ thí nghiệm sử dụng cho thí nghiệm phân tích nứt mỏi không vượt quá 20°C.
- Sau khi duy trì nhiệt độ không đổi trong các mẫu thí nghiệm trong khoảng thời gian hợp lý, cân bằng lại toàn bộ hệ thống đo.
- Tác dụng một lực lên mẫu ở mức 50mm chuyển động thẳng đứng /phút của pít tông. Tất cả các chuyển động ngang, thẳng đứng và tải trọng phải được theo dõi cho đến khi tải trọng bắt đầu giảm. Thí nghiệm sẽ được dừng lại càng nhanh càng tốt khi tải trọng bắt đầu giảm để ngăn không cho hư hỏng thiết bị LVTD do sự phá hoại bất ngờ của mẫu.

6.2.4.2. Thí nghiệm cắt

Bao gồm các thí nghiệm sau (Hình 6.6):

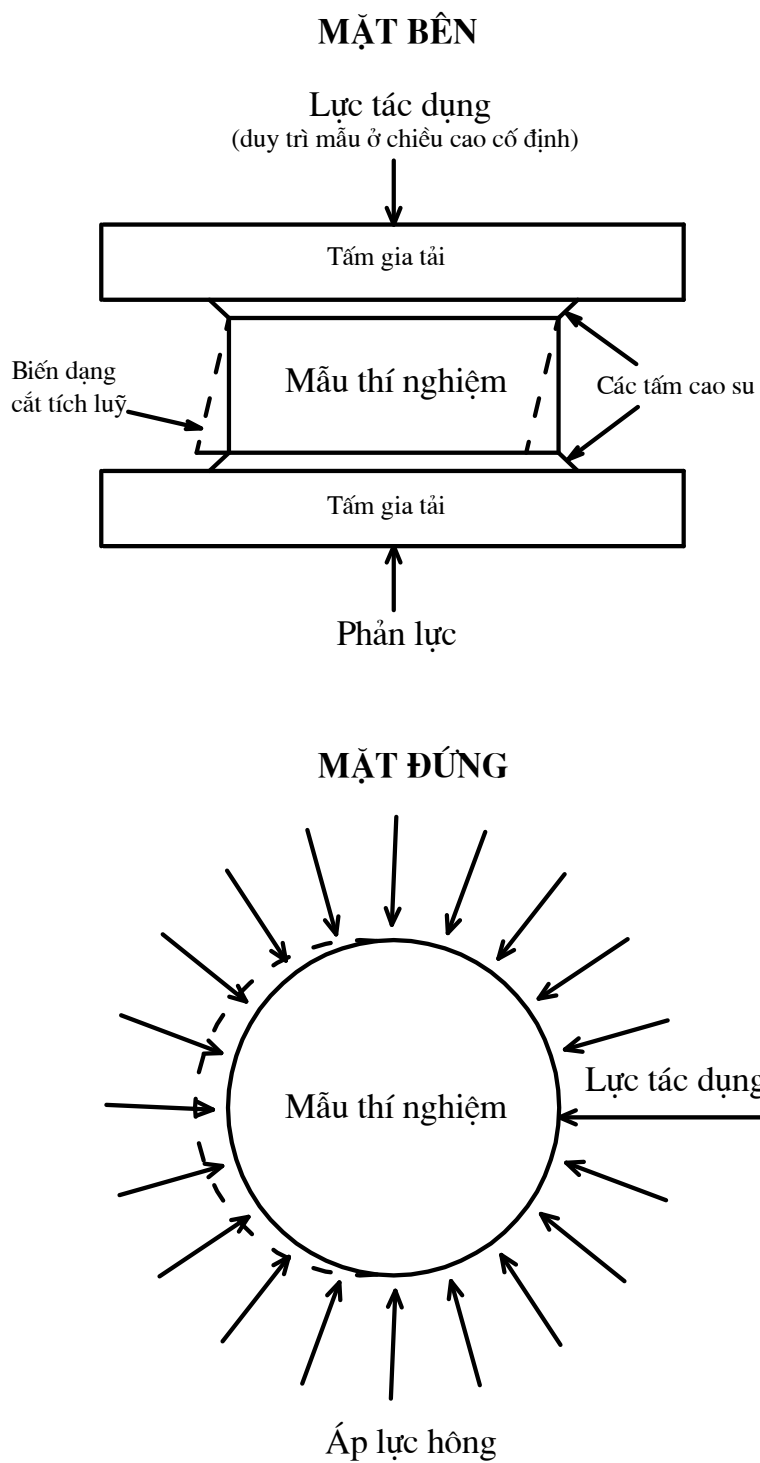
- Thí nghiệm cắt tải trọng trùng phục với tỷ lệ ứng suất không đổi.
- Thí nghiệm cắt tải trọng trùng phục ở chiều cao không đổi.
- Thí nghiệm cắt đơn giản ở chiều cao không đổi.

Mẫu có đường kính $D=152\text{mm}$, chiều cao $H=50\text{ mm}$, được chế bị trong phòng bằng phương pháp đầm xoay hoặc khoan vể từ hiện trường.

Mẫu thí nghiệm được dính liền 2 đầu với 2 tấm cao su trên bề mặt 2 tấm gia tải bằng chất kết dính (thường dùng epoxy).

Với những thí nghiệm được thực hiện ở nhiệt độ nhỏ hơn 40°C , trước khi thí nghiệm, mẫu được đặt vào trong tủ sấy ở nhiệt độ thí nghiệm trong khoảng thời gian 2 giờ.

Với những thí nghiệm được thực hiện ở nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng 40°C , trước khi thí nghiệm, mẫu được đặt vào trong tủ sấy ở nhiệt độ thí nghiệm trong khoảng thời gian ít nhất là 2 giờ nhưng không vượt quá 4 giờ.



Hình 6.6. Mô hình thí nghiệm cắt của SuperPave

Trong quá trình thí nghiệm, mẫu thí nghiệm được đặt trong buồng nhiệt của thiết bị thí nghiệm, buồng nhiệt này có khả năng tạo ra và duy trì ở nhiệt độ quy định trong suốt quá trình thí nghiệm.

a). Thí nghiệm cắt ở chiều cao không đổi

Tác dụng lên mẫu một ứng suất cắt có độ lớn 7kPa với số chu kỳ là 100. Sau đó tăng ứng suất cắt tác dụng lên mẫu với tốc độ là 70kPa/giây và giữ trong khoảng thời gian 10 giây. Sau 10 giây, giảm ứng suất cắt xuống còn 0 với tốc độ 21kPa/giây. Tiếp tục ghi số liệu thêm 30 giây nữa sau khi tải trọng đã về 0. Thí nghiệm được thực hiện ở các nhiệt độ 4°C, 20°C và 40°C.

Kết quả thí nghiệm thu được là ứng suất dọc trục, ứng suất cắt và biến dạng cắt.

b). Thí nghiệm cắt tải trọng lặp với tỷ lệ ứng suất không đổi

Tác dụng lên mẫu đồng thời một ứng suất dọc trục và ứng suất cắt có dạng nửa hình sin có độ lớn sao cho tỷ lệ giữa ứng suất dọc trục và ứng suất cắt là không đổi và bằng từ 1,2 đến 1,5 lần.

Nhiệt độ chọn để thí nghiệm là nhiệt độ trung bình của 7 ngày trong năm đo ở độ sâu mặt đường là 50,8 mm.

Tác dụng lên mẫu đồng thời một ứng suất dọc trục và ứng suất cắt có dạng nửa hình sin với số chu kỳ là 100, thời gian tác dụng 0.1 giây, nghỉ 0.6 giây với ứng suất tác dụng dọc trục không vượt quá 7kPa. Tiếp theo, cho tải trọng tác dụng với số chu kỳ là 5000 chu kỳ.

Kết quả thí nghiệm thu được là ứng suất dọc trục, ứng suất cắt và biến dạng cắt.

c). Thí nghiệm cắt tải trọng lặp với chiều cao không đổi

Tác dụng lên mẫu một ứng suất cắt có dạng nửa hình sin với số chu kỳ là 100, thời gian tác dụng 0.1 giây, nghỉ 0.6 giây với ứng suất tác dụng dọc trục không vượt quá 7kPa. Tiếp theo, tác dụng lên mẫu một ứng suất cắt có dạng nửa hình sin có độ lớn 70kPa với số chu kỳ là 5000, thời gian tác dụng 0.1 giây, nghỉ 0.6 giây. Nhiệt độ thí nghiệm là nhiệt độ trung bình của 7 ngày trong năm đo ở độ sâu 50, 8mm.

Kết quả thí nghiệm thu được là ứng suất dọc trục, ứng suất cắt và biến dạng cắt.

6.2.5. CÁC CHỈ TIÊU CƠ HỌC PHỤC VỤ THIẾT KẾ KẾT CẤU

6.2.5.1. Mô đun đàn hồi (22TCN211–2006)

Mô đun đàn hồi của bê tông asphalt được xác định bằng thí nghiệm trên mẫu hình trụ tròn có chiều cao bằng một nửa hoặc bằng đường kính (thường sử dụng mẫu có kích thước $D = H = 10\text{cm}$) theo mô hình nén dọc trục nở hông tự do, gia tải bằng tải trọng tĩnh và bảo dưỡng mẫu ở các điều kiện khác nhau tùy theo yêu cầu thí nghiệm, cụ thể:

– Ở 30°C khi tính cường độ theo tiêu chuẩn độ lún đàn hồi.

– Ở 10°C (với lớp bê tông asphalt có chiều dày dưới 6cm), 15°C (với lớp bê tông asphalt có chiều dày từ 7–12cm) khi dùng để tính toán cường độ theo tiêu chuẩn chịu kéo uốn.

– Ở 60°C khi dùng để tính theo điều kiện trượt.

Mẫu được nén với chế độ gia tải một lần với áp lực $p = 5 \text{ daN/cm}^2$ và được giữ nguyên cho tới khi biến dạng ổn định (khi tốc độ biến dạng chỉ còn 0.01 mm/phút). Sau đó dỡ tải và đợi biến dạng hồi phục cũng đạt được ổn định như trên thì đọc đồng hồ đo biến dạng để xác định trị số biến dạng đàn hồi.

Mô đun đàn hồi (E_{dh}) được xác định theo công thức (6.8):

$$E_{dh} = \frac{4pH}{\pi D^2 l} \quad (\text{daN/cm}^2) \quad (6.8)$$

Trong đó: p : Áp lực nén mẫu (daN/cm^2).

H : Chiều cao mẫu (cm).

D : Đường kính mẫu (cm).

L : Biến dạng đàn hồi (cm).

6.2.5.2. Lực dính đơn vị và góc nội ma sát (22TCN 211–2006)

Thí nghiệm được thực hiện trên mẫu hình trụ tròn đường kính 30 cm chế bị bằng cách gia lực tĩnh hoặc từ mẫu khoan mặt đường (Hình 6.7).

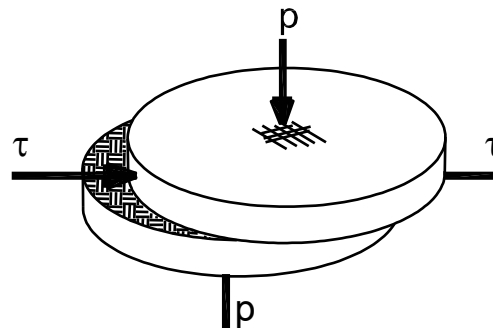
Thí nghiệm được thực hiện ở nhiệt độ $10\text{--}15^\circ\text{C}$ trên máy cắt phẳng với tốc độ cắt 0.1 cm/phút trên ít nhất là 3 mẫu giống nhau tương ứng với những áp lực thẳng đứng (p) khác nhau (tải trọng lớn nhất không vượt quá ứng suất có thể xảy ra trong kết cấu mặt đường).

Ứng với mỗi giá trị áp lực p ta sẽ thu được một giá trị cường độ chống cắt (τ), từ đó ta xác định được trị số lực dính đơn vị (c) và góc nội ma sát ($\varnothing$) theo phương trình sau:

$$\tau = c + p \cdot \text{tg} \varnothing \quad (\text{daN/cm}^2) \quad (6.9)$$

Trong đó: τ : Sức chống cắt giới hạn (daN/cm^2).

p : Áp lực thẳng đứng khi thí nghiệm cắt phẳng (daN/cm^2).



Hình 6.7. Mô

tĩnh xác định c, Φ

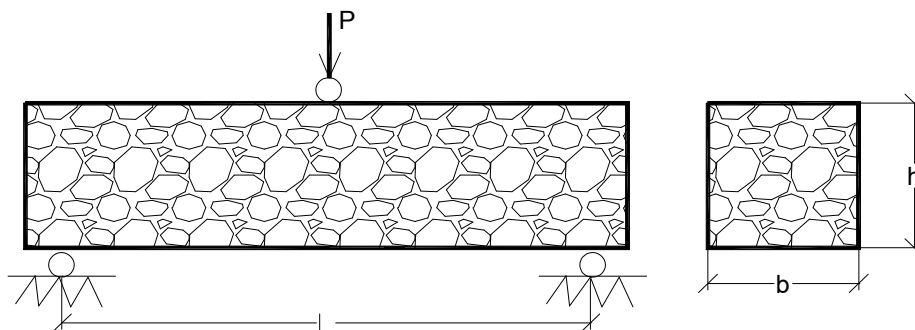
hình thí nghiệm cắt

6.2.5.3. Cường độ kéo uốn giới hạn (22TCN 211–06)

Thí nghiệm được thực hiện trên mẫu dầm có kích cỡ không nhỏ hơn $4 \times 4 \times 16 \text{ (cm)}$, chế bị trong phòng bằng cách gia tải trọng tĩnh có độ lớn 300 daN/cm^2 hoặc cắt mẫu dầm từ mặt đường (Hình 6.8).

Trước khi thí nghiệm, mẫu được bảo dưỡng trong bể ổn định nhiệt ở nhiệt độ 15°C trong khoảng thời gian 2 giờ.

Thí nghiệm uốn được thực hiện bằng cách đặt mẫu lên hai gối tựa cách nhau 14cm (một gối cố định, một gối di động), phần gối tiếp xúc với mẫu có dạng mặt trụ với bán kính 5mm. Chất tải ở giữa mẫu trên khắp bề ngang mẫu thông qua tấm đệm bằng kim loại dạng mặt trụ tròn bán kính 10mm hoặc có dạng mặt phẳng dày 8mm.



Hình 6.8. Mô hình thí nghiệm cường độ kéo uốn

Gia tải với tốc độ nén đảm bảo tạo ra độ võng cho mẫu là 100÷200mm/phút cho tới khi mẫu bị phá hoại. Trong quá trình gia tải, theo dõi độ võng của dầm bằng các đồng hồ đo biến dạng đặt ở đáy giữa dầm và ở cả hai gối (để loại trừ biến dạng cục bộ của dầm tại gối).

Độ lớn của tải trọng tại thời điểm mẫu bị phá hoại được sử dụng để tính cường độ kéo uốn giới hạn (R_{ku}) theo công thức (6.10):

$$R_{ku} = \frac{3Pl}{2bh^2} \quad (\text{daN/cm}^2) \quad (6.10)$$

Trong đó: P: Tải trọng phá hoại mẫu (daN).

L: Khoảng cách giữa hai gối tựa (cm).

b, h : Chiều rộng và chiều cao mẫu (cm).

6.2.5.4. Cường độ ép chẻ (22TCN 211–93, ASTM D4123, Tiêu chuẩn Trung Quốc, Tiêu chuẩn Liên Bang Nga)

Thí nghiệm này phục vụ cho tính toán cường độ chịu kéo uốn giới hạn của bê tông asphalt theo công thức $R_{ku} = K \times R_{ech}$ (với K là hệ số tương quan thực nghiệm) phục vụ thiết kế kết cấu mặt đường theo 22TCN 211–06.

Hiện nay, quy trình tính toán thiết kế kết cấu mặt đường mềm của Trung Quốc–JTJ 014–97, của Liên Bang Nga–ГСТ–218.046.01 cũng sử dụng cường độ ép chẻ thay cho cường độ kéo uốn giới hạn.

Theo tiêu chuẩn 22TCN 211–06, thí nghiệm được thực hiện ở nhiệt độ 10°C hoặc 15°C; theo tiêu chuẩn ASTM D4123, thí nghiệm được thực hiện ở nhiệt độ tương ứng

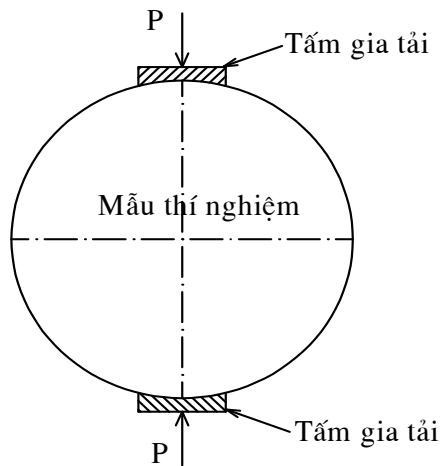
với nhiệt độ thí nghiệm kéo gián tiếp tải trọng trùng phục xác định mô đun đàn hồi và hệ số poisson (5°C, 25°C, 30°C hoặc 40°C).

Mô hình thí nghiệm được nêu ở Hình 6.9 và Hình 6.10. Lực nén theo phương đường sinh gây ra trên mẫu với tốc độ 50.8mm/phút cho đến khi mẫu bị phá hoại. Độ lớn của lực tại thời điểm mẫu bị phá hoại (P) được sử dụng để tính toán cường độ ép chẻ theo công thức (6.11):

$$R_{\text{ech}} = \frac{2P}{\pi dh} \quad (\text{daN/cm}^2) \quad (6.11)$$

Trong đó: P: Lực phá hoại mẫu (daN).

d, h: Đường kính và chiều cao mẫu (cm).



Hình 6.9. Mô hình thí nghiệm ép chẻ



Hình 6.10. Thí nghiệm xác định cường độ ép chẻ

6.2.6. BIẾN DẠNG VĨNH CỬU– VẾT HẤN LÚN BÁNH XE

Các thí nghiệm mô phỏng được sử dụng để thí nghiệm các đặc trưng biến dạng vĩnh cửu (vết hằn bánh xe), nứt mỏi và nứt do nhiệt độ thấp của vật liệu bê tông asphalt.

Các thiết bị thí nghiệm mô phỏng thường có kiểu mô phỏng vết bánh xe LWT (Loaded wheel tester), và hiện nay trên thế giới có nhiều loại thiết bị thí nghiệm mô phỏng, các loại thiết bị này được phân thành 2 nhóm:

- Thí nghiệm trong phòng;
- Thí nghiệm tại hiện trường.

Trong đó, các thí nghiệm mô phỏng ngoài hiện trường tương đối phức tạp, đòi hỏi phải xây dựng những đoạn đường thí nghiệm tốn kém, thời gian thí nghiệm lâu hơn so với các thí nghiệm mô phỏng trong phòng. Do vậy trong thực tế hiện nay thường sử dụng các thí nghiệm mô phỏng trong phòng.

Trên thế giới hiện nay thường sử dụng các loại thiết bị thí nghiệm mô phỏng trong phòng chủ yếu sau:

- Thiết bị Asphalt Pavement Analyzer (APA);
- Thiết bị Hamburg Wheel Tracking Device (HWTB);
- Thiết bị French Rutting Tester (FRT).

Ưu, nhược điểm chủ yếu của 3 loại thiết bị kể trên được thể hiện ở Bảng 6.4.

Nhìn chung, nguyên lý làm việc và thí nghiệm để xác định vết hằn lún bánh xe của 3 thiết bị nêu trên là tương đương. Thiết bị APA được áp dụng phổ biến hiện nay ở Mỹ. Sau đây nêu chi tiết về thiết bị và phương pháp thí nghiệm của APA.

6.2.6.1. Giới thiệu về thiết bị APA

APA là thiết bị được thiết kế để thí nghiệm các đặc trưng vết hằn lún, đặc trưng mỏi của bê tông asphalt. Cơ chế hoạt động của thiết bị là mô phỏng hoạt động của bánh xe ô tô tác động lên mặt đường thông qua các bánh xe chuyển động có chu kỳ trên ống cao su áp lực tác động lên bề mặt của tập mẫu bê tông asphalt

Bảng 6.4. So sánh ưu, nhược điểm chủ yếu của thiết bị APA, HWTB và FRT

TT	Thiết bị APA	Thiết bị HWTB	Thiết bị FRT
1	Được sử dụng rộng rãi	Ít được sử dụng, chủ yếu ở Đức	Rất ít được sử dụng, chủ yếu ở Pháp
2	Thời gian thí nghiệm ngắn	Thời gian thí nghiệm dài	Thời gian thí nghiệm ngắn
3	Có thể thí nghiệm đồng thời từ 3 đến 6 mẫu	Có thể thí nghiệm đồng thời 2 mẫu	Có thể thí nghiệm đồng thời 2 mẫu
4	Có thể thực hiện được 3 thí nghiệm sau: <i>a. Thí nghiệm vết hằn lún</i>	Có thể thực hiện được 2 thí nghiệm sau: <i>a. Thí nghiệm vết hằn</i>	Chỉ thực hiện được 1 thí nghiệm sau: <i>a. Thí nghiệm vết hằn</i>

<i>bánh xe</i> <i>b. Thí nghiệm đánh giá hư hỏng của bê tông nhựa dưới tác dụng của độ ẩm</i> <i>c. Thí nghiệm mới</i>	<i>lún bánh xe</i> <i>b. Thí nghiệm đánh giá hư hỏng của bê tông nhựa dưới tác dụng của độ ẩm</i>	<i>lún bánh xe</i>
--	--	--------------------

Các thông số cơ bản của thiết bị APA:

- Kích thước: Dài x Rộng x Cao = 1800 x 1000 x 2000 mm
- Khối lượng: 1500 kg
- Điện năng: 220V, 60Hz, 40A
- Bể chứa nước ổn nhiệt: 132 lít

Tính năng kỹ thuật của thiết bị APA:

- Nhiệt độ của buồng chứa mẫu và bể chứa nước từ 4–72°C, có bước điều khiển là 1°C.
- Có khả năng gia tải độc lập trên 3 bánh xe với tải trọng quy định.
- Áp lực trong ống cao su có thể điều chỉnh và duy trì được ở mức quy định.
- Có khả năng thí nghiệm đồng thời trên ba mẫu đầm hoặc 6 mẫu hình trụ.
- Có thiết bị đếm chu kỳ, tự động dừng thí nghiệm khi đạt đến số chu kỳ thí nghiệm yêu cầu.

6.2.6.2. Thí nghiệm vật hần bánh xe (AASHTO TP63)

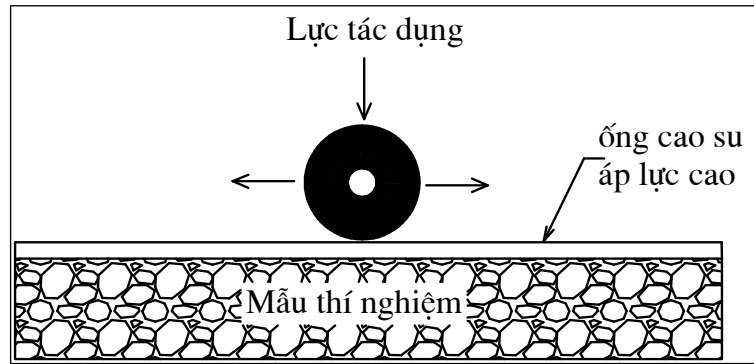
Thí nghiệm được thực hiện ở điều kiện:

- Tải trọng tác dụng của bánh xe thí nghiệm là 578N; áp lực trong ống cao su là 896kPa.
- Nhiệt độ thí nghiệm lấy tương ứng với cấp nhựa sử dụng (theo tiêu chuẩn phân loại nhựa của Superpave).

Thí nghiệm được thực hiện trên 6 mẫu hình trụ có đường kính $D = 150\text{mm}$, chiều cao $H = 75 \pm 2\text{mm}$ hoặc mẫu có đường kính $D = 150\text{mm}$, chiều cao $H = 115 \pm 2\text{mm}$ hoặc trên 3 mẫu hình đầm có chiều rộng $B = 125\text{mm}$, chiều cao $H = 75 \pm 2\text{mm}$, chiều dài $L = 300\text{mm}$. Nếu là mẫu hình trụ khoan về từ hiện trường, yêu cầu chiều cao tối thiểu $H = 50\text{mm}$ (Hình 6.11, Hình 6.12, Hình 6.13).

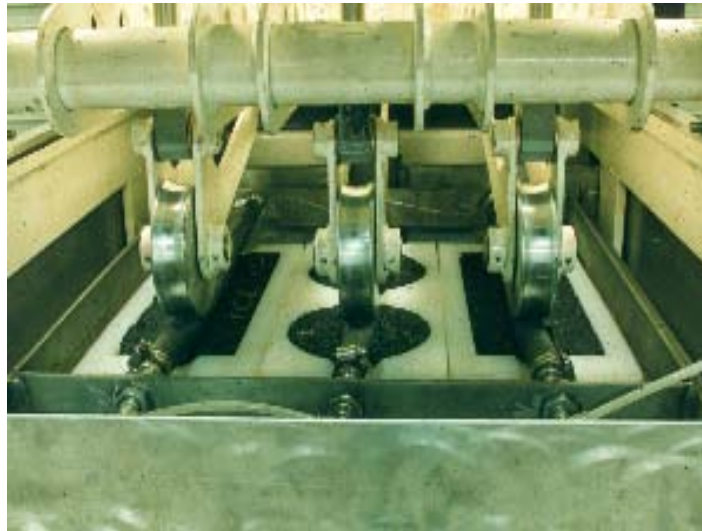
Đối với mẫu hình trụ chế bị trong phòng, có thể đầm nén bằng thiết bị đầm xoay SGC (Superpave Gyratory Compactor) hoặc thiết bị đầm rung (Vibratory Compactor), mẫu chế bị phải đạt độ rỗng dư bằng $4.0 \pm 0.5\%$.

Đối với mẫu hình đầm chế bị trong phòng, đầm nén bằng thiết bị đầm rung (Vibratory Compactor), mẫu chế bị phải đạt độ rỗng dư bằng $5.0 \pm 0.5\%$.



Hình 6.11. Nguyên lý thí nghiệm vết hằn bánh xe trên thiết bị APA

Trước khi thí nghiệm, mẫu được đặt trong tủ nhiệt ở nhiệt độ thí nghiệm trong khoảng thời gian 6 giờ. Sau đó đặt mẫu vào vị trí thí nghiệm, và cho thiết bị hoạt động với số chu kỳ bánh xe tác dụng lên mẫu là 8000. Sau khi kết thúc quá trình thí nghiệm, thiết bị sẽ tự động đo xác định chiều sâu vết hằn bánh xe.



Hình 6.12. Bộ

của thiết bị APA

phận gia tải



Hì

nh 6.13. Mẫu sau khi thí nghiệm vết hằn bánh xe trên thiết bị APA

6.2.6.3. Thí nghiệm đánh giá độ bền của bê tông asphalt dưới tác động của độ ẩm

Trước khi thí nghiệm, mẫu được chuẩn bị theo trình tự sau:

Xác định độ bão hoà nước:

– Đặt các mẫu thí nghiệm vào trong bình hút chân không sau đó đổ nước cất vào ngập mẫu tối thiểu là 25.4mm. Cho máy hút chân không hoạt động cho đến khi áp suất dư còn lại trong bình từ 13–67kPa, giữ ở trạng thái này trong khoảng thời gian 5–10 phút. Sau đó cho áp suất trong bình trở lại trạng thái bình thường và tiếp tục ngâm mẫu trong bình trong khoảng thời gian từ 5–10 phút nữa.

– Lấy mẫu ra khỏi bình hút chân không, lau khô bề mặt và cân xác định khối lượng mẫu bão hoà bề mặt sau đó tính thể tích nước hấp phụ vào mẫu theo công thức:

$$NHP = G_s - G_t \quad (cm^3)$$

Trong đó: G_s : là khối lượng mẫu bão hoà bề mặt sau khi hút chân không (g).

G_t : là khối lượng mẫu bão hoà bề mặt trước khi hút chân không (g).

– Tính độ bão hoà nước theo công thức:

$$BHN = 100 \times NHP / RD, \quad (\%) \quad (6.12)$$

Trong đó: RD là tổng thể tích các lỗ rỗng trong mẫu, được tính theo độ rỗng dư và thể tích mẫu.

+ Mẫu đạt yêu cầu nếu có độ bão hoà nước nằm trong phạm vi từ 55–80%

+ Nếu mẫu có độ bão hoà nước <55% thì phải đặt mẫu trở lại bình hút chân không và hút tiếp.

+ Nếu mẫu có độ bão hoà nước >80% thì phải bỏ mẫu đi và sử dụng mẫu khác.

Dùng một mảnh ni-lông mỏng bọc kín mẫu, sau đó đặt mẫu đã bọc kín ni-lông vào trong một túi ni-lông khác có chứa 10ml nước và buộc chặt đầu lại. Đặt túi ni-lông đựng mẫu này vào tủ bảo dưỡng có nhiệt độ không khí là $-18 \pm 3^\circ C$ trong khoảng thời gian ít nhất là 16 giờ.

Sau đó lấy mẫu ra khỏi tủ bảo dưỡng và đặt mẫu vào trong bể bảo dưỡng chứa nước có nhiệt độ bằng nhiệt độ thí nghiệm trong khoảng thời gian 24 ± 1 giờ.

Trình tự thí nghiệm hoàn toàn giống với trình tự thí nghiệm vết hằn bánh xe, chỉ có một số điểm khác biệt sau đây:

– Tải trọng tác dụng của bánh xe thí nghiệm là 450N; áp lực trong ống cao su là 830kPa.

– Các mẫu chế bị trong phòng phải có độ rỗng dư bằng $7.0 \pm 1.0\%$.

– Nhiệt độ nước thí nghiệm được lấy bằng nhiệt độ tương ứng với cấp nhựa thấp hơn cấp nhựa PG đang sử dụng.

Kết quả thí nghiệm là chiều sâu vết hằn lún sau 8000 chu kỳ tác dụng của bánh xe.

6.2.6.4. Thí nghiệm mỗi

Thí nghiệm được thực hiện với tải trọng bánh xe tác dụng là 1113N. Trong thí nghiệm này, các bánh xe tác dụng trực tiếp lên mẫu (không sử dụng các ống cao su) (Hình 6.14, Hình 6.15, Hình 6.16).

Thí nghiệm được thực hiện trên 3 mẫu hình dầm có chiều rộng $B=125\text{mm}$, chiều cao $H=75\pm 2\text{mm}$, chiều dài $L=300\text{mm}$ được chế bị trong phòng thí nghiệm bằng cách sử dụng thiết bị đầm rung (Vibratory Compactor); mẫu thí nghiệm được đầm nén để đạt được độ rỗng dư bằng $7\pm 1\%$.

Sau khi chế bị, mẫu được hoá già theo trình tự sau:

- Đặt mẫu thí nghiệm vào tủ sấy ở nhiệt độ $85\pm 5^\circ\text{C}$ trong khoảng thời gian 120 ± 0.5 giờ.

- Sau đó lấy mẫu ra khỏi tủ sấy, để nguội mẫu đến nhiệt độ phòng thí nghiệm.

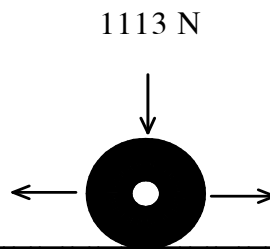
Sau khi mẫu được hoá già, tiến hành thí nghiệm mỗi theo trình tự sau:

- Đặt mẫu vào trong tủ bảo dưỡng có nhiệt độ không khí là 20°C trong khoảng thời gian 4 giờ.

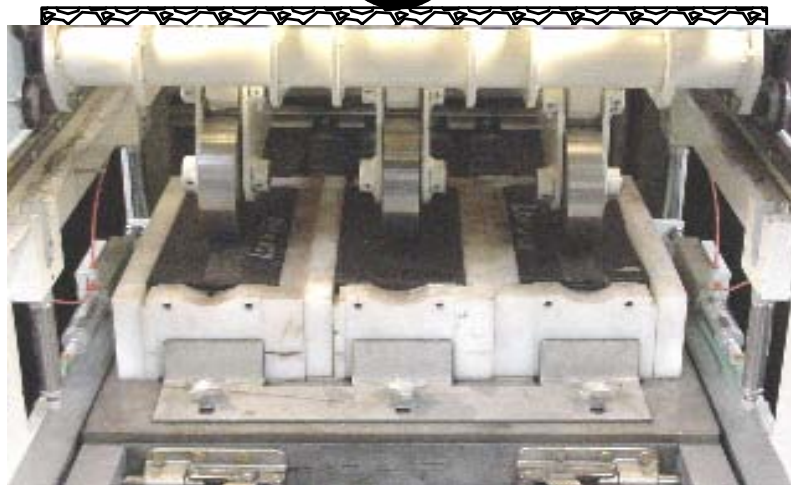
- Lấy mẫu ra khỏi tủ bảo dưỡng và đặt vào vị trí thí nghiệm.

- Cho thiết bị hoạt động với tải trọng bánh xe tác dụng lên mẫu là 1113N với số lần tác dụng của bánh xe là 50000 chu kỳ; trong trường hợp mẫu bị phá hoại trước khi đạt 50000 chu kỳ gia tải thì phải ghi lại số chu kỳ tác dụng gây phá hoại mẫu.

Kết quả thí nghiệm là số chu kỳ tác dụng của bánh xe làm cho mẫu bị phá hoại sẽ được sử dụng để thiết kế kết cấu mặt đường hoặc tính toán tuổi thọ mỗi của bê tông asphalt.

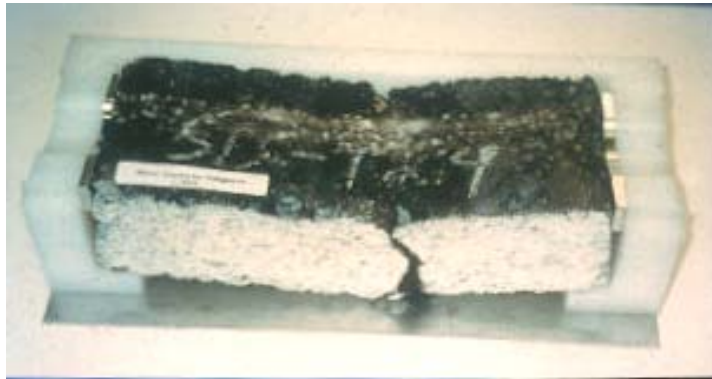


Hình 6.14.
thí nghiệm



Mô hình
mỗi

Hình 6.15. Bộ
thí nghiệm
bị APA



phân gia tải
mỏi trên thiết

Hình 6.16. Mẫu sau khi thí nghiệm mỏi trên thiết bị APA

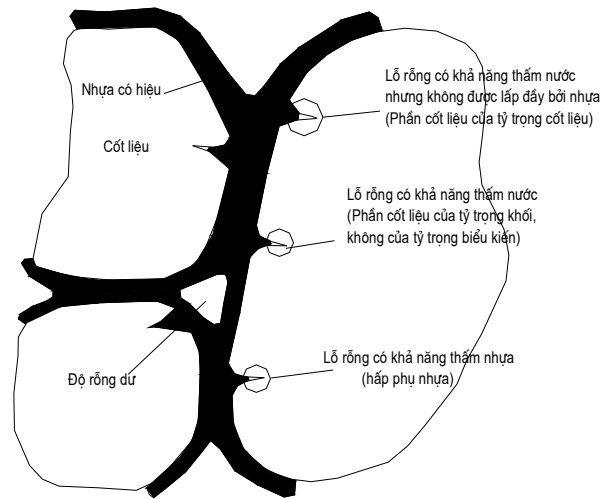
6.3. CÁC TÍNH CHẤT LIÊN QUAN ĐẾN ĐẶC TÍNH THỂ TÍCH CỦA HỖN HỢP BÊ TÔNG ASPHALT RẢI MẶT ĐƯỜNG

6.3.1. TỔNG QUAN

Các đặc tính về thể tích của hỗn hợp bê tông asphalt rải mặt đường như độ rỗng dư, độ rỗng cốt liệu khoáng, độ rỗng lấp đầy bitum và hàm lượng bitum hữu ích thể hiện khả năng phục vụ của mặt đường. Mục đích của quá trình đầm nén mẫu bê tông asphalt trong phòng thí nghiệm nhằm mô phỏng độ chặt của hỗn hợp bê tông asphalt ngay sau khi rải hoặc sau một số năm phục vụ, và có thể được xác định bằng cách so sánh các đặc tính của mẫu nguyên dạng lấy về từ hiện trường với các đặc tính của mẫu đúc trong phòng.

Cần thiết phải thể hiện rõ các định nghĩa và quá trình phân tích được trình bày để có thể đưa ra các quyết định thể hiện sự hiểu biết về việc lựa chọn hỗn hợp bê tông asphalt khi thiết kế. Những thông tin ở đây có thể được áp dụng cho hỗn hợp bê tông asphalt được đầm nén trong phòng hay cả với mẫu nguyên dạng lấy về từ hiện trường.

6.3.2. CÁC ĐỊNH NGHĨA



Hình 6.17. Các định nghĩa về các loại tỷ trọng

Cốt liệu khoáng có chứa các lỗ nhỏ li ti và có khả năng thấm nước cũng như thấm bitum với các mức độ khác nhau. Tỷ lệ phần trăm về độ thấm nước/ độ thấm của bitum vào cốt liệu đá là khác nhau đối với từng loại cốt liệu. Có 3 phương pháp xác định tỷ trọng của cốt liệu được quan tâm đó là: tỷ trọng khối ASTM, tỷ trọng biểu kiến ASTM và tỷ trọng có hiệu. Sự khác nhau giữa các tỷ trọng này xuất phát từ những định nghĩa khác nhau về thể tích cốt liệu.

Hình 6.17. minh họa về tỷ trọng khối, tỷ trọng biểu kiến, tỷ trọng có hiệu, độ rỗng dư, hàm lượng bitum có hiệu trong hỗn hợp bê tông asphalt.

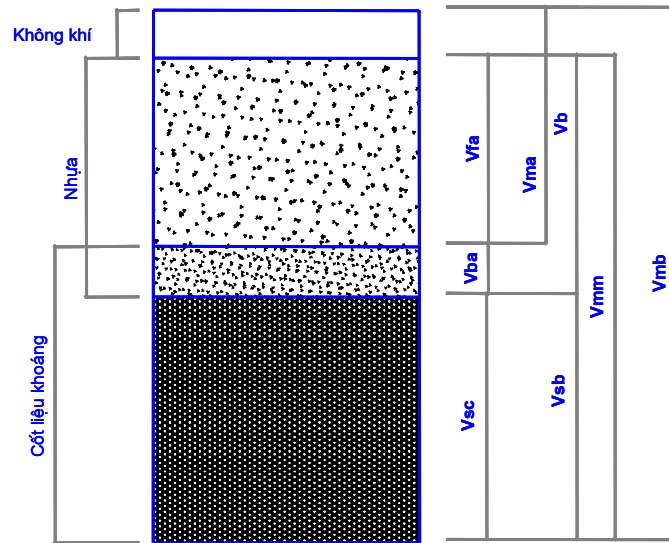
Các định nghĩa về các loại tỷ trọng như sau:

– Tỷ trọng khối (ρ_{sb}) là tỷ lệ giữa khối lượng cân trong không khí của một đơn vị thể tích cốt liệu có tính thấm nước (gồm cả các lỗ rỗng có tính thấm nước và các lỗ rỗng không có tính thấm nước) ở một nhiệt độ xác định chia cho khối lượng cân trong không khí có cùng mật độ của một thể tích tương đương nước cất không có bọt khí ở một nhiệt độ xác định.

– Tỷ trọng biểu kiến (ρ_{sa}) là tỷ lệ giữa khối lượng cân trong không khí của một đơn vị thể tích cốt liệu không có tính thấm nước ở một nhiệt độ xác định chia cho khối lượng cân trong không khí có cùng mật độ của một thể tích tương đương nước cất không có bọt khí ở một nhiệt độ xác định.

– Tỷ trọng có hiệu (ρ_{sc}) là tỷ lệ giữa khối lượng cân trong không khí của một đơn vị thể tích cốt liệu có tính thấm nước (loại trừ các lỗ rỗng có tính thấm bitum) ở một nhiệt độ xác định chia cho khối lượng cân trong không khí có cùng mật độ của một thể tích tương đương với nước cất không có bọt khí ở một nhiệt độ xác định.

Các định nghĩa về độ rỗng cốt liệu, hàm lượng bitum có hiệu, độ rỗng dư và lượng bitum lấp chỗ rỗng (Hình 6.18) như sau:



Hình 6.18. Các loại thể tích trong mẫu bê tông asphalt sau khi đã được đầm lèn.

Trong đó: V_{ma} – thể tích của các lỗ rỗng trong cốt liệu khoáng

V_{mb} – thể tích khối của hỗn hợp đã được đầm lèn

V_{mm} – thể tích của hỗn hợp rải mặt đường không kể các khe rỗng

V_{fa} – thể tích bitum lấp lỗ rỗng (có hiệu)

V_a – thể tích các khe rỗng

V_b – thể tích bitum

V_{ba} – thể tích bitum thấm nhập vào cốt liệu

V_{sb} – thể tích cốt liệu khoáng (theo tỷ trọng khối)

V_{sc} – thể tích cốt liệu khoáng (theo tỷ trọng có hiệu)

- Độ rỗng cốt liệu (VMA) là thể tích các khe rỗng tại giữa các hạt cốt liệu trong hỗn hợp, nó bao gồm độ rỗng dư và hàm lượng bitum có hiệu. Được xác định theo % của tổng thể tích mẫu.
- Hàm lượng bitum có hiệu (P_{bc}) là tổng hàm lượng bitum có trong hỗn hợp trừ đi phần bitum bị mất đi do thấm vào cốt liệu.

- Độ rỗng dư (V_a) là tổng thể tích của các túi khí nhỏ nằm giữa các cốt liệu đã được bao bọc bitum có trong hỗn hợp sau khi đã lu lèn. Xác định theo % thể tích của hỗn hợp.
- Hàm lượng bitum lấp đầy lỗ rỗng (V_{Fa}) là phần thể tích của các khe rỗng giữa các cốt liệu được chiếm chỗ bởi bitum.

Viện Asphalt khuyên rằng trị số VMA nên tính theo tỷ trọng khối của cốt liệu và tỷ trọng có hiệu sẽ là cơ sở để tính độ rỗng dư trong hỗn hợp.

Độ rỗng cốt liệu và độ rỗng dư được tính theo % của hỗn hợp. Hàm lượng bitum lấp lỗ rỗng là phần trăm của độ rỗng cốt liệu được lấp đầy bởi bitum có hiệu. Tùy theo hàm lượng bitum là bao nhiêu mà nó có thể được tính là phần trăm của khối lượng bitum so với tổng khối lượng của hỗn hợp hay là phần trăm của khối lượng bitum so với tổng khối lượng của cốt liệu có trong hỗn hợp.

Vì độ rỗng dư và độ rỗng cốt liệu thể hiện theo thể tích, chúng không thể xác định được bằng cách cân, do đó hỗn hợp bê tông asphalt phải được thiết kế hoặc phân tích dựa trên cơ sở thể tích.

6.3.3. PHÂN TÍCH HỖN HỢP BÊ TÔNG ASPHALT SAU KHI ĐÀM NÉN

Những công việc thí nghiệm và những tính toán cần thiết cho phân tích hỗn hợp bê tông asphalt như sau:

6.3.3.1. Các chỉ tiêu xác định qua thí nghiệm

1. Xác định tỷ trọng của cốt liệu thô (AASHTO T85 hoặc ASTM C127) và của cốt liệu mịn (AASHTO T84 hoặc ASTM C128).
2. Xác định tỷ trọng của bitum (AASHTO T228 hoặc ASTM D70) và của bột khoáng (AASHTO T100 hoặc ASTM D854).
3. Tính toán tỷ trọng biểu kiến của cốt liệu trong hỗn hợp.
4. Xác định tỷ trọng khối của hỗn hợp ở trạng thái rời.
5. Xác định tỷ trọng khối của hỗn hợp khi đã được lu lèn (theo ASTM hoặc ASTM D2726).

6.3.3.2. Các chỉ tiêu xác định qua tính toán

1. Tính toán tỷ trọng có hiệu của hỗn hợp cốt liệu với các hàm lượng bitum.
2. Tính toán tỷ trọng lớn nhất của hỗn hợp ở các hàm lượng bitum khác nhau.
3. Tính toán khả năng hấp phụ bitum của cốt liệu.
4. Tính toán hàm lượng bitum có hiệu trong hỗn hợp.
5. Tính toán độ rỗng trong vật liệu khoáng.
6. Tính toán % độ rỗng dư trong hỗn hợp sau khi lu lèn.

7. Tính toán độ rỗng lấp đầy bitum.

6.3.4. CÁCH XÁC ĐỊNH CÁC CHỈ TIÊU

6.3.4.1. Tỷ trọng (biểu kiến) của cốt liệu AASHTO T85

Cốt liệu tổng hợp bao gồm các loại cốt liệu thô, cốt liệu nhỏ và bột khoáng. Chúng có các tỷ trọng khác nhau và tỷ trọng biểu kiến của cốt liệu tổng hợp được tính theo công thức sau:

$$G_{sb} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \dots + \frac{P_n}{G_n}} \quad (6.13)$$

Trong đó: G_{sb} — tỷ trọng của cốt liệu tổng hợp;

$P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ — phần trăm của các loại cốt liệu, tính theo khối lượng;

$G_1, G_2, G_3, \dots, G_n$ — tỷ trọng của các loại cốt liệu có trong cốt liệu tổng hợp.

6.3.4.2. Tỷ trọng có hiệu của cốt liệu

Dựa trên tỷ trọng lớn nhất của bê tông asphalt, G_{mn} được xác định theo ASTM D2041, tỷ trọng có hiệu của cốt liệu, G_{se} bao gồm tất cả các khe hở giữa các hạt cốt liệu trừ những khe hở đã thấm bitum, G_{se} được xác định theo công thức sau:

$$G_{se} = \frac{P_{mn} - P_b}{\frac{P_{mn}}{G_{mn}} + \frac{P_b}{G_b}} \quad (6.14)$$

Trong đó: G_{se} — tỷ trọng có hiệu của cốt liệu

G_{mn} — tỷ trọng lớn nhất của hỗn hợp (không có độ rỗng còn dư)

P_{mn} — phần trăm theo khối lượng của hỗn hợp ở trạng thái rời=100

P_b — hàm lượng bitum theo ASTM D2041 tính bằng % theo tổng khối lượng của hỗn hợp.

G_b — tỷ trọng của bitum

Chú ý: Lượng bitum hấp phụ vào cốt liệu luôn nhỏ hơn lượng nước hấp phụ vào cốt liệu. Do đó trị số của tỷ trọng có hiệu của một loại cốt liệu luôn nằm giữa tỷ trọng khối và tỷ trọng biểu diễn.

6.4.4.3. Tỷ trọng lớn nhất của hỗn hợp bê tông asphalt ứng với các hàm lượng bitum khác nhau.

Trong thiết kế hỗn hợp bê tông asphalt với các cốt liệu biết trước thì việc xác định tỷ trọng lớn nhất, G_{mm} , ứng với các hàm lượng bitum khác nhau là cần thiết để xác định

độ rỗng dư tương ứng với từng hàm lượng bitum đó. Tỷ trọng lớn nhất ứng với mỗi hàm lượng bitum khác nhau đó được xác định theo ASTM D2041.

Sau khi tính toán tỷ trọng có hiệu của cốt liệu từ tỷ trọng lớn nhất và trị số trung bình của G_{se} , tỷ trọng lớn nhất ứng với mỗi hàm lượng bitum có thể tính toán được theo công thức sau:

$$G_{mn} = \frac{P_{mn}}{\frac{P_s}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}} \quad (6.15)$$

Trong đó: G_{mn} — tỷ trọng lớn nhất của hỗn hợp rải mặt đường (không có độ rỗng còn dư)

P_{mn} — phần trăm theo khối lượng của hỗn hợp vật liệu khoáng

P_s — hàm lượng cốt liệu, % theo trọng lượng hỗn hợp .

P_b — hàm lượng bitum, % theo trọng lượng hỗn hợp

G_{se} — tỷ trọng có hiệu của cốt liệu

G_b — tỷ trọng của bitum

6.4.4.4. Lượng bitum hấp phụ

Lượng bitum hấp phụ thường được xác định theo % trọng lượng của cốt liệu hơn là theo tổng trọng lượng của hỗn hợp. Lượng bitum hấp phụ P_{ba} được xác định theo công thức sau:

$$P_{ba} = 100 \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} \cdot G_{se}} \cdot G_{sb} \quad (6.16)$$

Trong đó: P_{ba} — lượng bitum hấp phụ

G_{se} — tỷ trọng có hiệu của cốt liệu

G_{sb} — tỷ trọng khối lượng của cốt liệu

G_b — tỷ trọng của bitum

6.4.4.5. Hàm lượng bitum có hiệu trong hỗn hợp bê tông asphalt

Hàm lượng bitum có hiệu của hỗn hợp bê tông asphalt là tổng hàm lượng bitum trừ đi lượng bitum mất đi do đã hấp phụ vào cốt liệu. Nó là một phần của hàm lượng bitum tạo nên lớp phủ bên ngoài của các hạt cốt liệu và nó là lượng bitum chi phối các đặc tính cơ lý của hỗn hợp bê tông asphalt và theo công thức sau:

$$P_{be} = P_b - \frac{P_{ba}}{100} \times P_s \quad (6.17)$$

Trong đó: P_{be} — hàm lượng bitum có hiệu xác định theo % trọng lượng hỗn hợp

P_b — hàm lượng bitum xác định theo % trọng lượng hỗn hợp

P_{ba} — lượng bitum hấp phụ xác định theo % trọng lượng cốt liệu

P_s — hàm lượng cốt liệu xác định theo % trọng lượng hỗn hợp

6.4.4.6. Độ rỗng cốt liệu trong hỗn hợp, %

Độ rỗng cốt liệu VMA được xác định là độ rỗng giữa các hạt cốt liệu trong hỗn hợp bao gồm độ rỗng dư và hàm lượng bitum có hiệu, được xác định theo % của tổng thể tích VMA và được tính toán trên cơ sở tỷ trọng khối của cốt liệu và được xác định theo % thể tích của khối hỗn hợp. Do đó VMA có thể được tính toán bằng cách lấy thể tích khối của hỗn hợp trừ đi thể tích khối của cốt liệu. Phương pháp tính toán như sau:

a. Nếu xác định theo % khối lượng của hỗn hợp.

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb} \times P_s}{G_{sb}} \quad (6.18)$$

Trong đó: VMA— độ rỗng cốt liệu khoáng % của thể tích khối

G_{sb} — tỷ trọng biểu kiến của cốt liệu hỗn hợp

G_{mb} — tỷ trọng khối của hỗn hợp bê tông asphalt

P_s — hàm lượng cốt liệu % của tổng trọng lượng hỗn hợp

b. Nếu xác định là theo % khối lượng của cốt liệu.

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb}}{G_{sb}} \times \frac{100}{100 - P_b} \times 100 \quad (6.19)$$

Trong đó: P_b — hàm lượng bitum tính theo % trọng lượng của cốt liệu

6.4.4.7. Độ rỗng dư trong hỗn hợp, %

Độ rỗng dư trong hỗn hợp bê tông asphalt được tính theo công thức sau:

$$V_a = 1 - \frac{G_{mb}}{G_{mn}} \times 100 \quad (6.20)$$

Trong đó: G_{mn} — tỷ trọng lớn nhất của hỗn hợp

G_{mb} — tỷ trọng khối của hỗn hợp

6.4.4.8. Độ rỗng lấp đầy bitum, %

Độ rỗng lấp đầy bitum VFA là % của độ rỗng cốt liệu đã bị bitum chiếm chỗ, không bao gồm lượng bitum đã bị hấp phụ, được xác định theo công thức sau:

$$VFA = 100 \times \frac{VMA - V_a}{VMA} \quad (6.21)$$

Trong đó: VMA– độ rỗng của cốt liệu

V_a – độ rỗng dư

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày khái quát chung về các tính chất của bê tông asphalt.
2. Các tính chất cơ học chủ yếu của bê tông asphalt.
3. Trình bày các tính chất liên quan đến đặc tính thể tích của bê tông asphalt.

Chương 7

THIẾT KẾ HỖN HỢP BÊ TÔNG ASPHALT THEO MARSHALL

7.1. MỤC ĐÍCH CHUNG CỦA CÔNG TÁC THIẾT KẾ HỖN HỢP BÊ TÔNG ASPHALT

Thiết kế hỗn hợp bê tông asphalt là lựa chọn được cấp phối cốt liệu hợp lý và hàm lượng bitum tối ưu về mặt kinh tế mà vẫn thoả mãn các yêu cầu kỹ thuật. Hỗn hợp bê tông asphalt lựa chọn nhằm thoả mãn các tính năng sau:

- Đủ hàm lượng bitum nhằm đảm bảo cho mặt đường bê tông asphalt làm việc lâu dài.
- Đủ cường độ nhằm thoả mãn các yêu cầu giao thông mà không bị biến dạng.
- Đủ độ rỗng dư của hỗn hợp sau khi lu lèn và cho phép mặt đường được đầm nén thêm nhờ tải trọng của các phương tiện giao thông chạy trên đường, nhờ sự giãn nở của bitum do nhiệt độ gia tăng nhưng mặt đường không bị chảy bitum hay mất mát độ bền. Độ rỗng dư lớn nhất được giới hạn nhằm hạn chế khả năng thấm của không khí có hại và độ ẩm vào trong hỗn hợp.
- Đủ độ công tác để việc rải hỗn hợp có hiệu quả mà không làm phân tầng vật liệu cũng như không làm giảm độ bền và khả năng làm việc của kết cấu.
- Đối với hỗn hợp asphalt làm lớp phủ trên cùng thì cốt liệu phải có đủ độ nhám và độ cứng để tạo ra khả năng kháng trượt hợp lý trong những điều kiện thời tiết bất lợi.

Có thể tóm lại là thiết kế bê tông asphalt là quá trình thí nghiệm để lựa chọn ra hàm lượng bitum tối ưu trong hỗn hợp bê tông asphalt nhằm thoả mãn 2 yếu tố: tính chất liên quan đến đặc tính thể tích và tính chất cơ học theo quy định của phương pháp thiết kế. Các phương pháp thiết kế bê tông asphalt được sử dụng khá phổ biến trên thế

giới như: phương pháp của Nga, Marshall, Hveem, Superpave nhìn chung đều tuân thủ nguyên tắc thiết kế trên. Nhìn chung các nguyên lý xác định đặc tính thể tích của các phương pháp là giống nhau, khác nhau chủ yếu là tiêu chí về các chỉ tiêu cơ học được thể hiện qua các phương pháp thí nghiệm (tham khảo chương 6).

7.2. PHẠM VI ÁP DỤNG CỦA PHƯƠNG PHÁP MARSHALL

Các khái niệm về phương pháp thiết kế hỗn hợp bê tông asphalt theo phương pháp Marshall được Bruce Marshall đưa ra. Qua quá trình nghiên cứu và phát triển, phương pháp này ngày càng hoàn thiện và nó đã được chuẩn hoá bởi ASTM và được hướng dẫn bởi Viện asphalt Hoa Kỳ.

Phương pháp Marshall nguyên bản chỉ được áp dụng đối với hỗn hợp bê tông asphalt nóng với cấp phối cốt liệu có đường kính lớn nhất (theo sàng vuông) $\leq 25\text{mm}$ (đường kính lớn nhất danh định $\leq 19\text{mm}$). Phương pháp Marshall sau khi cải tiến được áp dụng cho cả hỗn hợp với cấp phối cốt liệu có đường kính lớn nhất đến 38mm . Phương pháp Marshall cải tiến sử dụng khuôn cối và chày đầm lớn hơn so với Marshall nguyên bản.

Phương pháp Marshall được dùng cho thiết kế trong phòng cũng như kiểm soát tại hiện trường của hỗn hợp bê tông asphalt đặc (chặt) trộn nóng cấp phối liên tục. Hàm lượng bitum được lựa chọn thường tương ứng với độ rỗng dư nằm trong khoảng từ 3–5%. Độ rỗng dư 4% là trị số thường được sử dụng trong đánh giá ban đầu. Tuy nhiên cũng có thể thay đổi chút ít khi phân tích các kết quả thí nghiệm.

Phương pháp Marshall đầu tiên được áp dụng khá phổ biến ở Mỹ, và ở các nước đang phát triển cũng như ở Việt Nam hiện nay do có những ưu điểm nổi bật như : giá thành trang thiết bị thí nghiệm không lớn, trình độ của các nhân viên tái nghiệm không đòi hỏi cao, kinh nghiệm về thiết kế hỗn hợp được tích lũy, các tài liệu hướng dẫn về thiết kế hỗn hợp (của Viện Asphalt Mỹ, AASHTO, ASTM) chi tiết và được cập nhật.

7.3. CÁC CHỈ TIÊU KỸ THUẬT QUY ĐỊNH THEO MARSHALL

Theo hướng dẫn thiết kế hỗn hợp bê tông asphalt theo phương pháp Marshall của Viện Asphalt, mẫu thiết kế (và chọn được hàm lượng bitum tối ưu) phải thoả mãn các yêu cầu về đặc tính thể tích và chỉ tiêu cơ học (độ ổn định, độ dẻo) tương ứng với lượng giao thông theo quy định ở Bảng 7.1.

Bảng 7.1. Yêu cầu kỹ thuật với bê tông nhựa thiết kế theo Marshall (Viện Asphalt)

Các chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu của hỗn hợp bê tông asphalt theo Marshall	Giao thông nhẹ		Giao thông vừa		Giao thông nặng	
	Lớp mặt & Móng trên		Lớp mặt & Móng trên		Lớp mặt & Móng trên	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Số lần đầm nén	35 x 2		50 x 2		75 x 2	
Độ ổn định (Stability), KN	3,4		5,5		8,0	

Các chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu của hỗn hợp bê tông asphalt theo Marshall	Giao thông nhẹ		Giao thông vừa		Giao thông nặng	
	Lớp mặt & Móng trên		Lớp mặt & Móng trên		Lớp mặt & Móng trên	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Độ dẻo, mm	3,2	7,2	3,2	6,4	2	4
Độ rỗng dư, %	3	5	3	5	3	5
Độ rỗng lấp đầy nhựa, %	80	80	65	78	65	75
Độ rỗng cốt liệu nhỏ nhất, %	Theo Bảng 8.2.					

Bảng 7.2. Độ rỗng cốt liệu nhỏ nhất

Cỡ hạt danh định lớn nhất		Độ rỗng cốt liệu nhỏ nhất, % Độ rỗng dư thiết kế, %		
mm	in.	3.0	4.0	5.0
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1.18	No.16	21.5	22.5	23.5
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2.36	No.8	19.0	20.0	21.0
4.75	No.4	16.0	17.0	18.0
9.5	3/8	14.0	15.0	16.0
12.5	1/ 2	13.0	14.0	15.0
19.0	3/ 4	12.0	13.0	14.0
25.0	1.0	11.0	12.0	13.0
37.5	1.5	10.0	11.0	12.0
50	2.0	9.5	10.5	11.5
63	2.5	9.0	10.0	11.0

Phương pháp Marshall nguyên bản sử dụng các mẫu thí nghiệm hình trụ tròn tiêu chuẩn có chiều cao 64mm, và đường kính 102mm. Các mẫu này được chuẩn bị theo đúng các thủ tục tiêu chuẩn về làm móng, nhào trộn, và đầm nén hỗn hợp cốt liệu-bitum. Hai nét đặc trưng chính của phương pháp thiết kế hỗn hợp theo Marshall các phân tích về độ chặt-độ rỗng và thí nghiệm độ ổn định-độ dẻo trên các mẫu thí nghiệm sau khi đã được đầm chặt.

Một số Tiêu chuẩn thiết kế theo Marshall của các nước, và của Việt Nam có sửa đổi quy định của Bảng 7.1. theo hướng lược bỏ bớt (ví dụ bỏ độ rỗng lấp đầy nhựa)

hoặc thêm (ví dụ chỉ tiêu độ ổn định còn lại) chỉ tiêu, hoặc thay đổi thông số quy định tương ứng với chỉ tiêu đó (ví dụ tăng giá trị độ ổn định, thu nhỏ hoặc giảm giá trị độ dẻo).

Việc đầm mẫu với số chày 75x2 tương ứng với mặt đường có lượng giao thông nặng được áp dụng phổ biến hiện nay.

7.4. TÓM TẮT TRÌNH TỰ THIẾT KẾ HỖN HỢP THEO MARSHALL

Việc thiết kế theo phương pháp Marshall được tiến hành theo các bước sau:

1. Kiểm tra chất lượng các vật liệu thành phần: tất cả các vật liệu (cốt liệu lớn, cốt liệu nhỏ, bột đá, bitum) sử dụng để chế tạo bê tông asphalt đều phải thỏa mãn các chỉ tiêu cơ lý theo quy định của các Tiêu chuẩn áp dụng hoặc của chỉ dẫn kỹ thuật của dự án (Chương 2).
2. Phối trộn các cốt liệu thành phần để đưa ra ít nhất một hỗn hợp cốt liệu (cốt liệu lớn, cốt liệu nhỏ, bột đá) có cấp phối nằm trong giới hạn của đường bao cấp phối hỗn hợp cốt liệu quy định theo quy định của các Tiêu chuẩn áp dụng hoặc của chỉ dẫn kỹ thuật của dự án (Chương 4).
3. Xác định đặc tính thể tích (độ rỗng dư, độ rỗng lấp đầy bitum, độ rỗng cốt liệu) trên cơ sở thí nghiệm và tính toán trên vật liệu thành phần, trên hỗn hợp bê tông asphalt chưa đầm nén, đã đầm nén với các hàm lượng bitum khác nhau (Chương 6).
4. Xác định độ ổn định, độ dẻo của mẫu bê tông asphalt đã đầm nén với các hàm lượng bitum khác nhau (Chương 6).
5. Phân tích các kết quả thí nghiệm để quyết định lựa chọn hàm lượng bitum tối ưu thỏa mãn tất cả các quy định (Bảng 7.1).

7.4.1. TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM, TÍNH TOÁN CÁC TÍNH CHẤT VỀ ĐẶC TÍNH THỂ TÍCH

1. Xác định tỷ trọng khối của cốt liệu thô (AASHTO T85 hoặc ASTM C127) và của cốt liệu mịn (AASHTO T84 hoặc ASTM C128).
2. Xác định tỷ trọng của bitum (AASHTO T228 hoặc ASTM D70) và của bột khoáng (AASHTO T100 hoặc ASTM D854).
3. Tính toán tỷ trọng khối của cốt liệu.
4. Xác định tỷ trọng lớn nhất của hỗn hợp bê tông asphalt ở trạng thái rời.
5. Xác định tỷ trọng khối của hỗn hợp bê tông asphalt đã đầm nén (theo ASTM D1188 hoặc ASTM D2726).
6. Tính toán tỷ trọng có hiệu của cốt liệu.
7. Tính toán tỷ trọng lớn nhất của hỗn hợp bê tông asphalt ở các hàm lượng bitum khác nhau.
8. Tính toán khả năng hấp phụ bitum của cốt liệu.
9. Tính toán hàm lượng bitum có hiệu trong hỗn hợp.
10. Tính toán độ rỗng cốt liệu khoáng.
11. Tính toán % độ rỗng dư trong hỗn hợp sau khi đầm nén.

12. Tính toán độ rỗng lấp đầy bitum.

7.4.2. TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH ĐỘ ỔN ĐỊNH, ĐỘ DẸO MARSHALL

Cần phải chuẩn bị 6 (hoặc ít nhất là 5) tổ mẫu thí nghiệm (mỗi tổ mẫu gồm 3 mẫu) ứng với các hàm lượng bitum trên lệch nhau 0.5%, với ít nhất hai tổ mẫu có hàm lượng bitum lớn hơn và hai tổ mẫu có hàm lượng bitum nhỏ hơn giá trị hàm lượng bitum thiết kế mong đợi. Vì thế, mỗi một hỗn hợp thiết kế theo Marshall cần phải chuẩn bị 18 mẫu (ít nhất 15 mẫu) thí nghiệm.

Tiến hành trộn, gia nhiệt, đầm nén hỗn hợp trong khuôn Marshall. Gia nhiệt cho mẫu đến nhiệt độ thí nghiệm $60\pm 1^{\circ}\text{C}$ bằng cách ngâm trong bồn nước ổn nhiệt trong thời gian 40 ± 1 phút. Lau sạch mặt trong của khuôn nén. Vớt mẫu ra khỏi bồn nước ổn nhiệt và nhanh chóng đặt vào khuôn nén, đưa khuôn nén vào vị trí thí nghiệm trên máy nén, gá đồng hồ đo độ dẻo và điều chỉnh kim đồng hồ về 0.

Gia tải cho mẫu và quan sát đồng hồ đo lực, đo biến dạng của mẫu. Khi đồng hồ đo lực đạt giá trị lớn nhất (và bắt đầu có xu thế giảm) thì ghi lại giá trị lực đó đồng thời ghi lại số đọc trên đồng hồ đo biến dạng. Xác định giá trị độ ổn định, độ dẻo Marshall của mẫu (Chương 6).

Thời gian thí nghiệm từ khi lấy mẫu bê tông asphalt ra khỏi bồn ổn nhiệt đến khi đọc giá trị lực lớn nhất không được vượt quá 45 giây.

7.4.3. XÁC ĐỊNH HÀM LƯỢNG BITUM TỐI ƯU

Thông qua các biểu đồ thiết lập biểu thị quan hệ giữa hàm lượng bitum với: độ rỗng dư, độ rỗng lấp đầy bitum, độ ổn định, độ dẻo (tính trung bình cho 3 mẫu). Đối chiếu với quy định (Bảng 7.1) để tìm ra khoảng hàm lượng bitum thỏa mãn từng chỉ tiêu. Sau đó xác định miền (khoảng) hàm lượng bitum thỏa mãn tất cả các chỉ tiêu và lựa chọn 1 giá trị hàm lượng bitum trong khoảng đó, đó là hàm lượng bitum tối ưu. Giá trị hàm lượng bitum tối ưu có thể được lấy là trung bình cộng của các giá trị hàm lượng bitum thỏa mãn từng chỉ tiêu. Minh họa về cách xác định hàm lượng bitum tối ưu qua Thí dụ 1.

Thí dụ 1

Kết quả trung bình của các tổ mẫu (3 mẫu) bê tông asphalt đầm với 75x2 chày, với 5 hàm lượng bitum phục vụ thiết kế bê tông asphalt được thống kê ở Bảng 7.3.

Bảng 7.3. Kết quả thí nghiệm

STT	Hàm lượng nhựa (% theo khối lượng hỗn hợp)	Khối lượng thể tích (g/cm^3)	Độ rỗng cốt liệu – VMA (%)	Độ rỗng dư – VA (%)	Độ ổn định Marshall (kN)	Độ dẻo Marshall (mm)
Cột 1	Cột 2	Cột 3	Cột 4	Cột 5	Cột 6	Cột 7
1	4.0	2.380	15.2	6.5	8.1	2.8

2	4.5	2.395	14.9	5.0	8.7	3.0
3	5.0	2.410	14.8	4.0	9.0	3.5
4	5.5	2.406	15.6	3.2	8.5	3.8
5	6.0	2.400	16.1	2.8	7.5	4.4

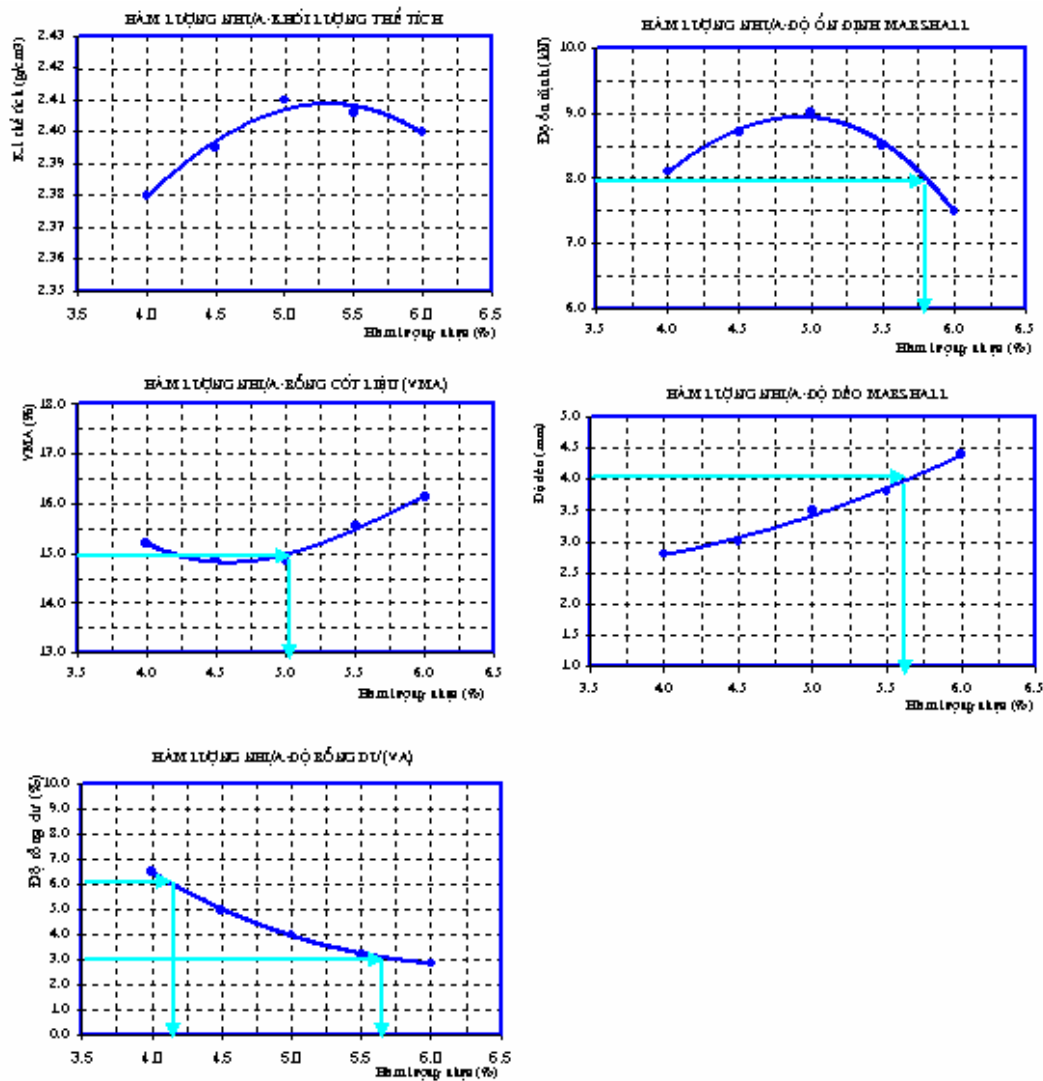
Căn cứ các giá trị trong Bảng 7.3, tiến hành vẽ các biểu đồ quan hệ (Hình 7.1) như sau:

- Hàm lượng bitum – Độ ổn định Marshall (Cột 2 và Cột 6).
- Hàm lượng bitum –Độ dẻo (Cột 2 và Cột 7).
- Hàm lượng bitum –Độ rỗng dư (Cột 2 và Cột 5).
- Hàm lượng bitum –Độ rỗng cốt liệu (Cột 2 và Cột 2).
- Hàm lượng bitum –Độ rỗng lấp đầy bitum nhỏ nhất (Cột 1 và Cột 4).
- Hàm lượng bitum –Tỷ trọng khối của bê tông asphalt hoặc khối lượng thể tích (Cột 1 và Cột 3). (Quan hệ này không phục vụ cho thiết kế hỗn hợp bê tông asphalt, mà nhằm xác định giá trị Tỷ trọng khối của bê tông asphalt tương ứng với hàm lượng bitum thiết kế để tính ra độ chặt đầm nén ở hiện trường).

Căn cứ đồ thị Hình 7.1, dựa trên các biểu đồ quan hệ giữa hàm lượng bitum và các chỉ tiêu kỹ thuật tương ứng (Bảng 7.1) xác định hàm lượng bitum thoả mãn từng chỉ tiêu (Hình 7.1), sau đó xác định hàm lượng bitum tối ưu thoả mãn tất cả các chỉ tiêu (Bảng 7.4) (là khoảng hàm lượng bitum).

Căn cứ điều kiện thực tế dự án, chọn 1 giá trị nằm trong khoảng đó. Đó là hàm lượng bitum tối ưu.

Với hàm lượng bitum tối ưu xác định, căn cứ biểu đồ quan hệ hàm lượng nhựa–tỷ trọng khối hỗn hợp (hoặc khối lượng thể tích), xác định tỷ trọng khối tương ứng để làm cơ sở xác định độ chặt lu lèn ở hiện trường.



Hình 8.1. Biểu đồ quan hệ giữa hàm lượng bitum và các chỉ tiêu kỹ thuật
Bảng 7.4.

Tên chỉ tiêu	Tỷ trọng khối- Khối lượng thể tích	Độ rỗng cốt liệu – VMA (%)	Độ rỗng dư – VA (%)	Độ ổn định Marshall (kN)	Độ dẻo Marshall (mm)
Giá trị quy định	Không quy định	15–17	3.0– 6.0	Min. 8	2–4
Phạm vi hàm lượng bitum thỏa mãn từng chỉ tiêu (% khối lượng hỗn hợp)	–	5.05– 6.0	4.13– 5.2	4.0–5.76	4.0–5.6

Phạm vi hàm lượng bitum thỏa mãn tất cả các chỉ tiêu (% khối lượng hỗn hợp)	Xác định tỷ trọng khối thiết kế tương ứng với hàm lượng bitum tối ưu	5.05–5.2
---	--	----------

7.5. KHUYNH HƯỚNG VÀ QUAN HỆ CỦA CÁC SỐ LIỆU THÍ NGHIỆM

Độ nhạy của các tính năng kỹ thuật hỗn hợp bê tông bitum theo hàm lượng bitum trên các biểu đồ có thể theo các khuynh hướng sau:

- Đường cong độ ổn định Marshall và đường cong Tỷ trọng khối tăng dần theo hàm lượng bitum đến giá trị lớn nhất và sau đó giảm dần.
- Đường cong Độ dẻo Marshall tăng theo hàm lượng bitum.
- Đường cong Độ rỗng dư giảm khi hàm lượng bitum tăng.
- Đường cong Độ rỗng cốt liệu giảm đến giá trị nhỏ nhất sau đó tăng theo hàm lượng bitum
- Đường cong Độ rỗng lấp đầy bằng bitum tăng khi hàm lượng bitum tăng.

7.6. LỰA CHỌN THIẾT KẾ CUỐI CÙNG

Hỗn hợp asphalt cuối cùng được lựa chọn (với hàm lượng bitum tối ưu) thường là hỗn hợp kinh tế nhất thỏa mãn tất cả các yêu cầu kỹ thuật. Tuy nhiên, hỗn hợp asphalt không phải thiết kế để thỏa mãn tối ưu một đặc tính đặc biệt nào đó. Những hỗn hợp có độ ổn định Marshall cao một cách không bình thường thì cần được xem xét bởi vì mặt đường sử dụng loại hỗn hợp này thường kém bền và nứt sớm dưới tác dụng của lưu lượng xe lớn. Tình huống này đặc biệt nghiêm trọng ở những nơi mà vật liệu lớp móng trên (base) và đất nền (subgrade) bên dưới mặt đường yếu gây ra độ võng mặt đường cao dưới tác dụng của các phương tiện giao thông.

Hàm lượng bitum thiết kế được chọn sao cho thỏa mãn tất cả các đặc tính của hỗn hợp. Việc lựa chọn hàm lượng bitum thiết kế có thể được hiệu chỉnh trong phạm vi hẹp này để đảm bảo sao cho hỗn hợp có các đặc tính phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật của dự án. Các đặc tính khác có yêu cầu kỹ thuật khác đối với từng trường hợp khác nhau, phụ thuộc vào giao thông, kết cấu, khí hậu, thiết bị thi công và các nhân tố khác. Do đó, quá trình hiệu chỉnh là không giống nhau đối với các mặt đường và các hỗn hợp. Sau đây là một số vấn đề cần phải xem xét trước khi chính thức hoá hàm lượng nhựa thiết kế cuối cùng:

- Ảnh hưởng của độ rỗng cốt liệu. Nên tránh các hàm lượng bitum nằm ở phía tăng bên phải của đường cong VMA mà nên chọn ở điểm lân cận phía trái điểm thấp nhất của đường cong để tránh xu hướng chảy bitum do thừa làm giảm các tiếp xúc giữa các cốt liệu và thậm trí gây vệt bánh xe bị dồn đống. Tuy nhiên nếu lựa chọn quá lùi về phía trái hỗn hợp sẽ quá khô có thể xảy ra hiện tượng phân tầng và độ rỗng dư quá cao.
- Ảnh hưởng của độ rỗng dư. Độ rỗng dư từ 3–6% là phạm vi thích hợp đã được lựa chọn theo kinh nghiệm nhiều năm. Phạm vi độ rỗng dư thường đạt được trong thiết kế là khoảng 4% và độ rỗng dư ngoài công trường sau khi thi

công xong khoảng 8%. Nếu độ rỗng dư cuối cùng nhỏ hơn 3% thì mặt đường có thể bị lún hoặc bị dòn dỗng. Nếu độ rỗng dư cuối cùng lớn hơn 5% trong phòng thí nghiệm và lớn hơn 8% ngoài công trường thì có thể xuất hiện giòn, nứt sớm, bong bật, trượt. Nên lựa chọn hàm lượng bitum phù hợp với phạm vi xấp xỉ về phía trái của phạm vi trung bình cho phép.

- Ảnh hưởng của độ rỗng lấp đầy bitum (VMA). Yêu cầu kỹ thuật VMA giúp người thiết kế tránh được hỗn hợp có giá trị VMA nằm ở phạm vi biên cho phép. VMA cũng hạn chế độ rỗng dư cho phép của hỗn hợp.
- Ảnh hưởng của Độ rỗng lấp đầy bitum (VFA). Tác dụng chính của chỉ tiêu VFA là nó giới hạn trị số lớn nhất của VFA và hàm lượng bitum, tránh được những hỗn hợp dễ bị lún dưới tác dụng của giao thông nặng.
- Ảnh hưởng của mức độ đầm nén: ở cùng một hàm lượng bitum, cả độ rỗng dư và độ rỗng cốt liệu đều giảm khi mức độ đầm nén tăng lên. Trong phương pháp thiết kế Marshall có ba mức độ đầm nén được dùng để mô phỏng tình trạng làm việc thực tế của hỗn hợp bê tông asphalt mặt đường. Việc lựa chọn mức độ đầm nén sử dụng chọn trong phòng thí nghiệm khi thiết kế hỗn hợp là rất quan trọng. Và do đó, hỗn hợp bê tông asphalt phải được thi công đầm nén ngoài hiện trường với các thiết bị đầm nén tương ứng để đạt được độ chặt ban đầu tương đương với mức đầm nén trong phòng.
- Ảnh hưởng của mùa thi công: Thi công mặt đường bê tông asphalt vào mùa hè thường cần hàm lượng bitum nhỏ hơn, trong khi thi công mặt đường bê tông nhựa vào mùa xuân hoặc các mùa khác thì cần hàm lượng bitum lớn hơn để đảm bảo quá trình lu lèn được tốt do việc lu lèn có liên quan đến nhiệt độ. Bất kỳ một sự thay đổi nào về hàm lượng bitum trong hỗn hợp cho dù là rất nhỏ đều phải đảm bảo thỏa mãn các tiêu chuẩn kỹ thuật như đã nêu trên. Chính vì vậy, việc xác định hàm lượng bitum theo khoảng (không theo giá trị trung bình) có ưu điểm là dễ xác định được giá trị hàm lượng bitum thiết kế cuối cùng bằng cách dịch về cận dưới hay cận trên của khoảng đó.
- Ảnh hưởng của lượng xe lưu thông: Số lượng và hoạt động của các phương tiện giao thông có thể ảnh hưởng đến quyết định cuối cùng nhằm điều chỉnh hàm lượng bitum thiết kế. Nếu như tình hình giao thông thực tế ở vào cận thấp hoặc cận cao của bảng phân loại giao thông dùng để lựa chọn mức độ đầm nén trong phòng thí nghiệm và yêu cầu kỹ thuật, thì hàm lượng bitum có thể cần được hiệu chỉnh là tương ứng. Những khu vực có giao thông nặng hơn cần một hàm lượng nhựa nằm trong phạm vi cho phép nhỏ hơn. Trong trường hợp hỗn hợp được dùng làm lớp phủ tăng cường tại vị trí đường vòng, nơi mà kết áo đường chịu tác động tập trung của các phương tiện giao thông (tính phân dòng cao, tốc độ rất chậm, nhiều cấp độ khác nhau) thì phải chú ý thêm đến tất cả các giai đoạn trong quá trình sản xuất. Nên lựa chọn hàm lượng nhựa thiết kế từ cận dưới của phạm vi yêu cầu kỹ thuật và các yêu cầu đầm nén ban đầu phải thỏa mãn. Trong thời gian mặt đường bê tông asphalt đang nguội, hạn chế các phương tiện giao thông đi lên mặt đường.

7.7. PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM MARSHALL CẢI TIẾN

Được áp dụng với loại bê tông asphalt có cỡ hạt lớn nhất (theo sàng vuông) không vượt quá 38mm. Thủ tục tiến hành theo các trình tự đã nêu đối với thí nghiệm Marshall nguyên bản, ngoại trừ một số điều chỉnh như sau:

- Khuôn đúc mẫu có đường kính trong $152,4 \pm 0,2\text{mm}$.
- Trọng lượng búa đầm là $10,2 \pm 0,02\text{kg}$, đường kính mặt đầm là $149,4 \pm 0,2\text{mm}$, chiều cao rơi của búa là $457 \pm 2\text{mm}$.
- Chiều cao tiêu chuẩn của mẫu đầm là 95,2mm.
- Thiết bị thí nghiệm được cải tiến để phù hợp với thí nghiệm mẫu kích thước lớn.
- Số cú đầm tăng 1,5 lần so với thí nghiệm Marshall nguyên bản (Bảng 7.1).
- Giá trị tiêu chuẩn thiết kế Marshall về độ ổn định tăng 2,25 lần, về độ dẻo tăng 1,5 lần so với quy định của thí nghiệm Marshall nguyên bản.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Mục đích chung của công tác thiết kế hỗn hợp bê tông asphalt.
2. Nội dung thiết kế hỗn hợp bê tông asphalt theo phương pháp Marshall.
3. Các chỉ tiêu kỹ thuật của bê tông asphalt theo Marshall.
4. Phương pháp thí nghiệm đánh giá các chỉ tiêu kỹ thuật theo phương pháp Marshall.

Chương 8

THIẾT KẾ HỖN HỢP BÊ TÔNG ASPHALT THEO CƯỜNG ĐỘ CHỊU NÉN LỚN NHẤT (TIÊU CHUẨN NGÀ)

8.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Thiết kế thành phần bê tông asphalt nhằm chọn ra thành phần theo khối lượng của hỗn hợp cốt liệu, bitum và phụ gia thoả mãn các yêu cầu kỹ thuật của dự án.

Thành phần, các tính chất vật lý– cơ học, tính chất khai thác (cường độ và độ đặc) tính ổn định nước, tính ổn định nhiệt, độ ổn định trượt, độ bền nước của bê tông asphalt cần phải phù hợp với các điều kiện khai thác cụ thể được qui định trong tiêu chuẩn. Điều kiện khai thác cụ thể là tải trọng hiện tại, tương lai và điều kiện khí hậu.

Một số khái niệm cơ bản hướng dẫn thiết kế thành phần hỗn hợp bê tông asphalt như sau:

- Lượng đá dăm trong hỗn hợp càng lớn thì càng tăng độ bền trượt của bê tông asphalt. Biến dạng trượt dẻo phát triển ở các vùng móng vì vậy ở các vùng móng khi chịu tải trọng nặng mà dùng hỗn hợp có lượng đá dăm cao.
- Bitum có độ nhớt (dính kết) càng thấp thì độ bền nén càng cao vì vậy ở những vùng khí hậu ôn đới (phía bắc) sử dụng bitum có độ dính kết thấp, ở các vùng nóng (phía nam) sử dụng bitum có độ nhớt (tính quánh) cao (độ kim lún thấp).
- Độ đặc và cường độ bê tông asphalt thay đổi theo sự thay đổi hàm lượng bột khoáng trong hỗn hợp bê tông asphalt.
- Thành phần bê tông asphalt có thể lựa chọn theo hướng dẫn của các tiêu chuẩn phù hợp với các điều kiện khai thác thực tế.
- Lượng bitum tối ưu trong hỗn hợp có thể xác định theo hai phương pháp:
 - + Phương pháp thực nghiệm: Thí nghiệm trên các mẫu thử và thành phần với lượng bitum khác nhau. Xác định lượng bitum đáp ứng yêu cầu cường độ tối đa và độ rỗng còn lại phù hợp với yêu cầu của tiêu chuẩn dự án.
 - + Phương pháp kết hợp tính toán và thực nghiệm để xác định lượng bitum trong hỗn hợp thoả mãn độ rỗng còn lại của bê tông asphalt và tiêu chuẩn thiết kế.

8.2. LỰA CHỌN DẠNG HỖN HỢP VÀ THÀNH PHẦN HỖN HỢP

Khi lựa chọn dạng và mác của hỗn hợp cần xét đến qui luật về kích thước hạt vật liệu khoáng (chọn đường kính hạt lớn nhất thích hợp của cốt liệu). Khi tải trọng lớn và phù hợp với đường cấp I (số xe ngày đêm lớn hơn 7.000). Yêu cầu bê tông asphalt có độ ổn định trượt cao. Khi đó cần chọn hỗn hợp loại A (nhiều đá dăm) mác I. Trên đường (cấp IV) có thể chọn hỗn hợp loại B (ít đá dăm) mác II hoặc III.

Phù hợp với luật của cỡ hạt hay loại và mác của hỗn hợp có thể chọn theo bảng 8.1.

Bảng 8.1. Loại và mác của hỗn hợp bê tông asphalt theo cấp đường

Cấp đường	Loại và mác của hỗn hợp
I, II	A1, B1
III	B2, C2, G
IV	G, Đ, G1

Khi lựa chọn loại và mác của hỗn hợp cần lựa chọn thành phần lượng đá và bột khoáng thích hợp.

Hỗn hợp bê tông asphalt thường được chia làm 3 loại phụ thuộc vào yêu cầu sử dụng: hỗn hợp dùng cho lớp mặt, lớp chịu lực, và lớp móng.

Cốt liệu có kích cỡ lớn thường được dùng ở lớp móng, và ở lớp mặt sử dụng các cốt liệu nhỏ. Cho dù hỗn hợp thiết kế là loại nào thì thiết kế, sản xuất và xây dựng vẫn phải đảm bảo tạo ra một mặt đường có khả năng làm việc hợp lý. Việc lựa chọn loại hỗn hợp bê tông asphalt còn phụ thuộc vào cấp giao thông nặng, vừa và nhẹ. Cấp giao thông được phân theo lưu lượng xe/ngày đêm. Theo tiêu chuẩn Việt Nam được chia làm những loại đường chính như sau:

- Đường cao tốc, tốc độ > 80km/h; lưu lượng xe bình quân ngày đêm > 20.000 xe
- Đường cấp I cấp II, V > 100km/h; > 6.000 xe ngày đêm
- Đường cấp III, V > 80km/h; > 3.000 xe ngày đêm
- Đường thành phố, V > 80km/h; > 1.200 xe ngày đêm.

Căn cứ vào mức độ giao thông và cấp đường có thể chọn các tiêu chuẩn về thành phần hỗn hợp bê tông asphalt khác nhau. Hỗn hợp dùng cho lớp mặt cần đảm bảo tính ổn định và lâu bền đáp ứng được lưu lượng giao thông và chịu được tác động bất lợi của không khí, nước và thay đổi nhiệt độ.

Đường kính lớn nhất của cốt liệu thường từ 10–20mm.

Hỗn hợp làm cho lớp chịu lực có $D = 20\text{--}40\text{mm}$. Ở những đường có tải trọng xe lớn và hay bị mưa nên sử dụng cấp phối hạt trung để làm lớp mặt.

Hỗn hợp dùng cho lớp móng thường sử dụng D lớn.

Hỗn hợp bê tông cát thường sử dụng cát nghiền hoặc cát tự nhiên. Loại hỗn hợp này có độ ổn định không lớn, thường dùng cho mặt đường chịu tải trọng nhẹ, vỉa hè, khu giải trí và không dùng trong trường hợp đường có lưu lượng xe lớn.

Đường cấp IV có thể sử dụng loại bê tông nhựa cát hoặc bê tông nhựa rải nguội.

Thí dụ: Lựa chọn thành phần của đá, cát và bột khoáng cho hỗn hợp loại B, lượng đá dăm 35–52% và lượng bột khoáng từ 6–12% (lọt qua sàng 0.071mm) với vật liệu được ghi ở bảng 8.2.

Theo phương pháp lựa chọn thành phần vật liệu khoáng đã trình bày ở Chương 6

Lượng đá $D = 5\text{--}20\text{mm}$ là $50/95 = 47.5\%$, chọn $D = 45\%$.

Bột khoáng B = $9/75 = 12\%$

Cát: $100 - 45 - 12 = 43\%$

Kiểm tra sự phù hợp với thành phần hạt tiêu chuẩn ghi ở bảng 8.2.

Thành phần khoáng của hỗn hợp thiết kế phù hợp với thành phần hạt cho phép trong tiêu chuẩn

Bảng 8.2. Thành phần vật liệu và kết quả tính toán

Vật liệu	Lượng, %, lọt qua sàng kích thước, mm								
	20	10	5	2.5	1.25	0.63	0.31	0.14	0.071
Đá dăm 5–20mm	100	57	5						
Cát sông			100	76	40	25	12	4	1
Bột khoáng						100	98	83	75
Hỗn hợp theo tiêu chuẩn	95 – 100	75 – 100	50 – 65	38 – 52	28 – 39	20 – 29	14 – 22	9 – 16	6 – 12
Đá dăm 45%	45	25.6	2.3						
Cát sông 43%	43	43	43	43	24	10.7	5.1	1.72	0.43
Bột khoáng 12%	12	12	12	12	12	12	11.8	9.9	9.0
Thành phần hỗn hợp đã chọn	100	80.6	57.3	55	46	22.7	16.9	11.62	9.43

8.3. LỰA CHỌN PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ VÀ YÊU CẦU KỸ THUẬT

Phương pháp thiết kế và các yêu cầu thiết kế là phần chính trong yêu cầu kỹ thuật của dự án đường. Các hãng sản xuất hoặc chủ đầu tư là những người có trách nhiệm và quyền hạn lựa chọn phương pháp thiết kế và các yêu cầu kỹ thuật. Khi các yếu tố trên được quyết định thì người kỹ sư thiết kế phải có trách nhiệm thực hiện và tuân thủ theo đúng các yêu cầu và chỉ dẫn kỹ thuật. Tùy theo loại dự án có thể lựa chọn phương pháp thiết kế và các yêu cầu kỹ thuật theo tiêu chuẩn Việt Nam hoặc tiêu chuẩn quốc tế (thường là tiêu chuẩn ASTM hoặc BS). Trên thế giới thường sử dụng phương pháp Marshall. Các yêu cầu kỹ thuật của bê tông asphalt theo các tiêu chuẩn có thể xem ở Chương 6 của giáo trình này. Ở Nga để thiết kế thành phần bê tông asphalt thường dùng tiêu chuẩn CH 9128–84.

8.4. XÁC ĐỊNH LƯỢNG BITUM TỐI ƯU

Lượng bitum tối ưu là lượng bitum trong hỗn hợp ứng với cường độ bê tông asphalt lớn nhất và độ rỗng còn lại không vượt quá các giới hạn qui định (theo tiêu chuẩn Nga) có xét đến vùng khí hậu. Ngoài ra cần xem xét đến các quy định về khối lượng riêng của bê tông asphalt, độ rỗng của hỗn hợp vật liệu khoáng phù hợp với các trị số yêu cầu. Cường độ của bê tông asphalt biến đổi theo mức độ tăng khối lượng của bitum trong hỗn hợp cho đến khi bitum lấp đầy các lỗ rỗng của vật liệu khoáng ở điều kiện nhiệt độ và chế độ đầm chặt nhất định. Lượng bitum tối ưu giảm khi áp lực đầm

nén và nhiệt độ khi đầm nén hỗn hợp tăng lên. Lượng bitum tối ưu có thể tham khảo các số liệu ghi ở bảng 8.3.

Lượng bitum thường biến đổi tùy thuộc vào hỗn hợp đặc hay rỗng, cốt liệu lớn hay nhỏ.

Để xác định chính xác lượng bitum tối ưu tiến hành chế tạo một số hỗn hợp từ thành phần khoáng đã được lựa chọn, lượng bitum thay đổi theo mức 0.5%, xác định các giá trị trung bình trên các mẫu thử theo các chỉ tiêu qui định, là cơ sở để xác định lượng bitum tối ưu.

Bảng 8.3. Lượng bitum tối ưu cho các loại hỗn hợp bê tông asphalt.

Dạng của hỗn hợp	Mác hỗn hợp	Loại bê tông	Lượng bitum, %
Hạt nhỏ, rải nóng	A	đặc	5–6
	B	đặc	5.5–6.5
	B	rỗng	4.5–6
	B	rất rỗng	2.5–3.5
Bê tông cát	G, D	đặc	7–9
	—	rất rỗng	4–6

Để xác định lượng bitum tối ưu cho bê tông asphalt đặc từ thành phần vật liệu khoáng đã được lựa chọn chế tạo 5 hỗn hợp với hàm lượng bitum là 5, 5.5, 6, 6.5 và 7% và mỗi hỗn hợp chế tạo 12 mẫu và thí nghiệm xác định cường độ chịu nén dọc trục ở 20⁰C, khối lượng thể tích, khối lượng riêng, độ rỗng của hỗn hợp vật liệu khoáng.

Cường độ được xác định khi nén các mẫu thử trên máy.

Các chỉ tiêu vật lý được xác định theo phương pháp và công thức ở Chương 6

Cường độ, độ rỗng của hỗn hợp vật liệu khoáng và độ rỗng còn lại là 3 chỉ tiêu chính để lựa chọn hàm lượng bitum tối ưu.

Các chỉ tiêu trên ứng với các hàm lượng bitum được vẽ trên các biểu đồ Hình 8.1. Trên biểu đồ này cho thấy ứng với mỗi chỉ tiêu đều có một lượng bitum tối ưu. Lượng bitum tối ưu thỏa mãn 3 chỉ tiêu trên là trị số trung bình của 3 lượng bitum tối ưu cục bộ (B1, B2, B3)

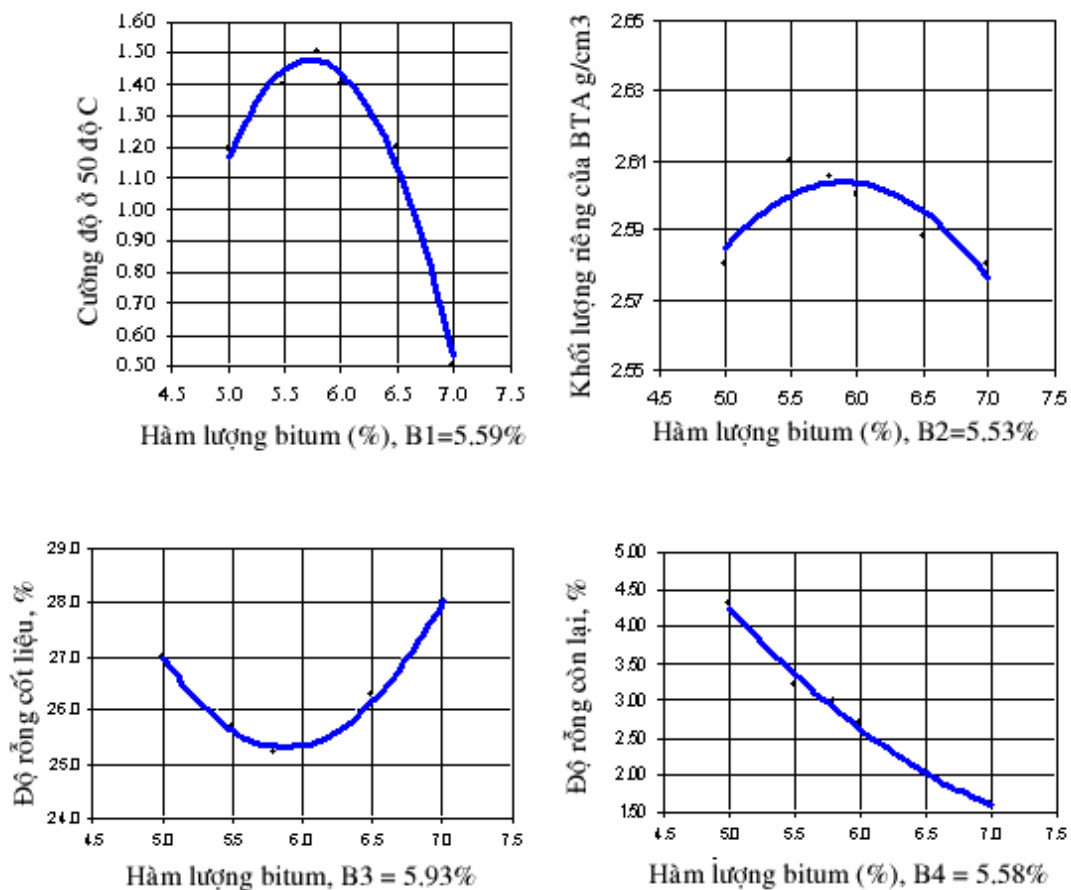
Ngoài ra, hàm lượng bitum tối ưu phải thỏa mãn các tính chất khác hoặc các yêu cầu khác mà dự án quy định.

Thí dụ về lựa chọn thành phần bitum tối ưu phù hợp với yêu cầu cường độ chịu nén ở 50⁰C là lớn nhất, độ rỗng của hỗn hợp vật liệu khoáng từ 15–16%, khối lượng riêng của bê tông asphalt từ 2.60–2.61g/cm³, độ rỗng còn lại là 3%

Các kết quả thử nghiệm được ghi ở bảng 8.4.

Bảng 8.4. Kết quả thử nghiệm và tính toán về các tính chất cơ học và vật lý

Các tính chất cơ học và vật lý	Các tính chất mẫu thử với hàm lượng bitum, %				
	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
– Độ rỗng của hỗn hợp vật liệu khoáng, %	16.9	15.7	15.2	16.2	17.9
– Độ rỗng còn lại %	4.20	3.30	2.60	2.00	1.40
– Khối lượng riêng, g/cm ³	2.59	2.60	2.60	2.601	2.587
– Cường độ ở 50 ⁰ C, MPa	1.20	1.40	1.42	1.50	0.82
– Cường độ ở 20 ⁰ C, MPa	2.51	3.03	3.92	3.00	2.12
– Độ ổn định nước	0.85	0.90	0.93	0.95	0.98
– Độ hút nước	1.50	1.20	1.00	0.80	0.50



Hình 8.1. Biểu đồ quan hệ giữa lượng bitum và các chỉ tiêu kỹ thuật

$$B_{\text{tối ưu}} = (B_1 + B_2 + B_3) / 3$$

$$B_{\text{tối ưu}} = (5.56 + 5.53 + 5.93) / 3 = 5.67 \%$$

Với lượng bitum tối ưu là 5.67 %, tra trên biểu đồ B4 thỏa mãn độ rỗng còn lại của bê tông asphalt là 3%.

Nếu như độ rỗng còn lại không phù hợp với lựa chọn thì có thể tính gần đúng lượng bitum theo công thức sau:

$$B = \frac{V_{rK} - V_{rd}}{\rho_{oK}} \times \rho_B$$

trong đó: B – khối lượng bitum %, tính theo khối lượng đặc của cốt liệu (100%);

V_{rK} – độ rỗng vật liệu khoáng của mẫu thí nghiệm, %;

V_{rd} – trị số độ rỗng còn lại (dư) của bê tông asphalt;

ρ_B – khối lượng riêng của bitum ở 20°C, g/cm³;

ρ_{oK} – khối lượng thể tích của vật liệu khoáng.

Khối lượng bitum (%) tính theo khối lượng toàn bộ của bê tông asphalt (100+B) được ký hiệu là P_b được tính theo công thức sau:

$$P_b = \frac{B}{B + 100} \times 100, \%$$

trong đó: B – khối lượng của bitum, % theo 100% là vật liệu khoáng

Chế tạo 3 mẫu thử và xác định độ rỗng còn lại của bê tông asphalt. Nếu như độ rỗng còn lại đó phù hợp với quy định thì có thể sử dụng kết quả tính ở trên.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Khái niệm chung của công tác thiết kế hỗn hợp bê tông asphalt theo tiêu chuẩn của Nga.
2. Nội dung công tác lựa chọn thành phần vật liệu khoáng theo tiêu chuẩn của Nga.
3. Nội dung công tác lựa chọn hàm lượng bitum tối ưu theo tiêu chuẩn của Nga.

Chương 9

CHẾ TẠO HỖN HỢP BÊ TÔNG ASPHALT

9.1. KHÁI QUÁT VỀ CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO BÊ TÔNG ASPHALT

Mục đích của việc chế tạo là tạo ra một hỗn hợp bê tông asphalt đồng nhất trong đó các hạt cốt liệu lớn được phân tán đều và trên bề mặt của các hạt được bọc lớp bitum.

Chất lượng của việc chế tạo ảnh hưởng đến cường độ, độ ổn định nước của bê tông asphalt. Chất lượng của lớp bitum trên bề mặt của hạt khoáng có thể làm tăng hoặc giảm các tính chất kỹ thuật của bê tông asphalt. Nếu việc trộn có chất lượng thấp thì cường độ có thể giảm đến 2%. Nhiệt độ khi trộn bê tông asphalt thường từ 120 – 160⁰C tùy theo lượng và loại bitum được sử dụng. Trong hỗn hợp bê tông asphalt thường được chia ra làm 3 pha: cứng – đá dăm; lỏng – bitum; khí – không khí. Lực dính bám tốt nhất của bitum trên bề mặt đá xuất hiện trong điều kiện sau:

$$\sigma_k > \sigma_b + \sigma_{bk}$$

trong đó: σ_k – sức căng bề mặt của đá

σ_b – sức căng bề mặt của bitum

σ_{bk} – sức căng bề mặt của đá với bitum (25 – 40 epg/cm²)

Thời gian nhào trộn cũng ảnh hưởng đến chất lượng của hỗn hợp bê tông asphalt.

Công nghệ chế tạo bê tông asphalt chia ra các giai đoạn sau:

Chuẩn bị;

Sấy nóng nguyên liệu, trộn khô, gia công bitum;

Trộn hỗn hợp.

Công nghệ chế tạo bê tông asphalt hoàn toàn phù hợp với các nguyên tắc của công nghệ lý thuyết để cố kết vật liệu nhân tạo. Tuy nhiên công nghệ này có một số điểm khác nhau khi chế tạo các dạng bê tông asphalt khác nhau.

9.2. CHUẨN BỊ

Chuẩn bị đá và cát: đá và cát được làm sạch bằng nước (có thể rửa trong máy hoặc rửa trên băng truyền) và vận chuyển đến kho chứa. Cát và đá được gia nhiệt đến nhiệt độ từ 140 – 160⁰C đối với hỗn hợp bê tông asphalt nóng và 100 – 120⁰C đối với hỗn hợp bê tông âm. Có 3 dạng để sấy nóng cốt liệu, gồm: loại các thùng sấy gắn cho từng mẻ; thùng sấy hình trụ quay; và tháp sấy. Sàng phân loại cốt liệu thành 4 loại theo đường kính hạt được chứa ở các thùng chứa riêng.

Chuẩn bị bột đá: bột đá sau khi nghiền nhỏ được kiểm tra chất lượng và sau đó được chứa ở xilô riêng, không cần gia nhiệt.

Chuẩn bị bitum: bitum được gia nhiệt trong thiết bị đặc biệt. Đối với bitum quánh nhiệt độ từ $140 - 160^{\circ}\text{C}$, còn đối với bitum lỏng từ $90 - 100^{\circ}\text{C}$. Quá trình gia nhiệt bitum đảm bảo đạt tới độ nhớt để có thể nhào trộn và dính bám tốt với vật liệu khoáng.

9.3. TRỘN BÊ TÔNG ASPHALT

9.3.1. PHÂN LOẠI TRẠM TRỘN

Theo tính năng sản xuất có thể có 3 dạng trạm trộn:

Trạm trộn chu kỳ (theo từng mẻ) sấy nóng gián tiếp;

Trạm trộn chu kỳ sấy nóng trực tiếp;

Trạm trộn liên tục sấy nóng trực tiếp.

Các loại trạm này có thể được lắp đặt cố định hoặc lắp đặt di động trên công trường. Loại cố định thường là các trạm trộn lớn. Theo năng suất trộn thì có các loại trạm trộn: rất lớn công suất $200 - 400\text{T/giờ}$; loại lớn $80 - 150\text{T/giờ}$; loại trung bình $40 - 60\text{T/giờ}$; loại nhỏ dưới 30T/giờ .

9.3.2. TRẠM TRỘN CHU KỲ SẤY NÓNG GIÁN TIẾP

Với các trạm trộn chu kỳ sấy nóng gián tiếp, cốt liệu và bitum đã được chuẩn bị trộn thành từng mẻ từ $300 - 5000\text{kg}$, thời gian trộn từ $50 - 80$ giây. Quá trình hoạt động của loại trạm trộn này như sau:



Hình 9.1. Trạm trộn chu kỳ sấy nóng gián tiếp

Vận chuyển cốt liệu bằng xe hoặc băng truyền đến bộ phận rang sấy là một thùng quay lớn bằng kim loại được đặt nghiêng từ $2 - 10^{\circ}$ theo trục của thùng. Đầu đốt bằng

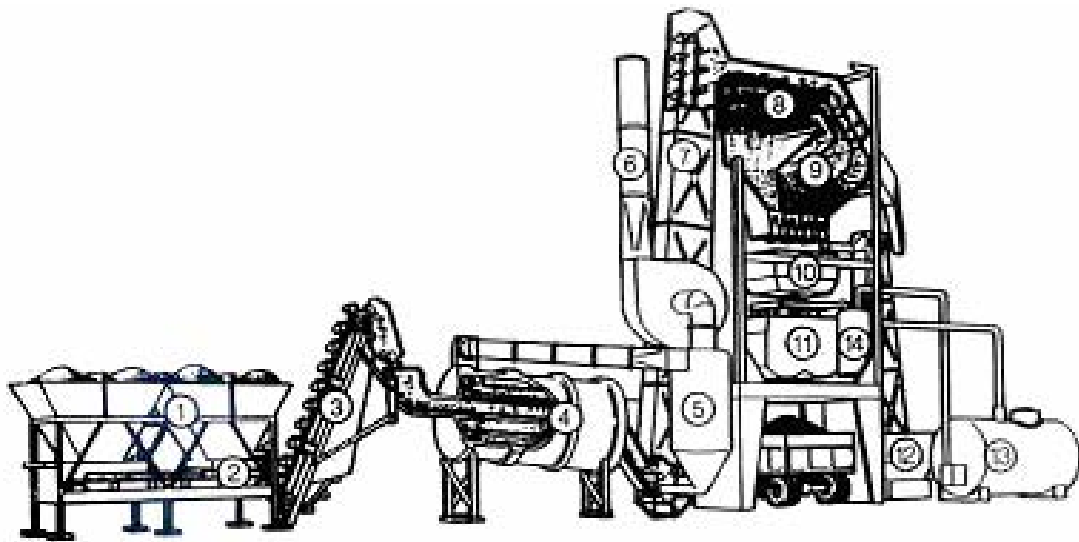
nhiên liệu gas hoặc dầu ở phần thấp nhất của thùng tạo ra luồng hơi nóng đi qua thùng và thoát ra ở đầu cao cuối thùng. Cốt liệu nguội đi qua thùng quay từ cửa trên được chuyển dần qua luồng khí nóng và bị nung nóng ở khoảng giữa và ra phần cuối của thùng trên các gầu nâng. Nhiệt độ của cốt liệu thường là 160°C . Vật liệu được vận chuyển thẳng đứng đến bộ sàng của tháp, ở đó cốt liệu được phân chia thành nhóm theo cỡ hạt xác định và được lưu trữ ở trong các thùng giữ nhiệt. Vật liệu được lấy ra từ mỗi thùng được định lượng và nạp vào phễu theo trình tự từ cỡ hạt lớn nhất đến cỡ hạt nhỏ nhất. Mỗi loại cốt liệu được phân riêng theo yêu cầu cho từng mẻ trộn theo công thức thiết kế.

Bitum sau khi đã được gia nhiệt được lưu giữ trong bồn chứa và được dẫn vào máy trộn thông qua một van định lượng.

Cốt liệu sau khi định lượng xong được đổ vào máy trộn. Máy trộn thường là một loại bán cầu có hai trục quay có lắp cánh trộn xiên góc với trục.

Bitum sẽ được cho vào trong quá trình trộn hỗn hợp. Thời gian trộn thường từ 30 – 60 giây, thời gian này đủ đảm bảo được các hạt cốt liệu bọc đều bitum và các cỡ hạt cốt liệu được phân bố đều trong hỗn hợp. Hỗn hợp trộn xong được xả trực tiếp vào ô tô chuyên dụng vận chuyển ra công trường.

Trạm trộn hoạt động theo chu kỳ (từng mẻ) do cốt liệu được gia nhiệt trước khi trộn (cấp nhiệt gián tiếp) nên dễ dùng và điều chỉnh được chất lượng của hỗn hợp. Loại trạm trộn này phù hợp với việc thi công đường và sân bay. Nó được đặt cố định và có công suất từ 100 – 400T/giờ



Hình 9.2. Sơ đồ cấu tạo trạm trộn chu kỳ sấy nóng gián tiếp

- | | | |
|---------------------|--------------------------------|------------------|
| 1 . Cốt liệu nguội; | 2 . Định lượng cốt liệu nguội; | 3 . Băng truyền; |
| 4 . Nung cốt liệu; | 5 . Hút bụi cốt liệu; | 6 . Ống khói; |
| 7 . Băng truyền; | 8 . Sàng; | 9 . Thùng chứa; |
| 10 . Cân; | 11 . Thùng trộn; | |

12 . Thùng chứa bột khoáng tự nhiên;

13 . Thùng chứa bitum nóng;

14 . Định lượng bitum



Hình 9.3. Trạm trộn được lắp đặt để phục vụ xây dựng sân bay

9.3.3. TRẠM TRỘN CHU KỲ CẤP NHIỆT TRỰC TIẾP

Loại trạm trộn này, cấp phối cốt liệu nguội được định lượng theo từng mẻ từ bộ phận cấp liệu nguội và được đổ vào thùng sấy để rang khô và sấy nóng rồi được xả vào máy trộn để trộn với bitum. Ở bộ phận cấp liệu nguội, cấp phối cốt liệu nguội theo tỷ lệ định sẵn được đổ vào phễu để kiểm tra trọng lượng trước khi rang sấy. Tỷ lệ cốt liệu không được thay đổi trong suốt quá trình và do vậy việc điều khiển cấp liệu nguội phải rất chính xác. Từ phễu định lượng các cốt liệu được cho vào thùng sấy từng mẻ một. Thực tế thời gian nung sấy một mẻ khá ngắn. Sau đó cốt liệu được cho vào máy trộn thông thường để trộn với bitum.

Loại trạm trộn này là trạm trộn chu kỳ cấp nhiệt trực tiếp vì hỗn hợp cốt liệu nguội được xác định thành phần trước khi gia nhiệt. Chúng cho phép thay đổi nhanh chóng các chỉ tiêu kỹ thuật hỗn hợp và không bị hạn chế bởi dung lượng thùng chứa cốt liệu nóng. Công suất của trạm có thể đạt từ 50 – 200T/giờ. Tuy nhiên kho cốt liệu có độ ẩm lớn hơn 2% thì dùng trạm trộn này sẽ không kinh tế (với yêu cầu sấy khô vật liệu). Do vậy loại trạm trộn này thích hợp với các loại vật liệu yêu cầu nhiệt độ vừa và thấp như đá dăm trộn bitum hơn là những hỗn hợp có hàm lượng cát cao như bê tông nhựa.

9.3.4. TRẠM TRỘN LIÊN TỤC CẤP NHIỆT TRỰC TIẾP

Các trạm trộn này cung cấp các hỗn hợp vật liệu khoáng – bitum mà không dùng hệ thống các thùng chứa cốt liệu nóng, phễu định lượng và thùng trộn. Về nguyên tắc hệ thống cấp cốt liệu nguội giống như mô tả ở trên. Tuy nhiên ở trạm trộn thùng quay – trạm trộn liên tục cấp nhiệt trực tiếp thì cốt liệu được cấp liên tục từ các thùng cấp cốt liệu nguội. Thành phần cấp phối cốt liệu phải chính xác bởi bất kỳ một sai sót nào về tỷ

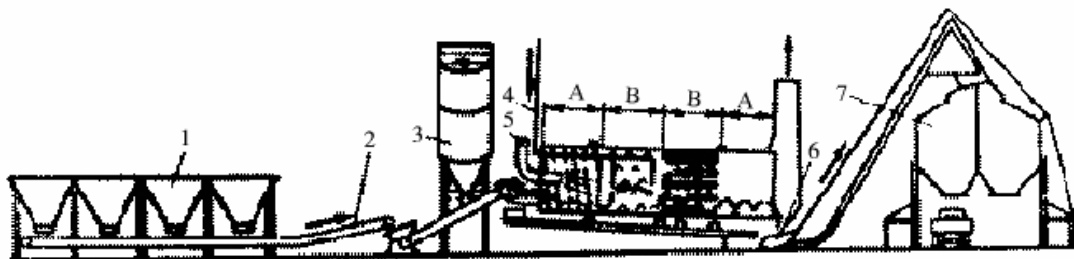
lệ cấp liệu sẽ chỉ được phát hiện khi các mẫu của hỗn hợp vật liệu trộn xong được phân tích ở phòng thí nghiệm.

Các thùng cấp liệu nguội đổ cốt liệu vào các băng tải, các băng tải này lần lượt đổ các cốt liệu vào băng truyền tải. Việc phối cấp liệu được thực hiện ở mỗi cầu cân cho phép biểu thị tốc độ của dòng cốt liệu (làm giảm độ ẩm cốt liệu) và do vậy cho phép tính toán được lượng cốt liệu mịn và bitum cần thêm vào.

Thùng quay ở đây được dùng khác với thùng quay ở các trạm trộn chu kỳ cấp nhiệt gián tiếp ở 2 điểm cơ bản là: 1) đầu đốt đặt ở đầu cuối của thùng quay và do vậy cốt liệu chảy vào theo ngọn lửa; và 2) hình dạng của các buồng bên trong thùng quay phức tạp hơn.



Hình 9.4. Một trạm trộn thùng quay



Hình 9.5. Sơ đồ trạm trộn liên tục theo công nghệ Turbin

- | | | |
|-------------------------------|------------------------|-----------------------|
| 1. Thùng chứa cốt liệu nguội; | 2. Băng truyền; | 3. Thùng chứa bột đá; |
| 4. bộ phận cấp bitum; | 5. Vòi phun; | 6. Ống khói; |
| 7. Silô chứa hỗn hợp đã trộn; | A. Nung nóng cốt liệu; | B. Trộn. |

Bên trong thùng quay có hai khu vực. Khu vực thứ nhất để rang sấy và cấp phối cốt liệu. Khu vực thứ hai để trộn cốt liệu nóng với bitum. Khu vực trộn được bảo vệ bằng màn chắn ngọn lửa hoặc thiết bị làm tăng mật độ của màn cốt liệu để bảo vệ cốt liệu đã được bọc nhựa (đã trộn xong) khỏi bức xạ nhiệt từ lò sấy.

Bitum được phun vào thùng quay tại điểm khởi đầu của khu vực hai. Tốc độ của dòng bitum tỷ lệ với dòng cốt liệu và được khống chế hoặc bằng các bơm định trước các tốc độ khác nhau hoặc bằng các van có độ mở khác nhau.

So với các trạm trộn khác lượng khói xả của trạm trộn loại này chỉ bằng 10% lượng bụi thải ra của các loại trước đây. Điều này đạt được là do lượng bụi khí sinh ra ở vùng rang sấy được hấp thụ bởi hỗn hợp cấp liệu bitum ở vùng trộn.

Các trạm trộn này gọi là trạm trộn liên tục cấp nhiệt trực tiếp vì các cốt liệu được rang sấy liên tục trước khi trộn với bitum. Loại trạm trộn này khó sử dụng một cách linh hoạt và đòi hỏi những thay đổi lớn nếu muốn thay đổi dạng hỗn hợp cần nhào trộn. Tuy nhiên việc tự động hoá điều khiển bằng máy tính đã bước đầu khắc phục được những vấn đề này. Loại trạm trộn này tương đối đơn giản và các bộ phận khá nhỏ. Vì vậy nó khá lý tưởng cho những gói thầu nhỏ nơi cần lắp đặt trạm trộn tạm thời, có thể di chuyển được. Sự đơn giản của chúng cũng làm giảm chi phí bảo dưỡng và cải tiến độ tin cậy. Tuy nhiên ưu điểm vượt trội hơn cả trạm trộn thùng quay là công suất của chúng. Công suất của các trạm này có thể từ 100 – 500T/giờ. Chúng là thiết bị lý tưởng cho những gói thầu xây dựng yêu cầu vật liệu đá nhựa cùng chủng loại với khối lượng lớn và trong một thời gian dài.

9.4. KIỂM TRA KỸ THUẬT

Cần xây dựng các phòng thí nghiệm tại các trạm trộn để kiểm tra chất lượng của bê tông asphalt sau khi sản xuất nhằm đảm bảo tính phù hợp của sản phẩm so với tiêu chuẩn.

Hai chỉ tiêu kỹ thuật chủ yếu là cấp phối và hàm lượng nhựa được xác định trên các mẫu đại diện được lấy theo tiêu chuẩn quy định. Có thể sử dụng tiêu chuẩn Việt Nam, tiêu chuẩn BS 598, hay tiêu chuẩn ASTM D4125. Phải lấy một số mẫu thử vật liệu ở một số vị trí khác nhau: ở sau máy trộn, trên phương tiện vận tải, tại máy rải, tại mặt đường trước và sau khi đầm nén. Thử nghiệm các mẫu thử này đã được trình bày tại Chương 6 của cuốn sách này. Căn cứ vào các kết quả thử nghiệm để đánh giá và điều chỉnh quá trình sản xuất.

9.5. TÁI CHẾ BÊ TÔNG ASPHALT

Tái chế bê tông asphalt cũ là cần thiết nhằm tận dụng lại các vật liệu. Việc tái chế bê tông asphalt cũ có thể chia ra làm 2 nhóm: tái chế tại hiện trường và tái chế trong nhà máy.

9.5.1. TÁI CHẾ TẠI HIỆN TRƯỜNG

Có 3 hình thức để tái chế mặt đường bê tông asphalt cũ tại hiện trường, gồm: rải lại; trộn lại; và xử lý lại.

Phương pháp rải lại: Nung nóng và cào xới mặt đường cũ với chiều sâu khoảng 20mm sau đó bê tông nhựa nóng được rải lên trên và lu lèn. Quá trình này được hoàn

thành theo từng vệt di chuyển theo từng tổ hợp máy làm lại mặt đường đảm bảo độ chặt và gắn tốt giữa vật liệu mới và vật liệu cũ.

Phương pháp trộn lại: Mặt đường được nung nóng và cào xới sau đó được trộn với bê tông asphalt mới trong một máy trộn. Hỗn hợp được trộn xong, rải và đầm chặt ngay trên bề mặt đường cũ.

Phương pháp xử lý nguội: Cào xới mặt đường cũ với chiều sâu đến 75mm. Nghiền vỡ vật liệu đã xới lên đến kích cỡ yêu cầu. Tưới 2 đến 3 lần nhũ tương bitum, phay đều hỗn hợp và lu bằng lu từ 8 – 10T. Cuối cùng rải một lớp láng mặt. Phương pháp này thường được áp dụng cho mặt đường không nhiều xe chạy.



Hình 9.6. Quá trình rải lại mặt đường

9.5.2. TÁI CHẾ TRONG NHÀ MÁY (TRẠM TRỘN)

Theo công nghệ này vật liệu được bóc ra khỏi mặt đường sau đó được vận chuyển đến trạm trộn. Ở trạm trộn chúng được nghiền nhỏ, rang sấy và trộn với một phần các cốt liệu mới. Phương pháp này đảm bảo trong quá trình sản xuất không tạo khí thải, khói và có chất lượng giống như bê tông asphalt sử dụng các vật liệu không tái chế. Việc tái chế trong trạm trộn chu kỳ được thực hiện ở nhiệt độ cao. Vật liệu tái chế và cốt liệu mới được trộn ngay trong máy trộn nên sự trao đổi nhiệt giữa vật liệu mới và cũ được thực hiện trong suốt chu kỳ trộn. Ngược lại, việc tái chế bằng trạm trộn liên tục gắn liền với công nghệ xử lý vật liệu ngay chính trong thùng quay. Phương pháp này không sạch nên ít được dùng. Việc nghiên cứu vật liệu tái chế cần được tiếp tục.

Phương pháp tái chế bê tông asphalt cũ trong nhà máy theo công nghệ Nga: Việc tái sử dụng bê tông asphalt cũ, những loại đã được khai thác một số năm sau khi có những phá hoại do biến dạng lớn, có thể tiến hành theo các hướng sau:

Phá hoại lớp phủ cũ vận chuyển đến máy chuyên dụng ABZ để gia công lại.

Lớp phủ cũ được bóc đi 40 – 50mm sau đó rải lên lớp mới.

Nung sấy bê tông asphalt cũ sau đó trộn với các chất dẻo rồi rải và đầm chặt.

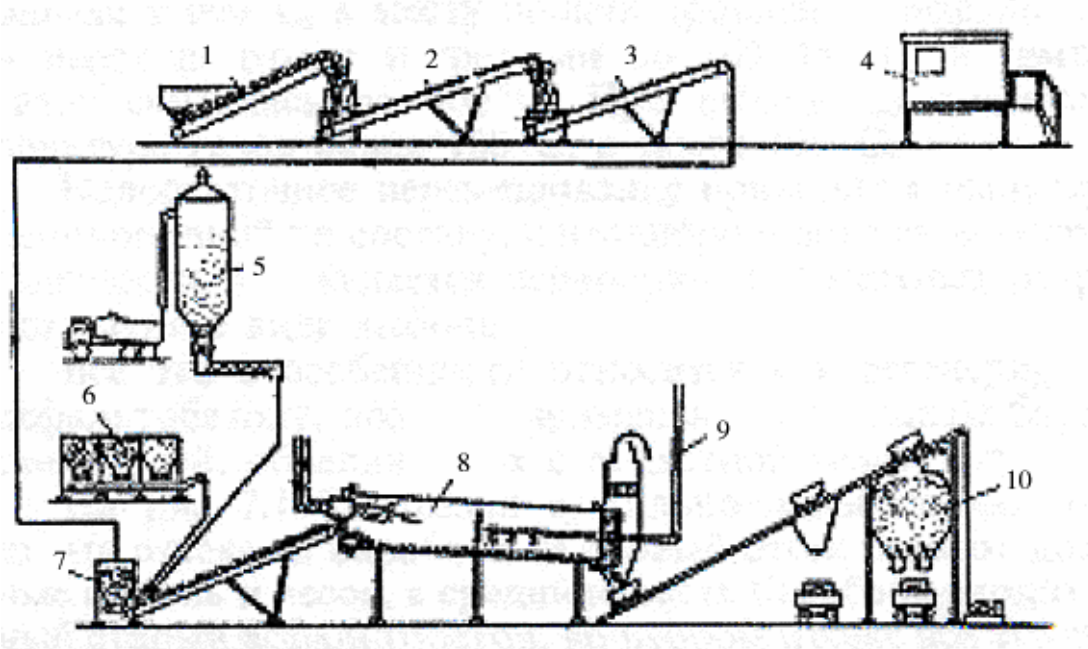
Nung sấy bê tông asphalt cũ, sử dụng làm phụ gia cho bê tông asphalt mới rồi rải và đầm chặt.

Nung sấy bê tông asphalt cũ, làm to, rải lớp bê tông asphalt mới và đầm chặt.

Thông thường lớp mặt đường bê tông asphalt có tuổi thọ từ 15 – 20 năm. Tuy nhiên, do nhiều tác động như ánh sáng mặt trời, ô xy hoá, tải trọng giao thông v.v. làm giảm khả năng chịu lực, phá hoại lớp phủ. Trong quá trình sử dụng thông thường lượng bitum chiếm khoảng 5 – 8% bị già đi và vì vậy cần tách lượng bitum ra khỏi hỗn hợp để gia công lại hoặc gia công ngay trong hỗn hợp cũ. Có thể sử dụng các phụ gia, hoặc cho thêm lượng bitum mới.

Tái chế bê tông asphalt trong nhà máy có thể theo công nghệ trên máy DC154 như được mô tả ở hình 9.7.

Khi bắt đầu gia công, nhiệt độ trong lò gần đến 600⁰C, nhiệt độ cuối của lò khoảng 160 – 180⁰C, trong công nghệ này cần phải đưa vào các chất phụ gia với hàm lượng hợp lý. Sơ đồ của lò gia công xem ở hình 9.8.

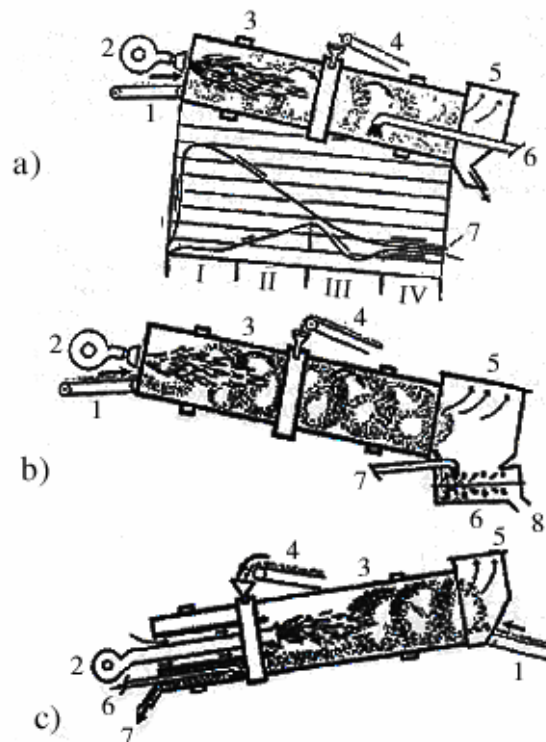


Hình 9.7. Sơ đồ công nghệ trạm trộn DC154 tái chế bê tông asphalt cũ

- | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|------------------|
| 1. Nạp liệu; | 2. Máy nghiền; | 3. Thiết bị rửa; |
| 4. Cabin điều khiển; | 5. Silô chứa bột khoáng; | 6. Đá dăm, cát; |
| 7. Thùng chứa bê tông asphalt cũ; | 8. Lò nung; | |

9.
bitum;
tông asphalt mới.

Đường cấp
Thùng chứa bê



Hình 9.8. Lò nung hỗn hợp bê tông asphalt sử dụng phụ gia là bê tông asphalt cũ

- a. Sơ đồ gia công hỗn hợp với phụ gia là 30 – 50% bê tông asphalt cũ;
- b. Sơ đồ gia nhiệt cho hỗn hợp bê tông cũ với hỗn hợp bê tông mới;
- c. Sơ đồ gia nhiệt trong công nghệ thùng quay.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày khái quát về công nghệ chế tạo bê tông asphalt.
2. Các loại trạm trộn và công nghệ trộn hỗn hợp bê tông asphalt.
3. Tái chế mặt đường bê tông asphalt cũ và các công nghệ tái chế.

Chương 10

VẬN CHUYỂN, RẢI VÀ ĐÀM HỖN HỢP BÊ TÔNG ASPHALT

10.1. VẬN CHUYỂN

Bê tông asphalt được vận chuyển đến công trường trong điều kiện được che chắn tốt, các xe tải có bạt che để phòng sự giảm nhiệt độ quá mức hoặc sự tạo lớp vỏ cứng trên mặt trong thời gian trộn, xả vào phễu của máy rải. Các xe thường được phủ bạt hai lớp trong thời tiết lạnh.

Để đỡ vật liệu nóng được dễ dàng người ta rải một ít cát hoặc bụi ở đáy thùng xe trước khi chất tải. Tuyệt đối không được dùng dầu diesel cho mục đích này vì dầu có xu hướng đọng lại ở mặt sàn xe và bị hỗn hợp nóng hấp thụ. Dầu này sẽ làm mềm bitum và nó không được phân tán đều khi rải do vậy làm cho vật liệu rải bị những chỗ mềm cục bộ. Điều đó đặc biệt có hại nếu vật liệu được dùng làm lớp mặt.

10.2. RẢI HỖN HỢP BÊ TÔNG ASPHALT

Hình 10.1 cho thấy sơ đồ cấu tạo của một máy rải kiểu bàn gạt nổi. Máy rải bao gồm hai bộ phận: đầu kéo và bộ san gạt.

Đầu kéo có 3 chức năng:

Cung cấp năng lượng cơ học, điện và thủy lực;

Tiếp nhận vật liệu từ xe tải, chuyển và phân phối vật liệu tới mặt bàn san;

Kéo bộ phận san gạt.

Bộ san gạt cũng có 3 chức năng:

Rải lớp vật liệu một cách chính xác theo hình dạng và cao độ quy định;

Đảm bảo bộ lớp rải;

Tạo lớp thảm bê tông asphalt có bề mặt mịn phẳng.

Vật liệu từ xe tải được cho vào phễu của bộ phận kéo. Hai hệ thống cấp liệu độc lập chuyển vật liệu qua cơ cấu băng chuyền xích. Dòng vật liệu từ phễu được khống chế bởi tốc độ của băng tải hoặc điều chỉnh bởi cửa ra vật liệu ở phía sau phễu. Khi vật liệu được tháo ra từ phía sau của bộ phận kéo, nó được phân phối theo phương ngang với tốc độ của băng tải trái và phải.

Có một số bộ san gạt khác nhau, để tạo khả năng có thể san rải cho các đường có bề rộng khác nhau, các bàn san cũng được nói rộng. Điều này có thể đạt được bằng trục bulông liên kết thanh tăng cường với bàn gạt cứng hoặc cơ cấu thủy lực. Bàn gạt cứng có thể được chế tạo với bề rộng đến 12,5m. Tuy nhiên các bàn gạt thủy lực có ưu điểm là chúng cho phép thay đổi bề rộng vệt rải bằng công tắc điều khiển ngay trong lúc máy rải đang di chuyển. Chiều rộng vệt rải các máy kiểu Anh thường thay đổi từ 2,5m đến 4,75m và bộ phận nói rộng bằng trục bulông có thể cho phép rải với bề rộng lên tới 6,5m. Các máy rải kiểu Nga có chiều rộng vệt rải 3 – 3.5m, với các máy rải liên hợp có thể rải một vệt tới 7.5m (DC110). Hiện nay ở Anh và Nga thường sử dụng các máy rải và san tự động có thể khống chế chính xác chiều dày của lớp bê tông asphalt (hình 10.1). Công suất của máy rải có thể từ 25 – 35T/giờ. Chiều dài của vệt rải phụ thuộc vào nhiệt độ không khí. Nhiệt độ không khí từ 10 – 15⁰C thì chiều dài vệt rải từ 60 – 100m, nhiệt độ không khí từ 15 – 25⁰C thì chiều dài vệt rải từ 100 – 150m. Nhiệt độ của hỗn hợp khi rải phụ thuộc vào dạng hỗn hợp và mức của bitum, với bê tông nóng nhiệt độ rải tối thiểu là 120⁰C, đối với bê tông ấm là 70⁰C, đối với bê tông nguội không nhỏ hơn 50⁰C. Chiều dày lớp rải lớn hơn chiều dày thiết kế từ 20 – 30%.



Hình 10.1. Máy rải bê tông asphalt

10.3. ĐÀM NÉN HỖN HỢP BÊ TÔNG ASPHALT

10.3.1. Tổng quát

Đầm chặt là quá trình nén hỗn hợp bê tông asphalt đến thể tích nhỏ nhất có thể, điều chỉnh phối hợp của các hạt để làm giảm độ rỗng khối.

Đầm nén là giai đoạn quyết định nhất trong việc thi công bất kỳ lớp vật liệu nào của kết cấu mặt đường. Sự đầm nén làm cho các hạt cấu trúc của vật liệu tiếp xúc chặt chẽ với nhau và giảm thiểu lỗ rỗng dư. Sự đầm nén có ảnh hưởng quyết định đến chất lượng lớp phủ mặt đường và tuổi thọ của nó. Những lớp phủ có độ đầm nén kém thường giảm khả năng ổn định nước và giảm thời gian khai thác đến 2 lần. Khi tăng các lực đầm nén cấu trúc của bê tông asphalt được thay đổi, các tính chất vật lý và cơ học cũng thay đổi (xem bảng 10.1).

Bảng 10.1. Quan hệ giữa các tính chất vật lý và cơ học của bê tông asphalt với tải trọng đầm nén

Tính chất vật lý và cơ học	Tải trọng đầm chắc		
	10MPa	30MPa	50MPa

Khối lượng riêng, g/cm ³	2.31	2.36	2.39
Độ rỗng của vật liệu khoáng, %	17.4	15.4	14.5
Độ rỗng dư, %	6.4	4.2	2.9
Độ hút nước theo thể tích, %	5	3.24	2.27
Thể tích không khí, %	0.91	0.26	0.21
Cường độ chịu nén, MPa ở 20 ⁰ C	4.67	6.04	7.3
Hệ số bão hoà nước,	0.92	0.98	0.98

Việc đầm sơ bộ vật liệu rải được thực hiện bằng thiết bị đầm, thiết bị chấn động hoặc cả hai. Thiết bị đầm được nối với cơ cấu truyền động thủy lực liên kết với trục lệch tâm trên khung của bàn san. Khung đầm được gắn chặt với trục truyền. Những trục lệch tâm này chuyển đổi chuyển động quay của trục truyền thành chuyển động thẳng đứng khung đầm để đầm sơ bộ vật liệu. Một bàn rung cũng liên kết với bộ phận truyền động thủy lực đặt trên khung bàn san. Tuy nhiên bàn rung trục lệch tâm được thay bằng một giá trong gắn lệch tâm vào trục truyền do vậy khi trục truyền quay thì bàn san rung động. Bàn san chấn động làm cho vật liệu được rải rất nhanh, trong khi tấm đầm tạo nên một bề mặt tốt hơn và nói chung hiệu quả đầm sơ bộ cao hơn, nhưng việc đầm lên sơ bộ cũng làm cho tốc độ rải chậm. Việc kết hợp bàn đầm và rung khi san rải nói chung cho khả năng đầm nén tốt hơn nhưng làm chậm tốc độ rải.

Việc đầm nén bê tông asphalt được xác định bởi các yếu tố sau:

Chiều dày lớp rải;

Nhiệt độ tối thiểu của vật liệu ra khỏi thùng trộn;

Nhiệt độ lu lên tối thiểu;

Loại lu và trọng lượng lu.

Việc lu lên bắt đầu tiến hành càng nhanh càng tốt (ngay sau khi rải) mà không làm vật liệu bị dòn đẩy nhiều quá (vật liệu càng nóng thì càng mềm) và tiếp tục cho đến lúc không còn vết dưới sự di chuyển của bánh lu. Mục đích đầm nén là đạt được cao độ yêu cầu và các chỉ tiêu kỹ thuật mặt đường theo quy định. Tốc độ chuyển động của các máy lu nhẹ không vượt quá 0.5km/giờ, còn các máy lu nặng không vượt quá 1.5 – 2.5km/giờ.

Sự lựa chọn công suất đầm nén thích hợp có thể kéo dài tuổi thọ mặt đường tới 30%. Các thí nghiệm về nhiệt độ lu, số lần lu cho các loại cốt liệu khác nhau cũng thu được kết quả tương tự. Sự tăng độ cứng động học cũng làm giảm ứng suất kéo phát sinh do tải trọng ở đáy lớp móng đường, kết quả là làm tăng đáng kể khả năng chịu mỏi của vật liệu. Sự biến dạng của các lớp bê tông asphalt trong kết cấu mặt đường góp phần đáng kể khả năng chịu mỏi của vật liệu. Sự biến dạng của các lớp bê tông asphalt trong kết cấu mặt đường góp phần đáng kể vào sự biến dạng chung (của kết cấu nền – mặt đường) đo được trên mặt đường (dưới tải trọng xe chạy). Để xác định khả năng chống biến dạng của lớp móng đá bitum, TRRL đã tiến hành các thí nghiệm mô phỏng vết bánh xe trên vật liệu ở nhiệt độ ở 30oC với lớp xe được đặt tải 20kN, cho thấy biến

dạng đo được sau 1000 chu kỳ tải trọng đã giảm đi nhanh chóng nhờ cải thiện công tác đầm nén, giảm 3% độ rỗng trong cốt liệu khoáng và kết quả là giảm biến dạng tới 50%.

Cải thiện chất lượng đầm nén làm cải thiện đáng kể khả năng phân bố tải trọng, khả năng chống lại nội biến dạng của bê tông asphalt và rõ ràng làm tăng tuổi thọ của mặt đường.

10.3.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐÀM NÉN

Công tác đầm nén có thể được cải thiện bằng cách:

Tăng chiều dày lớp rải;

Tăng công đầm nén.

10.3.2.1. Tăng chiều dày lớp vật liệu

Lớp vật liệu dày hơn sẽ giữ nhiệt lâu hơn và do vậy cho phép tăng thời gian đầm nén có hiệu quả sau khi rải. Thời gian nguội dần của lớp bê tông asphalt từ khi bắt đầu rải đến nhiệt độ cuối cùng (có thể đầm nén hiệu quả) là một hàm số của chiều dày lớp:

$$t = k \cdot d \quad (10.1)$$

trong đó: t – thời gian nguội dần của hỗn hợp từ thời điểm bắt đầu rải đến kết thúc lu;

d – chiều dày lớp rải;

k – là một hằng số, có độ lớn tùy thuộc vào điều kiện môi trường, nhiệt độ lúc bắt đầu rải và khi kết thúc lu lèn.

Như vậy khi tăng chiều dày lớp rải lên 25% có thể kéo dài thời gian nguội (thời gian đầm) 50%. Bảng 10.2. cho thấy ý nghĩa tương đối của chiều dày lớp rải với một số yếu tố không chế được và không không chế được. Trong các yếu tố đã nêu thì tốc độ gió ảnh hưởng lớn hơn biên độ nhiệt không khí nhưng hiệu ứng của cả 2 yếu tố khách quan này nhỏ hơn các yếu tố không chế được là chiều dày lớp rải và nhiệt độ hỗn hợp lúc bắt đầu rải.

Bảng 10.2. Quan hệ giữa các yếu tố khác nhau và thời gian đầm nén

Các yếu tố	Khoảng biến thiên	Sự thay đổi thời gian đầm nén, (%)
Tốc độ gió	0 đến 20km/h	– 26
Nhiệt độ không khí	0 đến 20°C	+19
Bức xạ nhiệt độ của mặt trời	+ 10°C	+15
Chiều dày lớp rải	35mm đến 45mm	+57
Nhiệt độ vật liệu khi bắt đầu rải	140°C đến 160°C	+40
Nhiệt độ tối thiểu cho phép đầm nén được	100° đến 90°C	+30

Lưu ý:

Giá trị +10°C do bức xạ nhiệt của mặt trời là giá trị chênh lệch nhiệt độ giữa bề mặt đường với nhiệt độ không khí;

Sự thay đổi thời gian đầm nén bởi sự tăng nhiệt độ khi bắt đầu lu lên được tính toán trên cơ sở nhiệt độ kết thúc đầm nén là 100°C ;

Sự thay đổi thời gian đầm nén bởi sự giảm nhiệt độ đầm tối thiểu cho phép tính toán trên cơ sở lấy nhiệt độ bắt đầu đầm nén là 150°C .

Tuy vậy tăng chiều dày lớp rải không phải là giải pháp vạn năng cho công việc đầm nén. Với lớp vật liệu dày rải nóng do tác dụng của thời tiết, một lớp vỏ bề mặt tương đối lạnh tạo nên lớp vật liệu cứng trên mặt khối vật liệu mềm có thể tạo nên sự rạn nứt lớp vỏ cứng bề mặt dày lớp vật liệu được rải, người ta thấy rằng khi lớp rải có chiều dày quá 200 mm thì các chỉ tiêu chất lượng bề mặt không còn đạt yêu cầu qui định.

10.3.2.2. Công tác đầm nén

Yêu cầu chính của một máy lu là bảo đảm đầm lớp vật liệu rải một cách có hiệu quả và đảm bảo một bề mặt bằng phẳng đồng đều. Trước đây yêu cầu này vẫn được đáp ứng bằng lu bánh cứng 3 bánh trọng lượng tĩnh 8 – 10 tấn. Tuy nhiên, từ cuối những năm 70 việc sử dụng lu chân động đã trở nên phổ biến.

Các lu tĩnh như loại 2 bánh, 3 bánh (Hình 10.2) có trọng lượng từ 5 – 12 tấn. Ngoài khối lượng cố định của lu, trọng lượng tĩnh của lu được điều chỉnh bằng cách thêm vào hoặc bớt đi các khối gia trọng trên lu. Lực đầm nén được đánh giá qua đại lượng “áp suất tĩnh”, tức là trị số của tải trọng tĩnh chia cho diện tích tiếp xúc của bánh lu với bề mặt vật liệu. Với các máy lu có trọng lượng tĩnh cho trước, chúng cần có diện tích vệt tiếp xúc nhỏ nhất và vật liệu sẽ được tiếp xúc với áp suất lớn nhất, do vậy sẽ cho hiệu quả đầm nén cao. Đối với hỗn hợp hạt nhỏ thì bắt đầu sử dụng lu nhẹ lu 5 – 6 lần sau đó lu từ 6 – 8 lần bằng các lu bánh hơi, cuối cùng lu từ 6 – 8 lần bằng các lu nặng. Đối với lu đầu tiên sẽ giảm chiều dày là Z1, lần thứ hai giảm Z2, còn lần thứ ba thì giảm đi Z3.



Hình 10.2. Lu bánh thép tĩnh

Như vậy chiều dày mặt đường sau lu $h = H - Z1 - Z2 - Z3$. Nếu đường kính của bánh lu là 104cm thì áp lực bằng 1.2 áp lực bánh lu có đường kính 175cm. Các máy lu bánh lốp của Nga có ký hiệu DI55 nặng 20T, lu rung có ký hiệu DI47B. Các máy lu liên hợp có ký hiệu DI55 có khối lượng từ 9 – 12T. Các loại lu có thể xem các Hình từ 10.2 đến 10.4.



Hình 10.3. Lu chân động DV 90 TV trọng lượng 8885 kg



Hình 10.4. Lu bánh lốp GRW18 (14680kg)

Các lu 2 bánh và 3 bánh được coi là tương đương nhau về hiệu quả lu lên mặc dù lu 2 bánh có chiều rộng bánh san, đường kính bánh san nhỏ hơn với lu 3 bánh nhưng áp lực trên một đơn vị bề rộng vệt lu của 2 loại là như nhau. Lu 3 bánh được ưu chuộng hơn do cấu tạo 3 bánh nên có độ ổn định hơn, đặc biệt khi lu các vệt sát mép nền đường hoặc ở đỉnh mũi luyến nơi mà lu 2 bánh thường bị đung đưa và làm cho bề mặt kém đều đặn. Lu 3 bánh cũng được coi là hiệu quả hơn cho những lần lu cuối cùng để hoàn thiện mặt đường.

Nhiều thử nghiệm đánh giá hiệu quả của lu chân động (lu rung) đã được tiến hành trên thế giới trong vòng 17 năm gần đây. Kết luận chính từ những thử nghiệm này là với các đặc trưng chân động và trọng lượng tĩnh thích hợp lu rung có thể:

Đạt được hiệu quả đầm nén như lu tĩnh với số lần lu ít hơn;

Đạt được độ chặt chẽ lớn hơn lu tĩnh;

Đạt được biến dạng bề mặt như lu tĩnh;

Các lu chân động hầu hết là loại 2 bánh (Hình 10.3.)

Thêm vào hiệu quả đầm nén do trọng lượng tĩnh của máy lu, có một gia lực được sản sinh do cơ cấu rung động, với biên độ và tần số rung động có thể được điều chỉnh cho phù hợp với yêu cầu đầm nén các vật liệu khác nhau. Bộ gây chấn động thường được định vị trong tang lu, lộ ra khỏi khung chính của bộ phận treo mềm để giảm thiểu các chấn động truyền đến thân máy, mà chỉ để truyền tới bánh lu. Thông thường bộ phận gây rung là một khối quay lệch tâm, nó xác định tần số rung động. Biên độ rung động được khống chế bởi trọng lượng của khối lệch tâm và khoảng cách từ nó tới tâm quay.

Hiệu quả của các máy đầm rung dùng lực đầm nén động học tùy thuộc vào mối quan hệ tương hỗ phức tạp của máy và vật liệu được rung động. Yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng tới sự làm việc của máy là khối lượng của bộ phận chấn động, tần số, biên độ rung và tốc độ lu.

Bảng 10.3 so sánh kết quả các thử nghiệm đầm nén của 8 loại đầm rung khi sử dụng các biên độ, tần số khác nhau với độ chặt đạt được khi dùng lu tĩnh 8 tấn cho cùng một loại vật liệu. Kết quả thử nghiệm cho thấy độ chặt đạt được bằng lu rung cao hơn tới 4% so với dùng lu tĩnh. Công trình này đã được khẳng định tiềm năng của các lu chấn động nhưng các kết quả không cho thấy bất kỳ mối quan hệ tương hợp nào giữa các đặc trưng chấn động, tải trọng tĩnh và kích thước đầm với độ chặt đạt được ở vật liệu đá nhựa đã đầm lên xong. Do vậy để đảm bảo rằng riêng lu chấn động có khả năng đạt được hiệu quả đầm nén yêu cầu cần phải tiến hành các thử nghiệm thích ứng.

Bảng 10.3. Mối quan hệ giữa độ đầm nén đạt được với các lu rung khác nhau

Đầm chấn động	Khối lượng (tấn)	Khối lượng trung bình trên 1 đơn vị chiều rộng (tấn/m)	Độ chặt đạt được bằng lu rung	
			Độ chặt đạt được bằng lu tĩnh 8 tấn	
			Biên độ cao, tần số thấp	Biên độ thấp, tần số cao.
A	8.9	3.23	1.03	1.02

B	9.5	2.81	1.01	1.02
C	8.9	2.71	1.01	1.01
D	7.0	2.52	1.04	1.02
E	6.8	2.45	1.00	1.01
F	6.8	2.44	1.00	1.03
G	6.6	2.37	1.03	1.03
H	7.0	2.33	1.01	1.00
Lu tnh	8.0	3.35	1.00	1.00

10.3.3. PHƯƠNG HƯỚNG CẢI TIẾN KỸ THUẬT ĐÀM NÉN

Nhiệt độ của vật liệu bitum và số lần lu lèn là các tham số quan trọng ảnh hưởng đến độ chặt đầm nén. Gần cạnh vệt bánh xe độ rỗng có thể cao hơn 5% so với vật liệu ở trung tâm vệt rải. TRRL đã xem xét các yếu tố ảnh hưởng đến mức độ đầm nén đạt được và đã đề xuất một quy trình công nghệ mới được thiết kế để tăng số lần đầm nén ở vệt bánh xe, Phương pháp này cho phép tăng độ chặt thực tế ở vị trí giới hạn này lên 1 – 2%

10.4. CÁC CHỈ TIÊU KỸ THUẬT KIỂM TRA ĐÀM NÉN BÊ TÔNG ASPHALT

Có hai vấn đề đối với chỉ tiêu đầm nén:

Cách thức đầm nén (quy trình công nghệ đầm nén);

Hệ số đầm chặt.

Quan điểm chung trong lĩnh vực công nghiệp chế tạo vật liệu có sử dụng bitum và xem xét các khía cạnh khác nhau để xác định các chỉ tiêu yêu cầu đánh giá kết quả đầm nén đạt được hiệu quả lu lèn cao. Hiện thời còn tồn tại 3 chỉ tiêu đánh giá kết quả đầm chặt khác nhau:

Tỷ lệ Marshall: so sánh độ chặt đạt được ở hiện trường với kết quả đầm chặt tiêu chuẩn trong phòng thí nghiệm, phương pháp này được áp dụng rộng rãi ở Mỹ và rất nhiều nước Châu Âu và trong công nghệ thi công sân bay ở Vương quốc Anh;

Độ rỗng: so sánh cùng dung trọng vật liệu sau đầm chặt tại hiện trường với dung trọng vật liệu theo lý thuyết;

Hệ số đầm chặt (PRD): so sánh độ chặt vật liệu sau đầm chặt tại hiện trường với độ chặt của vật liệu đầm chặt trong phòng thí nghiệm.

10.4.1. CHỈ TIÊU ĐỘ RỖNG

Trong nhiều năm nay các nhà quản lý đường đã đưa ra chỉ tiêu độ rỗng tối thiểu với tối đa vào các quy trình của họ như một phương thức quản lý chất lượng lu lèn, đặc biệt đối với lớp mặt đường bằng asphalt rải nóng. Tuy nhiên cũng nên thừa nhận rằng việc sử dụng độ rỗng như một đại lượng đo độ chặt có một số hạn chế:

Việc tính toán độ rỗng đòi hỏi phải xác định chính xác cả về thành phần của các mẫu và khối lượng riêng tất cả các thành phần của hỗn hợp. Khối lượng riêng của cốt liệu thường rất sai khác so với khối lượng riêng của cốt liệu có kích cỡ tiêu chuẩn, do

vậy cần xác định riêng rẽ cho các loại kích cỡ hạt cốt liệu khác nhau, vì thế đòi hỏi chi phí và công sức cho công tác làm thí nghiệm cao;

Các cốt liệu có đặc tính dễ hấp thụ do đó cho kết quả thí nghiệm dễ bị sai lệch;

Hình dạng hạt cốt liệu, các đặc trưng cấu trúc và hấp thụ làm ảnh hưởng tới độ rỗng. Vì thế, với một mẫu kích cỡ cốt liệu nhất định độ rỗng sẽ rất khác với độ rỗng của cốt liệu được dùng và chỉ tiêu độ rỗng được quy định ít được lưu ý tới.

10.4.2. HỆ SỐ ĐÀM CHẶT

Xu hướng được chấp nhận là thiết lập mối quan hệ giữa độ chặt đạt được ở hiện trường với kết quả đầm nén tối đa đạt được bằng thí nghiệm độ chặt trong phòng thí nghiệm.

Thử nghiệm xác định tỷ lệ độ chặt/độ chặt (PRD) được thực hiện trên các mẫu thử lấy từ lớp vật liệu mặt đường đã đầm nén xong. Độ chặt ban đầu (độ chặt thực tế) được thể hiện như một tỷ lệ phần trăm so với độ chặt đo được sau khi đầm nén mẫu tới độ chối (trong phòng thí nghiệm). Để chính xác cho công việc thí nghiệm mẫu được khoan trực tiếp từ mặt đường. Bằng thí nghiệm người ta thấy rằng độ chối đạt được thấp hơn 1.5 – 3% so với độ chối đạt được khi thử nghiệm với cùng loại vật liệu đó trên mẫu vật liệu đã lu lèn xong. Điều đó chứng tỏ sự sắp xếp các thành phần cốt liệu khi đầm nén hiện trường không giống như khi đầm vật liệu rời trong phòng thí nghiệm.

Hạn chế chính của thí nghiệm PRD là mất nhiều thời gian. Để hoàn thành một thí nghiệm PRD đầy đủ phải mất 3 – 4 ngày công thí nghiệm trong phòng thí nghiệm hay 7 giờ cho 6 mẫu thử. Như vậy, không đáp ứng kịp thời cho thử nghiệm kiểm tra vật liệu tại hiện trường (dẫn tới nguy cơ vật liệu thi công kém phẩm chất mà không kịp thời phát hiện được để khắc phục). Tuy nhiên khi dùng kết nối với thiết bị đo độ chặt bằng phóng xạ hạt nhân thì thử nghiệm PRD tiêu tốn thời gian ít hơn so với việc áp dụng đầy đủ các quy phạm để xác định nhanh độ rỗng.

Sau một thí nghiệm toàn diện về PRD, DTP đã ấn hành tiêu chuẩn ngành về thi công đường (lần thứ 6). Các thử nghiệm chính xác cho thấy độ lệch tiêu chuẩn của các cặp mẫu đơn vật liệu đá bitum làm móng đường là 1,5%. Để đạt được độ đầm nén đồng đều với 95% PRD thì PRD thực tế tối thiểu phải đạt được 93%.

Theo tiêu chuẩn Việt Nam và tiêu chuẩn Nga, độ đầm chặt được xác định theo công thức sau:

$$K_t = \frac{\rho_{BC}}{\rho_{KT}}$$

trong đó: ρ_{BC} – độ chặt (khối lượng riêng) của bê tông asphalt lấy từ lớp phủ của mặt đường;

ρ_{BT} – độ chặt của mẫu thử thí nghiệm.

Yêu cầu đối với bê tông nóng asphalt và ẩm loại A và B thì K_t lớn hơn 0.99;

Đối với hỗn hợp bê tông asphalt loại C, D, E thì K_t lớn hơn 0.98;

Đối với hỗn hợp bê tông asphalt nguội thì K_t lớn hơn 0.96.

Khi thi công không đạt độ chặt thì thời hạn phục vụ của lớp phủ sẽ bị giảm.

10.5. TÍNH CÔNG TÁC CỦA BÊ TÔNG ASPHALT

Thuật ngữ “tính công tác” được dùng để mô tả sự dễ dàng trong các quá trình trộn, rải, đầm nén bê tông asphalt. Các hỗn hợp có tính công tác thấp thường khó rải và đầm nén. Điều này có thể ảnh hưởng tới chiều cao của bản san, chiều cao này bị giới hạn đặc biệt khi cải tạo các lớp áo đường cũ. Các vết rạch hoặc kéo trên bề mặt của thảm vật liệu cũng chính là biểu hiện đặc trưng của các hỗn hợp vật liệu khó thi công.

Trong quá trình đầm nén, các hỗn hợp vật liệu khó thi công dịch chuyển ít dưới bánh lu. Sức kháng nội chuyển dịch này là đáng lưu ý nhất, đặc biệt khi đầm lớp mặt asphalt rải nóng có lớp đá găm, khi đó phải đồng thời lu để găm chặt lớp đá vào mặt đường. Với hỗn hợp asphalt rải nóng không dễ thi công thì khả năng găm chặt lớp đá cây vào bề mặt lớp vật liệu là khá khó khăn do không đủ khả năng đầm nén. Như vậy, lớp vật liệu được lu lên kém này sẽ bị găm mòn loang lổ và cuối cùng hỏng mất lớp đá găm. Do yêu cầu tăng độ nhám vĩ mô dẫn đến tăng tỉ lệ đá dăm (ở nhiệt độ môi trường) trong khi đó lượng vữa bao quanh hạt đá găm không đủ, điều này sẽ dẫn đến kết quả bong mất lớp đá dăm.



Hình 10.5. Toàn cảnh rải và đầm nén lớp mặt bằng asphalt rải nóng

Đối với bê tông asphalt rải nóng, hình dạng và độ ráp của cát rất có ý nghĩa làm cho hỗn hợp có độ dễ thi công khác nhau. Dùng nhiều cát xây thì có khả năng chống biến dạng của hỗn hợp tốt hơn nhưng điều này sẽ kéo theo giảm độ dễ thi công khi đầm nén và làm tăng khả năng bong bật nhanh chóng lớp đá găm bề mặt.

Sức kháng nội chuyển dịch của hỗn hợp bitum, yếu tố xác định độ dễ thi công của nó lại chịu ảnh hưởng bởi các thuộc tính vật lý của cốt liệu như hình dạng, tỷ lệ bề mặt,

độ nhám bề mặt, tỷ lệ cốt liệu lớn trong hỗn hợp, thành phần cấp phối hạt và các thuộc tính lưu biến của bitum.

Ba yếu tố tạo nên sức kháng nội dịch chuyển là:

Sự dính bám cốt liệu của bitum, yếu tố này chịu ảnh hưởng bởi khối lượng và loại bột khoáng thêm vào hỗn hợp;

Nội ma sát trong cốt liệu khoáng, yếu tố này chịu ảnh hưởng bởi cấp phối hạt, hình dạng cốt liệu, tỉ diện và độ nhám bề mặt cốt liệu;

Độ nhót của hỗn hợp, yếu tố này chịu ảnh hưởng bởi độ nhót của bitum và nội ma sát do bột khoáng và cốt liệu gây ra.

Sự dính bám và nội ma sát tạo nên sức kháng chuyển định ban đầu của hỗn hợp và do đó nó quan hệ với sự ngừng đầm nén. Độ nhót của hỗn hợp cũng liên quan tới sự dịch chuyển ban đầu của hỗn hợp.

10.6. ĐỘ NHÁM BỀ MẶT

Với vật liệu lớp phủ bề mặt, độ nhám bề mặt rất quan trọng để đảm bảo sự kháng trượt khi xe chạy tốc độ cao trong điều kiện ẩm ướt. Độ nhám bề mặt của đường gồm 2 phần, chúng góp phần vào khả năng kháng trượt của mặt đường.

Thành phần thứ nhất là độ nhám vi mô, đó là độ ráp của phần mặt hạt cốt liệu nhô ra trên mặt đường. Khả năng duy trì độ nhám vi mô của cốt liệu dưới tác dụng của xe cộ tùy thuộc chủ yếu vào thuộc tính chịu mài mòn của cốt liệu. Thuộc tính này có thể định lượng bằng thí nghiệm mài mòn của đá tương ứng (PSV). Độ nhám vi mô là yếu tố ưu thế trong việc cung cấp khả năng kháng trượt khi xe chạy với tốc độ thấp, tới 50km/h trên mặt đường ẩm ướt vì nó làm cho lớp xe ấn sâu vào màng nước trên bề mặt ráp của cốt liệu. Điều cốt lõi là lực căng bề mặt của nước bị triệt giảm, màng nước bị phân tán và lớp xe duy trì được độ dính bám với mặt đường.

Thành phần thứ 2 của độ nhám bề mặt là độ nhám vĩ mô. Độ nhám này được tạo nên bởi thể nằm, kích cỡ và hình dạng của các hạt cốt liệu ở bề mặt đường. Bảng 10.4 giới thiệu các trị số độ nhám vĩ mô (xác định bằng chiều sâu rắc cát) của bề mặt vật liệu bitum khác nhau. Chức năng của độ nhám vĩ mô là tạo các khe thoát nước, nó cho phép phân tán mặt nước ở phía trước và xung quanh lốp xe lăn. Công dụng của độ nhám vĩ mô cao là đảm bảo cho sức kháng trượt được duy trì kể cả khi xe chạy với tốc độ cao. Trước đây, độ nhám vĩ mô được xác định bằng phương pháp rắc cát. Mặc dù thí nghiệm rắc cát được thực hiện khá đơn giản nhưng rõ ràng là độ tin cậy phụ thuộc rất nhiều vào người thực hiện thí nghiệm.

Một phương pháp mới được TRRL nêu ra dựa trên công nghệ laze. Một xung động cực nhanh của laze bán dẫn phóng tia sáng đỏ lên bề mặt đường, tia sáng phản xạ từ mặt đường được hội tụ bởi một thấu kính đi tới một mạng angten gồm 256 mắt cảm quang. Vị trí tiếp nhận ánh sáng thứ nhất cho biết ngay trị số khoảng cách tới mặt đường. Chiều sâu cấu trúc (độ nhám vĩ mô) được tính toán từ một loạt giá trị đo như vậy. Thiết bị laze được lắp trên một xe thí nghiệm hay còn gọi là đo độ nhám tốc độ nhanh (HSTM) dùng để tác nghiệp trên các đường công cộng tốc độ giao thông bình thường. Ngoài ra còn có máy đo độ nhám dạng mini (MTM) là một thiết bị có hai bánh

xe đặt song song được điều khiển bằng tay. Dùng các thiết bị này có thể nhận được các kết quả đo độ nhám nhanh và đáng tin cậy hơn phương pháp thông thường (rắc cát).

Bảng 10.4. Độ nhám vĩ mô (độ sâu rắc cát) của bề mặt bê tông asphalt mới thi công

Vật liệu lớp mặt	Độ nhám vĩ mô (bằng phương pháp rắc cát), mm
Bê tông asphalt	0.4 – 0.6
Đá – nhựa chặt	0.6 – 1.2
Asphalt rải nóng (ít đá dăm)	0.5 – 1.2
Asphalt rải nóng (nhiều đá dăm)	1.2 – 2.5
Đá – nhựa thấm nước	1.5 – 3.5
Lớp láng mặt	2.0 – 3.5

Ghi chú: Với đá nhựa chặt độ nhám vĩ mô phụ thuộc kích cỡ hạt tiêu chuẩn và cấp phối cốt liệu;

Với asphalt rải nóng độ nhám vĩ mô phụ thuộc vào cỡ hạt tiêu chuẩn, lượng đá dăm và mức độ gắn bám của đá dăm.

TRRL cũng đã xác lập mối quan hệ giữa độ nhám theo phương pháp rắc cát và theo HSTM, MTM như sau:

Độ nhám đo theo HSTM = $0.12 + 0.59id$

Độ nhám đo theo MTM = $0.41 + 0.41id$, trong đó d là chiều sâu rắc cát.

Mối quan hệ trên chỉ được áp dụng cho asphalt rải nóng và chiều sâu rắc cát nằm trong giới hạn từ 1.0 – 2.0mm. Khi áp dụng quan hệ trên cần có sự hiệu chỉnh hợp lý vì chiều sâu vệt cát là số đo độ nhám trên một diện tích thử nghiệm còn số đo bằng laze áp dụng trên một đường thử nghiệm. Thêm nữa một câu hỏi đặt ra là chiều sâu vệt cát hoặc kỹ thuật laze có đo được khả năng thoát nước bề mặt của đường hay không? Vì không có công nghệ nào đo được hết các khe thoát nước chằng chịt trên mặt đường.

Chiều sâu rắc cát tối thiểu 1.5mm tương đương với chiều sâu cấu trúc (độ nhám) 1.03mm đo bằng MTM. Các quy cách đo theo từng phương pháp được nêu chi tiết trong tiêu chuẩn kỹ thuật cho công trình đường.

Từ năm 1978, các hợp đồng xây dựng lớp mặt đường bằng asphalt rải nóng trên đường có tốc độ xe chạy cao đều yêu cầu một độ nhám tối thiểu 1.5mm đo bằng phương pháp rắc cát. Để đạt được điều đó người ta rải lớp đá găm với liều lượng lớn hơn và dùng asphalt có độ cứng tương đối để ngăn không cho đá dăm cắm quá sâu vào trong bề mặt vật liệu nhựa.

Có một số lượng đáng kể các yếu tố ảnh hưởng đến mức độ bám chặt của lớp đá găm, gồm:

- Liều lượng đá găm được rải;
- Độ cứng của hỗn hợp asphalt;
- Điều kiện thời tiết khi thi công;
- Nhiệt độ lu lèn;

Kích cỡ lu và công nghệ đầm nén.

Rõ ràng có một quan hệ qua lại được thiết lập giữa các yêu cầu, gồm:

Đạt được độ nhám yêu cầu;

Bảo đảm tốt sự bám chặt của lớp đá găm;

Bảo đảm độ lèn chặt hồ vữa vật liệu xung quanh đá găm;

Bảo đảm độ lèn chặt yêu cầu trên toàn bộ lớp thảm nhựa.

Để đạt được một sự hài hòa giữa các đòi hỏi này, yêu cầu phải có sự tinh thông đáng kể về công tác thi công. Ngay cả khi bốn đòi hỏi trên đều đạt được, thoát đầu một ít đá găm dường như bị bong ra khỏi lớp asphalt rải nóng nơi độ nhám rắc cát tối thiểu 1.5mm đã được xác định. Một tỷ lệ mất mát nhỏ hơn 5% trên toàn bộ lớp đá găm có thể được chấp nhận. Do đó, cần lưu ý rằng các chiều sâu cấu trúc như vậy chỉ được xác định cho đường có xe chạy với tốc độ cao (áp suất động thấp) và độ nhám vĩ mô là yếu tố có ý nghĩa cho đường có thiết kế trên 50km/h và không hữu dụng khi xác định độ nhám này ở những nơi có tốc độ thấp như các nút giao thông. Kinh nghiệm cho thấy rằng ở những chỗ chịu áp lực lớn như thế, dùng lớp mặt có chiều sâu cấu trúc (độ nhám vĩ mô) cao thì gần như không tránh khỏi một sự bong bật đá găm nghiêm trọng.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Nội dung công tác vận chuyển và rải hỗn hợp bê tông asphalt.
2. Nội dung công tác đầm nén và kiểm tra chất lượng công tác đầm nén.
3. Tính công tác của hỗn hợp bê tông asphalt.
4. Trình bày về độ nhám và các giải pháp đảm bảo độ nhám của bê tông asphalt.
- 5.

Chương 11

BÊ TÔNG ASPHALT RẢI NGUỘI

11.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Bê tông asphalt rải nguội (rải lạnh) là loại bê tông asphalt được thi công ở nhiệt độ môi trường và không nhỏ hơn 5°C. Bê tông asphalt rải nguội có thể sử dụng làm các lớp trên của kết cấu mặt đường cho các loại mặt đường cấp 3 và cấp 4 hay đường có lưu lượng giao thông vừa và thấp [theo tiêu chuẩn của Nga, CHuIT205.02-85].

Để chế tạo hỗn hợp bê tông asphalt rải nguội, chất kết dính bitum sử dụng có thể là các loại bitum lỏng mác CГ 70/130 hoặc MГ 70/130 theo tiêu chuẩn của Nga, các loại bitum lỏng có độ nhớt thấp (20 giây ở 40°C) theo tiêu chuẩn của Anh, hay các loại nhũ tương bitum đông đặc vừa MS theo tiêu chuẩn của Mỹ.

Cốt liệu sử dụng trong bê tông asphalt rải nguội có thể là hỗn hợp cốt liệu mới giống như các hỗn hợp bê tông asphalt truyền thống hoặc cốt liệu tái sử dụng từ mặt đường cũ hoặc các loại vật liệu thải.

Hỗn hợp rải nguội có thể được trộn bằng các loại máy trộn thông thường giống như đối với hỗn hợp bê tông asphalt nóng. Nhiệt độ trộn, rải và đầm nén hỗn hợp bê tông asphalt rải nguội được chỉ ra trong bảng 11.1.

Bảng 11.1. Nhiệt độ thi công bê tông asphalt rải nguội

Mác bitum	Nhiệt độ hỗn hợp, °C	
	Khi trộn hỗn hợp	Khi rải lớp mặt
CГ 130/200	90-110	70
MГ & MГO 130/200	100-120	
CГ 70/130	80-100	5
MГ & MГO 70/130	90-100	

Hỗn hợp sau khi nhào trộn có thể được bảo quản sau từ 3 đến 6 tháng ở nhiệt độ môi trường mà không bị rắn chắc và mất tính dễ thi công.

11.2. THÀNH PHẦN CỦA BÊ TÔNG ASPHALT RẢI NGUỘI

Thành phần của bê tông asphalt rải nguội cần đáp ứng được các tiêu chuẩn của quốc gia và quốc tế. Chúng bao gồm hỗn hợp của các cốt liệu và chất kết dính gốc bitum.

11.2.1. HỖN HỢP CỐT LIỆU

Cốt liệu cho bê tông asphalt rải nguội có thể sử dụng các loại đá nghiền giống như các loại bê tông asphalt truyền thống khác. Cốt liệu từ kết cấu mặt đường cũ hay cốt liệu thải như xỉ lò cao cũng có thể được sử dụng có hiệu quả trong bê tông asphalt rải nguội.

Thành phần cấp phối cốt liệu cho bê tông asphalt rải nguội theo tiêu chuẩn của Nga 9128-84 có thể bao gồm 2 loại, hỗn hợp hạt nhỏ, và cát, như được chỉ ra ở bảng 11.2.

Bảng 11.2. Thành phần hạt cho hỗn hợp bê tông asphalt rải nguội theo tiêu chuẩn Nga (CHuΠ205.02-85)

Loại hỗn hợp	Lượng lọt sàng, %. theo khối lượng tại các cỡ sàng, mm								
	20	10	5	2.5	1.25	0.63	0.314	0.145	0.071
Hỗn hợp hạt nhỏ									
Á	95-100	70-100	50-65	33-50	21-39	14-29	10-22	9-16	8-12
B	95-100	80-100	65-80	50-60	39-49	29-38	22-31	16-22	12-17
Hỗn hợp cát Γ, Ä	-	-	95-100	66-82	46-68	26-54	18-43	14-30	12-20

Theo tiêu chuẩn của Anh, bê tông asphalt rải nguội thường được sử dụng làm lớp phủ mặt đường có yêu cầu độ nhám thấp. Do đó, hỗn hợp cốt liệu thường là hỗn hợp hạt mịn có thành phần cấp phối thỏa mãn yêu cầu theo Bảng 11.3.

Bảng 11.3. Thành phần hạt cho hỗn hợp bê tông asphalt rải nguội theo tiêu chuẩn Anh

Cỡ sàng, in (mm)	Lượng lọt sàng theo khối lượng, %
1/4 (6.35)	100
No.7 (2.83)	75-100
No.25 (0.707)	35-60
No.100 (0.15)	15-30
No.200 (0.075)	5-15

Theo tiêu chuẩn của Mỹ, hỗn hợp cốt liệu cho bê tông asphalt rải nguội có thể được chia làm 3 loại:

Hỗn hợp cốt liệu tận dụng cốt liệu từ mặt đường bê tông asphalt cũ (RAP): Khi đó, hỗn hợp cốt liệu cần thỏa mãn tiêu chuẩn sau:

Cỡ sàng, in (mm)	Lượng lọt sàng theo khối lượng, %
1.5 (37.5)	100
1.0 (25)	90-100

Hỗn hợp cốt liệu từ mặt đường cũ nêu trên có thể được trộn thêm tới 20% cốt liệu mới để đảm bảo tiêu chuẩn thiết kế đề ra.

Cấp phối cốt liệu đặc: Hỗn hợp cốt liệu cho loại này được sản xuất từ cốt liệu mới và thỏa mãn các yêu cầu theo bảng 11.4.

Bảng 11.4. Thành phần hạt cho hỗn hợp bê tông asphalt rải nguội cấp phối đặc theo tiêu chuẩn Mỹ.

Cỡ sàng, in (mm)	Dạng 1 Lượng lọt sàng, %	Dạng 2 Lượng lọt sàng, %
1 (25)	100	
0.5 (12.5)	90-100	100
0.25 (6.3)	20-70	90-100
No.8 (2.36)	15-70	30-70
No.20 (0.85)	10-40	10-40
No.40 (0.425)	5-22	5-22
No.80 (0.180)	1-7	1-11
No.200 (0.075)	0-3	0-3

Cấp phối cốt liệu hờ: Hỗn hợp cốt liệu cho loại này được sản xuất từ cốt liệu mới và thoả mãn các yêu cầu theo Bảng 11.5.

Bảng 11.5. Thành phần hạt cho hỗn hợp bê tông asphalt rải nguội cấp phối hờ theo tiêu chuẩn Mỹ.

Cỡ sàng, in (mm)	Dạng 1 Lượng lọt sàng, %	Dạng 2 Lượng lọt sàng, %	Dạng 2 Lượng lọt sàng, %
2 (50)			100
1.5 (37.5)		100	75-100
1.0 (25)	100	90-100	50-80
0.5 (12.5)	90-100	15-45	0-15
0.25 (6.3)	15-45	0-10	
No.8 (2.36)	0-10		
No.200 (0.075)	0-1	0-1	0-1

11.2.2. CHẤT KẾT DÍNH GỐC BITUM

Chất kết dính bitum để chế tạo hỗn hợp bê tông asphalt rải nguội thường là các loại có độ nhớt thấp.

Theo tiêu chuẩn của Nga, chất kết dính dùng cho bê tông asphalt rải nguội thường là các loại bitum lỏng và hoá lỏng có mức CT 70/130 và MГ 70/130. Loại bitum được dùng phổ biến là CT vì lớp mặt đường sẽ hình thành cường độ nhanh hơn so với loại bitum MГ. Hàm lượng chất kết dính bitum dao động trong khoảng từ 5 đến 9 % tùy thuộc vào loại hỗn hợp cần chế tạo.

Trong trường hợp các loại bitum lỏng không sẵn có thì có thể sản xuất bằng cách trộn các loại bitum nhớt mức ÁHẢ 40/60 hoặc ÁHẢ 60/90 với dầu hoá để tạo ra các loại bitum lỏng mức CT, và với nhiên liệu diesel để tạo ra các loại bitum lỏng mức MГ. Hàm lượng chất hóa lỏng dao động trong khoảng từ 15-25%.

Để chế tạo các loại mặt đường từ bê tông asphalt rải nguội hạt mịn, theo tiêu chuẩn Anh thì chất kết dính bitum thường là các loại từ bitum lỏng có độ nhớt thấp (20

giây ở 40°C) đến loại bitum quánh mức 200 độ. Tuy nhiên, khi sử dụng bitum quánh mức 200 độ thì hỗn hợp cần được rải ẩm.

Với các loại hỗn hợp bê tông asphalt rải nguội theo tiêu chuẩn của Mỹ thì chất kết dính bitum sử dụng sẽ là các loại nhũ tương bitum đông đặc vừa có mức và hàm lượng tương đối theo hướng dẫn ở Bảng 11.6.

Bảng 11.6. Loại nhũ tương bitum và hàm lượng cho các loại bê tông asphalt rải nguội theo tiêu chuẩn của Mỹ

Loại hỗn hợp	Mức nhũ tương bitum	Hàm lượng, % theo khối lượng của hỗn hợp
RAP	HFMS-2, HFMS-2h	≥ 1
Cấp phối đặc	MS-2, HFMS-2,	
Loại 1	HFMS-2h, CMS-2,	6.2-7.5
Loại 2	CMS-2h	6.5-7.8
Cấp phối hờ		
Loại 1	MS-2, HFMS-2,	4.7-7.0
Loại 2	HFMS-2h, CMS-2,	4.0-6.0
Loại 3	CMS-2h	3.5-5.5

Bảng 11.7 so sánh thành phần của các loại bê tông asphalt rải nguội với các loại bê tông asphalt rải nóng và ẩm theo tiêu chuẩn của Nga.

Bảng 11.7. So sánh thành phần của các loại bê tông asphalt nguội, nóng và ẩm

Loại vật liệu	Bê tông asphalt rải nguội		Bê tông asphalt rải nóng & ẩm	
	Loại hỗn hợp	Tỷ lệ, %	Loại hỗn hợp	Tỷ lệ, %
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Đá dăm (sỏi)	-	-	A	65-50
ÁÄ	Á _x	50-35	Á	50-35
	B _x	35-20	B	35-20
Bột khoáng	Á _x	8-12	A	4-10
	B _x	12-17	Á	6-12
	Γ _x	12-20	B	8-14
Bitum	Ä _x	12-20	Γ	8-16
	Á _x	3.5-5.5	Ä	10-16
	B _x	4-5	A	5-6
			Á	5.5-6.5
			B	6-7
	Γ _x , Ä _x	4.5-6.5	Ä	7-9

11.3. CÁC TÍNH CHẤT CỦA BÊ TÔNG ASPHALT RẢI NGUỘI

Tương tự như các loại bê tông asphalt truyền thống dùng cho các kết cấu mặt đường (xem Chương 6), các tính chất của bê tông asphalt rải nguội cũng cần thoả mãn các yêu cầu kỹ thuật như cường độ nén; hệ số bền nước; độ rỗng của hỗn hợp sau khi đầm nén; độ rỗng của hỗn hợp vật liệu khoáng; độ rỗng dư; độ bão hoà nước; và độ dai khi chịu va chạm.

Bảng 11.8 dưới đây đề cập các yêu cầu kỹ thuật của các loại bê tông asphalt rải nguội theo tiêu chuẩn của Nga.

Bảng 11.8. Yêu cầu kỹ thuật của bê tông asphalt rải nguội theo tiêu chuẩn của Nga

Chỉ tiêu	Yêu cầu cho bê tông asphalt sử dụng hỗn hợp loại	
	I	II
1. Cường độ khi nén ở 20°C, MPa, không dưới:	1.5	1.0
a. Trước gia nhiệt: A_x B_x	1.7	-
Γ_x	-	1.2
$\ddot{A}_x$	1.8	1.3
b. Sau gia nhiệt: A_x B_x	2.0	-
Γ_x	-	1.5
$\ddot{A}_x$		
2. Hệ số bền nước, không thấp hơn:		
a. Trước gia nhiệt	0.75	0.60
b. Sau gia nhiệt	0.90	0.80
3. Thể tích không khí, không lớn hơn:	1.2	2.0
4. Độ rỗng của hỗn hợp vật liệu khoáng, %, không lớn hơn:		
A_x	18	
B_x	20	
$\Gamma_x, \ddot{A}_x$	21	
5. Độ rỗng dư, %	6-10	
6. Mức độ bão hoà nước, %	5-9	
7. Độ dai va chạm	không nhỏ hơn 10	

Bê tông asphalt rải nguội có các ưu điểm nổi trội sau:

Sau khi trộn, hỗn hợp bê tông asphalt rải nguội duy trì được độ xốp trong một thời gian dài trước khi thi công mà không bị kết khối. Vì vậy, công tác lập kế hoạch sản xuất và thi công dễ dàng.

Sử dụng chất kết dính bitum lỏng nên giảm được đáng kể chi phí nhiên liệu nung nóng vật liệu.

Khả năng vận chuyển hỗn hợp đi xa cho phép tổ chức chế tạo hỗn hợp tập trung với mức độ cơ giới hóa cao tại các trạm trộn. Vì vậy, chất lượng của hỗn hợp được đảm bảo.

Bề mặt của bê tông asphalt rải nguội mịn, phẳng và không có vết nứt.

Ngoài ra, khi so sánh với bê tông asphalt rải nóng, bê tông asphalt rải nguội có một số đặc điểm sau:

Việc sử dụng chất kết dính bitum lỏng làm giảm độ bền của bê tông asphalt rải nguội đi gần 2 lần so với bê tông asphalt nóng.

Độ nhớt thấp của bitum dẫn đến yêu cầu tăng thêm hàm lượng bột khoáng để nâng cao các tính chất của chất kết dính bitum.

Hàm lượng bitum trong hỗn hợp giảm từ 25-30 %.

Độ rỗng của bê tông asphalt rải nguội lớn hơn 2-2.5 lần so với bê tông asphalt nóng.

Nhiệt độ hỗn hợp khi trộn thấp hơn 40-45 %.

Hỗn hợp bê tông asphalt rải nguội sử dụng nhiều đá dăm (sỏi) hơn.

Độ bền của đá dăm (sỏi) sử dụng cho hỗn hợp bê tông asphalt rải nguội cho phép thấp hơn so với hỗn hợp bê tông asphalt nóng.

Bảng 11.8. So sánh các tính chất của các loại bê tông asphalt rải nguội, nóng và ẩm

Tính chất	Loại bê tông asphalt		
	Nóng	ẩm	Lạnh
Cường độ, MPa, ở 50°C, không nhỏ hơn đối với hỗn hợp của mỗi loại	A - 0.9 Á, B - 1.1 Γ - 1.3	- 0.9 1.0	- - -
Cường độ, MPa, ở 20°C, không nhỏ hơn đối với tất cả các loại	2.5	2.3	Á _x , B _x - 1.5/1.8 Γ _x - 1.7/ 2.0
Hệ số bền nước	0.90	0.80	0.75/ 0.90
Hệ số dẫn nở khi bão hoà nước	0.85	0.75	0.50/ 0.75

11.4. THI CÔNG LỚP MẶT SỬ DỤNG BÊ TÔNG ASPHALT RẢI NGUỘI

Quá trình thi công lớp mặt sử dụng bê tông asphalt rải nguội thường được tiến hành như sau:

Hoàn thiện các lớp kết cấu phía dưới đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật về độ chịu lực, độ bằng phẳng, v.v...

Rải lớp hỗn hợp bê tông asphalt nguội theo chiều dày đã định sẵn và đầm sơ bộ bằng lu nhẹ. Giai đoạn này việc đầm chặt phụ thuộc vào nhiệt độ của hỗn hợp. Nhiệt độ càng cao thì việc đầm chặt càng dễ dàng.

Cho thông xe. Dưới áp lực bánh xe của các phương tiện vận tải trên công trường và các phương tiện giao thông, lớp mặt tiếp tục được làm chặt và tăng độ bền. Thông thường sau khoảng 2 đến 3 tuần thì mặt đường đạt được độ ổn định. Tuy nhiên trong giai đoạn này cần khống chế tốc độ xe chạy không quá 30 km/h để đảm bảo các hạt cốt liệu không bị bong tróc và văng ra khỏi phạm vi mặt đường, đồng thời lớp mặt cứng mới hình thành không bị phá vỡ.

Quá trình hình thành cường độ của lớp mặt bê tông asphalt rải nguội thực chất là do quá trình lèn chặt các hạt vật liệu trong hỗn hợp và sự kết dính của bitum lỏng. Quá trình hình thành liên kết của bitum lỏng trong bê tông asphalt rải nguội chủ yếu phụ thuộc vào quá trình bay hơi các thành phần dầu nhẹ và dung môi pha loãng dưới tác dụng của năng lượng mặt trời. Điều này khác với các hỗn hợp bê tông asphalt nóng sử dụng các loại bitum quán, việc hình thành cường độ phụ thuộc vào quá trình cứng lại của bitum sau khi nguội.

Khi mới rải xong, hỗn hợp bê tông asphalt rải nguội thường không được đầm nén 100%, nên có độ rỗng cao và dễ bị ảnh hưởng của nước. Do vậy, hỗn hợp cốt liệu cần được lựa chọn để có độ đặc thích hợp. Độ rỗng của kết cấu mặt đường sử dụng hỗn hợp bê tông asphalt rải nguội sẽ giảm dần dưới tải trọng đầm lèn của xe cộ và hỗn hợp trở nên kín nước hơn.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Khái quát chung về hỗn hợp bê tông asphalt rải nguội.
2. Thành phần và tính chất của bê tông asphalt rải nguội.
3. Công nghệ thi công bê tông asphalt rải nguội.

Chương 12

CÁC DẠNG HỖN HỢP VẬT LIỆU KHOÁNG – BITUM

12.1. ĐỊNH NGHĨA VÀ PHÂN LOẠI

Các hỗn hợp vật liệu khoáng – bitum (đá nhựa) rất đa dạng, từ loại đá dăm đồng đều kích cỡ trộn nhựa (đá dăm đen) đến Mastic Asphalt. Tuy nhiên, có thể phân loại các hỗn hợp vật liệu khoáng – bitum ở Anh thành 2 loại, gồm: hỗn hợp asphalt và hỗn hợp đá nhựa (Stone Mastic Asphalt).

Cấp phối cốt liệu trong asphalt thường bao gồm cốt liệu lớn tương đối đồng đều kích cỡ với một tỉ lệ lớn cốt liệu mịn và rất ít cốt liệu cỡ vừa. Như vậy cấp phối hạt của hỗn hợp asphalt là cấp phối gián đoạn. Trong hỗn hợp đá nhựa cấp phối cốt liệu là cấp phối liên tục.

Bảng 12.1 cho thấy từ đá dăm đen đến vữa nhựa độ cứng của bitum tăng dần, hàm lượng bột đá, cát tăng còn lượng hạt lớn giảm.

Bảng 12.1. Các thành phần đặc trưng của các hỗn hợp vật liệu bitum khác nhau

Thành phần	Đá dăm đen	Cấp phối liên tục đá nhựa	Cấp phối gián đoạn	Vữa nhựa Mastic
Cốt liệu lớn (% khối lượng)	86.0	52.0	30.0	30.0
Cốt liệu nhỏ (% khối lượng)	7.0	38.0	53.0	26.0
Bột đá (% khối lượng)	3.0	5.0	9.0	32.0
Bitum (% khối lượng)	4.0	5.0	8.0	12.0
Cốt liệu lớn (% thể tích)	64.5	44.1	25.7	27.5
Cốt liệu nhỏ (% thể tích)	5.1	32.2	46.0	18.9
Bột đá (% thể tích)	2.1	4.2	7.8	27.0
Bitum (% thể tích)	8.3	11.5	17.5	26.6
Độ rỗng (% thể tích)	20.0	8.0	3.0	<1.0
Độ kim lún của nhựa đường	100–300	100–200	35–100	15–25

12.1.1. HỖN HỢP ASPHALT

Asphalt hay asphalt rải nóng là hỗn hợp cốt liệu khoáng, bột đá và bitum được thi công ở nhiệt độ tới 230°C. Trong quá trình làm việc, asphalt phân bố áp lực tải trọng chủ yếu qua hỗn hợp vữa gồm cốt liệu nhỏ, cát, bột khoáng và bitum. Do vậy để chống lại biến dạng dưới áp lực của tải trọng, hỗn hợp phải có độ cứng lớn, điều đó đạt được nhờ sử dụng bitum tương đối đặc quánh và hàm lượng bột khoáng khá cao. Trong suốt quá trình làm việc asphalt là vật liệu kín nước và bền lâu. Hai loại asphalt được dùng ở Anh quốc là asphalt rải nóng và Mastic asphalt. Asphalt rải nóng được sử dụng rộng rãi trong việc phủ lớp mặt đường của các tuyến lộ chính.

12.1.2. MASTIC ASPHALT

Mastic Asphalt là hỗn hợp vữa của bitum, cốt liệu hạt nhỏ và một phần cốt liệu lớn. Trong Tiêu chuẩn Anh BS1447, cốt liệu nhỏ là đá vôi được tìm thấy trong tự nhiên với lượng lọt sàng 75 μm là 40%– 55% và lượng sót trên sàng 2.36 mm không vượt quá 3%. Tỷ lệ cốt liệu lớn và các hạt khác được lựa chọn tùy thuộc yêu cầu ứng dụng. Thông thường cốt liệu được trộn với bitum có độ kim lún 15–25 pen. Nhiệt độ thi công từ 175– 230°C cho tới khi vữa nhựa cứng kết lại. Chiều dày lớp Mastic asphalt có thể thay đổi từ 20 mm đến 50 mm tùy thuộc mục đích sử dụng. Mastic asphalt có khả năng chống thấm nước cao, độ rỗng của nó nói chung chưa tới 1%. Sự đòi hỏi khắt khe như vậy được đáp ứng trong phạm vi tương đối nhỏ. Việc rải hỗn hợp Mastic asphalt có thể thực hiện bằng máy hoặc rải hoặc bằng thủ công.

Tỷ lệ hạt cốt liệu nhỏ cao đã tạo cho mặt đường nhẵn mịn nhưng có độ nhám kém.

Đặc điểm đặc biệt của Mastic Asphalt (MA) là sử dụng thừa chất liên kết. Ở MA những lỗ rỗng còn lại của cốt liệu đá luôn luôn được chèn đầy bằng chất liên kết và ở trạng thái nóng quan sát thấy rất rõ rệt lượng chất liên kết thừa, có nghĩa là tất cả các hạt khoáng chất “bơi chậm chạp” trong chất liên kết.

MA nóng có tính dẻo hay có sự di động rất cao, nó không cần phải đầm nén sau khi rải nhưng cần phải san trên lớp móng để đạt được chiều dày mong muốn và sau khi nguội thì mặt đường hoàn toàn dùng được.

MA có thể xem là loại mặt đường nhựa cứng nhất, có độ bền cao nhất vì MA khi xây dựng không cần đầm nén cho nên có thể loại bỏ được những hư hỏng mà những loại mặt đường khác hay gặp phải do đầm nén thiếu. MA đặc biệt thích hợp khi làm các lớp mỏng phủ mặt cầu, lớp mặt trên của áo đường, lớp phủ sàn công nghiệp, lớp phòng nước cho hầm. MA đã được các nước tiên tiến trên thế giới như Đức, Hà Lan, Anh, Pháp, Mỹ, Đài Loan, Hồng Kông,... đã và đang nghiên cứu, phát triển, sử dụng và cho các kết quả rất tốt.

Những ưu điểm của nó cũng gây ra một số khó khăn khi vận chuyển và khi rải. Đặc biệt hay gặp phải hiện tượng thừa chất liên kết trên bề mặt của MA khi rải và trong quá trình MA nguội đi (bởi vì chất liên kết nhẹ hơn vật liệu khoáng).

12.1.3. ASPHALT LU NÓNG (HOT ROLLED ASPHALT–HRA)

Đặc tính quan trọng nhất của HRA là cấp phối cốt liệu gián đoạn, điều đó có nghĩa là nó chứa rất ít cỡ hạt trung gian (2.36 – 10 mm). Như vậy, thành phần hỗn hợp sẽ gồm cát, chất độn khoáng (bột khoáng mịn) và bitum với cốt liệu lớn (kích cỡ thường là 14 mm). Mặc dù cốt liệu lớn làm tăng độ cứng của vật liệu nhưng vai trò của nó là còn làm tăng khối lượng hỗn hợp và như vậy tăng tính kinh tế của vật liệu. Chính cấp phối cốt liệu gián đoạn đã tạo cho lớp áo đường bằng HRA (bê tông asphalt nóng) các đặc tính chịu đựng lâu bền trước tác động của thời tiết và tải trọng nặng mà không bị đứt gãy. BS EN 13108–4:2006 chỉ rõ hàm lượng cốt liệu lớn khác nhau của các hỗn hợp asphalt làm lớp mặt đường và các lớp móng. Hỗn hợp cho lớp móng trên và móng dưới thường chứa 60% cốt liệu thô. Ở mức độ như vậy áp lực được phân bố bao hàm cả ma sát giữa cốt liệu và vữa bitum. Hàm lượng bitum trong hỗn hợp cho lớp móng đường

thấp hơn lớp mặt vì hàm lượng hạt mịn, bột khoáng trong lớp móng thấp hơn và kích cỡ hạt để thích hợp với chiều dày lớp móng trên không nhỏ hơn 150 mm.

12.2. HỖN HỢP LU NÓNG THEO TIÊU CHUẨN CHÂU ÂU (EN) (HOT ROLLED ASPHALT)

12.2.1. THÀNH PHẦN CẤP PHỐI CỐT LIỆU

Thành phần cấp phối được xác định bằng phần trăm theo tổng khối lượng cốt liệu, sử dụng loại cấp phối theo bộ sàng loại 1 hoặc loại 2 (tiêu chuẩn EN 13043). Bitum và chất phụ gia được tính theo phần trăm tổng khối lượng hỗn hợp. Phần trăm hạt lọt qua sàng, ngoại trừ cỡ sàng 0,063mm, được xác định chính xác đến 1%, lượng bitum, hạt lọt qua sàng 0,063mm và phụ gia được xác định chính xác đến 0,1%.

Giữa cỡ hạt D và 2mm nên lựa chọn thêm các loại mắt sàng trung gian, gồm:

Với loại cấp phối 1: 4mm; 5,6mm; 8mm; 11,2mm; 16mm; 22.4mm; 31.5mm.

Với loại cấp phối 2: 4mm; 6,3mm; 8mm; 10mm; 12,5mm; 14mm; 16mm; 20mm; 31.5mm.

Cốt liệu mịn tối ưu nên lựa chọn các cỡ sàng: 1mm; 0,5mm; 0,25mm và 0,125mm.

Thành phần hỗn hợp cho HRA nên chọn trong số các đường cong cấp phối được trình bày trong các Bảng 12.1, 12.2, 12.3 và 12.4 dưới đây:

Bảng 12.2. Giới hạn của hỗn hợp theo bộ sàng tiêu chuẩn 1 cho hỗn hợp lớp móng và mặt mặt đường.

D	50/11	50/16	50/22	60/22	60/32
Cỡ sàng (mm)	% Lọt sàng theo khối lượng				
45	—	—	—	—	100
31.5	—	—	100	100	97
22	—	100	95	97	59–71
16	100	95	74 – 91	39–56	39–56
11	95	76 – 93	44– 66	—	—
2	35 – 45	35 – 45	35– 45	32	32
0.5	17 – 45	17– 45	18– 44	13–32	13 – 32
0.25	17 – 27	10– 27	11– 26	9 – 21	9 – 21

0,063	5.5	5.5	4.5	4.0	4.0
-------	-----	-----	-----	-----	-----

Bảng 12.3. Giới hạn của hỗn hợp theo bộ sàng tiêu chuẩn 2 cho hỗn hợp lớp móng và mặt mặt đường.

D	50/10	50/14	50/20	60/20	60/32
Cỡ sàng (mm)	% Lọt sàng theo khối lượng				
40	–	–	–	–	100(1.4D)
31.5	–	–	100(1.4D)	100(1.4D)	97(D)
20	–	100(1.4D)	99–100	97	59–71
14	100 (1.4D)	98–100 (D)	74 – 91	39–56 ^a	39–56
10	98–100 (D)	72– 93	44–66	–	–
2 ^b	40–50	40–50	40–50	37	37
0.5 (CFS)	17–51	17–51	18–50	13–39	13–39
0.25 (OFS)	14–31	14–31	15–30	10–25	10–25
0,063	3–6	3–6	4–5	4.0	4.0

trong đó: ^a Giá trị phù hợp trên 65 (yêu cầu+FPC) có thể mở rộng đến 85 và bằng chứng cho rằng hỗn hợp này cũng phù hợp. Và đảm bảo rằng với hỗn hợp cho đến khi kết thúc việc rải và được cung cấp bằng bất kỳ nguồn nào cũng có khả năng điều chỉnh được với giá trị giới hạn trên chọn.

^b Đối với hỗn hợp dùng cốt liệu mịn nghiền, trong một vài loại cát làm ví dụ, hay hỗn hợp thích hợp của đá nghiền mịn, lượng chất kết dính nhỏ nhất có thể giảm xuống 0.5%, kinh nghiệm cho thấy rằng thỏa đáng làm cho hỗn hợp tăng độ rỗng. Một lựa chọn là có thể giảm ở sàng 2mm đi 5%.

12.2.2. HÀM LƯỢNG BITUM VÀ NHIỆT ĐỘ HỖN HỢP

Nhiệt độ hỗn hợp được thể hiện như ở Bảng 12.4, theo tiêu chuẩn EN 12697–13.

Bảng 12.4. Giới hạn nhiệt độ của hỗn hợp (nhiệt độ lớn nhất đảm bảo ở trạm trộn và nhiệt độ nhỏ nhất ở nơi rải).

Loại nhựa sử dụng	Nhiệt độ (°C)
30/45; 35/50	160 – 200
40/60	150 – 190

50 /70	145 – 185
70/100	140 – 180
100/150	130 – 170

Khi sử dụng bitum cải tiến hay phụ gia khác thì nhiệt độ trên cũng có thể áp dụng được. Nhưng nên phải có thực nghiệm thử và điều chỉnh.

Hàm lượng bitum tối thiểu được thể hiện ở bảng 12.5

Bảng 12.5. Hàm lượng bitum tối thiểu

Hàm lượng bitum tối thiểu (%)	Loại hàm lượng bitum ($B_{\min}$)
(1)	(2)
4.6	$B_{\min 4.6}$
4.8	$B_{\min 4.8}$
5.0	$B_{\min 5.0}$
5.2	$B_{\min 5.2}$
5.4	$B_{\min 5.4}$
5.6	$B_{\min 5.6}$
5.8	$B_{\min 5.8}$
6,0	$B_{\min 6,0}$
6.2	$B_{\min 6,2}$
6.4	$B_{\min 6,4}$
6.6	$B_{\min 6,6}$
6.8	$B_{\min 6,8}$
7.0	$B_{\min 7,0}$
7.2	$B_{\min 7,2}$
7.4	$B_{\min 7,4}$
7.6	$B_{\min 7,6}$
7.8	$B_{\min 7,8}$
8.0	$B_{\min 8,0}$
8.2	$B_{\min 8,2}$

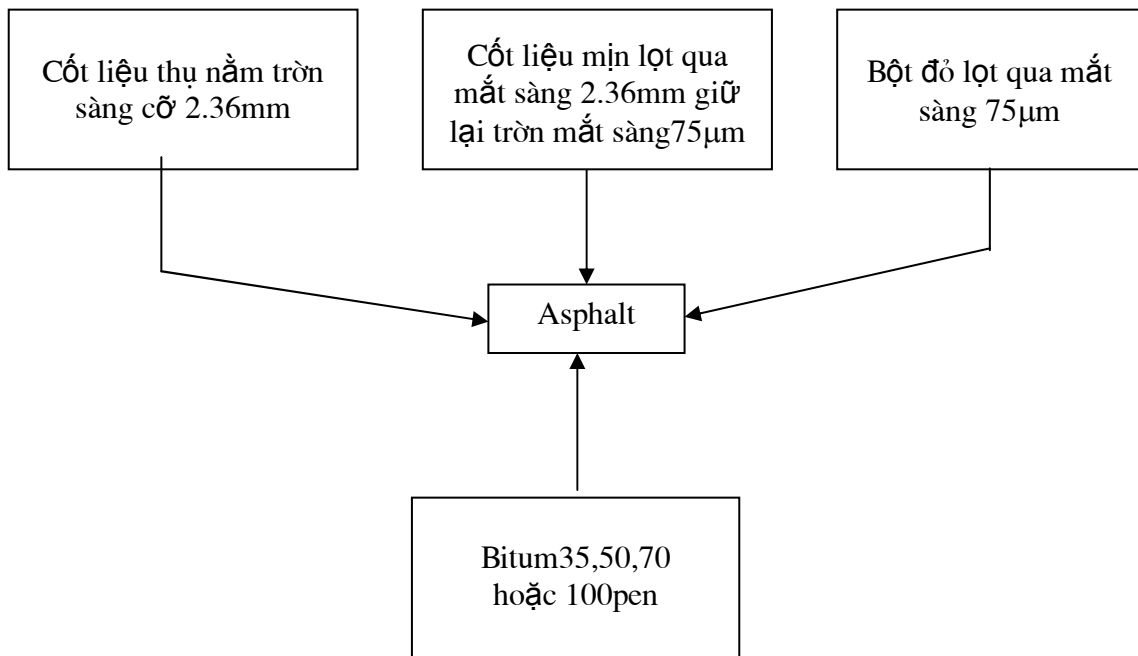
8.4	$B_{\min 8,4}$
8.6	$B_{\min 8,6}$
8.8	$B_{\min 8,8}$
9.0	$B_{\min 9,0}$
(1)	(2)
9.2	$B_{\min 9,2}$
9.4	$B_{\min 9,4}$
9.6	$B_{\min 9,6}$
9.8	$B_{\min 9,8}$
10.0	$B_{\min 10,0}$
10.2	$B_{\min 10,2}$
10.4	$B_{\min 10,4}$
10.6	$B_{\min 10,6}$
10.8	$B_{\min 10,8}$
11.0	$B_{\min 11,0}$

Thành phần của asphalt lu nóng (HRA) được chỉ ra trên toán đồ hình 12.1. Chức năng của 4 thành tố có thể tóm lược như sau:

- **Cốt liệu lớn:** tăng khối lượng hỗn hợp làm tăng tính kinh tế và ổn định của HRA;
- **Cốt liệu nhỏ:** tạo thành phần chính của vữa asphalt và là yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến khả năng làm việc và phạm vi ứng dụng của vật liệu bê tông nhựa;
- **Bột khoáng:** là cốt liệu mịn có vai trò làm thay đổi tỉ lệ cốt liệu nhỏ, do vậy tạo nên hỗn hợp đặc hơn, tăng tỉ diện bề mặt của các cốt liệu thành phần. Bột khoáng cùng với bitum tạo nên chất vừa dính kết vừa bôi trơn bề mặt cốt liệu trong quá trình làm chặt hỗn hợp tạo nên hỗn hợp vữa asphalt. Tính chất của vữa asphalt sẽ phụ thuộc vào nguồn gốc của hỗn hợp vật liệu mịn và độ nhớt của bitum;
- **Bitum:** có vai trò như chất bôi trơn trong quá trình đầm nén và như một chất kết dính dẻo nhớt có độ nhớt cao trong quá trình làm việc. Năm cấp độ của bitum được dùng tương ứng với độ kim lún là: 35, 40, 50, 70, 100 độ (pen). Bitum có độ kim lún 35 và 40 chỉ được dùng chủ yếu với đường có lượng giao thông cao; bitum có độ kim lún 70 và 100 thường được dùng cho đường

có lượng giao thông thấp hơn; còn bitum có độ kim lún 50 được dùng cho các đường giao thông khác.

Asphalt rải nóng là một loại vật liệu có chất lượng cao được dùng chủ yếu cho các đường có lượng giao thông cao như đường cao tốc, đường liên lục địa và thấp hơn là các đường phố. Theo truyền thống, các chỉ tiêu thành phần HRA xác định chất lượng, tỷ lệ của cốt liệu và bitum được sử dụng tùy thuộc điều kiện khí hậu và tải trọng. Bằng cách thay đổi các phương án khác nhau, lớp mặt bitum được thiết kế nhờ thí nghiệm Mashall.



Hình 12.1. Thành phần của hỗn hợp asphalt lu nóng (HRA).

12.3. HỖN HỢP ĐÁ VỮA NHỰA (STONE MASTIC ASPHALT)

Hỗn hợp đá vữa nhựa được dùng để làm lớp trên cùng cho mặt đường, chống lại nứt gãy và lún do bánh xe. Stone mastic asphalt (SMA) có cốt liệu lớn là 100% đá nghiền. Tỷ lệ cát chiếm khá lớn và dùng cát nghiền, và phải rửa sạch nếu chứa hàm lượng hạt mịn lớn. SMA có bộ khung đá được lấp đầy bởi hỗn hợp mastic (bitum, cát và cốt liệu mịn). Mastic ở đây giàu bitum và dùng làm lớp mặt có khả năng hạn chế các vết nứt. Lượng mastic phải điều chỉnh cho các hạt cốt liệu lớn không được tiếp xúc với nhau (với các hạt nằm trên sàng 2mm). SMA cốt liệu lớn (trên sàng 2mm) chiếm 70–80% khối lượng cốt liệu, cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu lớn có thể từ 5–22mm, phổ biến khoảng từ 11–16mm. Chất độn mịn (lọt sàng 0.09mm) chiếm khoảng 8–13% khối lượng. Phần cát chiếm ít (với cỡ hạt từ 0.09 đến 2mm) khoảng 12–17%. Khối lượng bitum trong SMA thường dùng từ 6.5–7.5 % khối lượng của hỗn hợp. Các dạng sợi xenlulo hay khoáng dùng để ổn định SMA giàu chất dính kết ngăn chặn phân tầng trong quá trình sản xuất và rải với hàm lượng chiếm khoảng 1.5 % hỗn hợp. Độ rỗng của SMA thường thiết kế là 3%. Với trị số này thì cho phép ở công trường theo tiêu chuẩn châu Âu lượng không khí cuốn vào nhỏ hơn 6%. Khung đá đảm bảo lượng mastic để

giữ cho các điểm tiếp xúc nhau. Bởi vậy cần điều chỉnh thành phần cấp phối, hàm lượng bitum và hàm lượng bột đá. Bitum bao bọc trên bề mặt cát nghiền (cỡ khoảng 1–3mm), bề mặt vào khoảng 600–900 g bitum trên một mét vuông.

12.4. ASPHALT RỖNG (POROUS ASPHALT)

Asphalt rỗng (PA) là hỗn hợp asphalt có thành phần cốt liệu là cấp phối hở (open graded) được quan tâm nhiều ở châu Âu và ở Mỹ. PA được dùng để làm lớp thoát nước bề mặt, làm giảm tiếng ồn. Ở Pháp và Thụy Điển đã có tiêu chuẩn cho PA, ở Anh cũng có các thí nghiệm và ứng dụng PA nhưng vẫn chưa có tiêu chuẩn. Đặc điểm chính của lớp PA là độ rỗng lớn hơn 20%, nó có thể cho độ rỗng hở tự nhiên cần cho thoát nước và hạn chế tiếng ồn. Độ rỗng đạt được bằng cách dùng cấp phối cốt liệu gián đoạn hoặc có thể giảm tỷ lệ dùng cốt liệu nhỏ và mịn trong hỗn hợp cấp phối là 20%, lượng dùng chất kết dính là 5% hỗn hợp. Một số khuyến cáo nên sử dụng chất kết dính cải tiến xenlulo với sợi khoáng hoặc polyme như cao su SBS, tái phẩm cao su. Tuy nhiên, cần quan tâm để yếu tố độ bền và khi hỗn hợp tiếp xúc với không khí và nước tại công trường. Để đảm bảo hiệu quả thì lớp PA phải gắn liền với hệ thống thoát nước.

12.5. HỖN HỢP ĐÁ – BITUM (COATED MACADAM)

12.5.1. PHÂN LOẠI HỖN HỢP ĐÁ BITUM

Bao gồm các thành phần sau:

Cốt liệu lớn: tạo nên bộ khung cốt chính, chèn móc giữa các hạt cốt liệu nhằm phân bố đều áp lực tải trọng xuống nền móng;

Cốt liệu nhỏ: lấp một phần hoặc đầy các lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu lớn;

Bột khoáng: làm tăng độ nhớt của chất dính kết, do đó tăng độ dính bám của bitum, góp phần lấp kín các lỗ rỗng nhỏ;

Bitum: làm việc như một chất bôi trơn trong quá trình đầm nén, chất chống thấm, chất dính kết, góp phần lấp rỗng nhỏ trong hỗn hợp đặc, làm tăng cường độ của hỗn hợp.

Chỉ tiêu thành phần của hỗn hợp đá nhựa như hàm lượng bitum, cấp phối cốt liệu được nêu trong BS 4987:1998. Có thể đơn cử các loại hình vật liệu như:

Lớp móng dưới bằng đá bitum đặc

Lớp móng trên bằng đá bitum đặc

Lớp móng có cấp phối hở

Mặt đường đá bitum không có lớp móng

Lớp mặt đá bitum cấp phối hở

Lớp mặt đá bitum cấp phối kín

Lớp mặt đá bitum đầm chặt

Lớp mặt đá bitum hạt vừa

Lớp mặt đá bitum hạt mịn

Lớp mặt hở (cho phép thấm nước)

12.5.2. HỖN HỢP ĐÁ BITUM HẠT VỪA VÀ RỖNG.

Hỗn hợp đá bitum hạt vừa và rỗng được dùng cho cả lớp mặt và lớp móng. Đặc điểm của vật liệu này là chúng có hàm lượng hạt nhỏ thấp, có khả năng làm việc tốt trong quá trình thi công, với độ rỗng sau khi đầm nén từ 15– 20%. Để ngăn ngừa nước mặt xâm nhập vào kết cấu áo đường, cần thi công một lớp mặt có chức năng như một màng chống thấm nước.

Đặc tính thấm nước của loại vật liệu này được coi là một lợi thế khi dùng làm đường băng sân bay và đường giao thông nặng để ngăn ngừa nước mặt và giảm sự tóe nước (dưới bánh xe). Chúng được dùng phổ biến làm lớp tạo ma sát ở đường băng sân bay và đường cao tốc. Hỗn hợp đá bitum hờ được giới thiệu trong tiêu chuẩn Anh quốc BS 4987:1988.

12.5.3. HỖN HỢP ĐÁ BITUM CƯỜNG ĐỘ CAO

Lớp móng có sức bền và cường độ cao là đá bitum cường độ cao (HDM), được chế tạo trên cơ sở lớp vật liệu đá nhựa đặc nhưng có hàm lượng bột khoáng cao hơn (8%) và dùng bitum cứng hơn (độ kim lún 50 pen.).

Hai thay đổi này trong thành phần hỗn hợp đá bitum đã làm tăng độ cứng động học lên 3 lần. Điều đó cho phép giảm 10–15% chiều dày khi dùng lớp móng vật liệu đá nhựa đặc kín mà vẫn bảo đảm khả năng làm việc như nhau. Lợi thế này rất hấp dẫn cho công tác nâng cấp cải tạo đường cho những công trình mà cao độ bị lớp mặt không chế.

12.5.4. HỖN HỢP ĐÁ BITUM HẠT NHỎ

Trước khi đưa vào tiêu chuẩn BS 4987:1988, loại vật liệu này được gọi là asphalt nguội hạt nhỏ. Dù được gọi như vậy nhưng vật liệu này vẫn thuộc loại đá bitum (macadam). Đại đa số hỗn hợp được gia công với bitum quánh có độ kim lún 200, 300 hoặc bitum lỏng có độ chảy 100 giây và do vậy chúng phải được rải và đầm nén ở nhiệt độ 80–100°C. Tuy nhiên, bitum lỏng cũng được dùng để chế tạo lớp đá bitum rải nguội và để dự trữ trong các kho chứa.

Khi mới rải xong, đá bitum hạt nhỏ có độ rỗng cao vì thế nó dễ bị ảnh hưởng của nước, do vậy cần lưu ý khi lựa chọn cốt liệu. Độ rỗng giảm dần dưới tải trọng đầm lèn của xe cộ và hỗn hợp đầm trở nên kín nước. Lớp vật liệu này thường có chiều dày 15–25 mm. Khi sử dụng như lớp phủ bề mặt không nhất thiết phải tính vào chiều dày kết cấu làm tăng cao độ mặt đường. Lớp vật liệu này chỉ làm gia tăng chút ít cường độ của kết cấu mặt đường. Theo quan điểm như vậy, yêu cầu lớp móng đường phía dưới phải chịu tải trọng tốt và tốt nhất là có khả năng không thấm nước. Hơn nữa, lớp bề mặt phải đều đặn (có chiều dày đồng đều) và như vậy lớp phía dưới có tác dụng bù vá và có chiều dày thay đổi.

12.6. LỚP ĐÁ NHỰA TẠO NHÁM, THẨM NƯỚC

Các con đường, sân bay thường bị ẩm ướt nhiều giờ. Thí dụ những con đường trên nước Anh có thể bị ướt tới 50% thời gian trong năm. Để khắc phục nước mặt và sự trơn trượt trên đường băng sân bay, vào thập kỷ 50 của thế kỷ 19, Bộ công trình hàng không đã thử nghiệm lớp vật liệu đá bitum hờ tạo nhám cỡ hạt 10 mm. Lớp vật liệu này được thiết kế cho phép nước thấm qua một lượng nhất định xuống tới lớp không thấm nước phía dưới mặt đường băng, sau đó theo các rãnh ngang chảy vào các rãnh thoát được lắp đầy bằng các hạt cốt liệu. Các thử nghiệm chứng tỏ hiệu quả tốt của lớp ma sát/ thoát nước.

Các số liệu thống kê ước tính có đến 10% tai nạn trong mùa mưa là do nước tóe lên từ các xe chạy nhanh. Chi phí cho các tai nạn gây ra bởi sự tóe nước có thể chiếm tới 1/3 so với các tai nạn do trơn trượt bởi đường ẩm ướt. Tiếp theo sự thành công của lớp tạo ma sát 10mm cho sân bay, Phòng nghiên cứu vận tải và đường (TRRL) đã phát triển thành công vật liệu đá bitum thấm nước 20mm.

12.6.1. SỰ PHÁT TRIỂN CỦA VẬT LIỆU ĐÁ NHỰA THẤM NƯỚC

Từ năm 1967, một số lượng lớn các thử nghiệm đã được thực hiện để xác định mức độ phù hợp của lớp vật liệu đá nhựa thấm nước đối với những con đường có lưu lượng giao thông cao. Szatkowski và Brown đã cho rằng lớp vật liệu đá nhựa được chế tạo với cốt liệu lớn nói chung có độ rỗng, độ thấm nước và độ nhám cao nhất. Tuy vậy, với một số cỡ hạt cốt liệu, các giá trị này giảm đáng kể trong một ít năm đầu sau khi rải. Tuy nhiên sự giảm tóe nước vẫn còn hiệu quả trong một thời gian dài hơn khi vật liệu được chế tạo với cốt liệu cỡ 20 mm; thời gian kéo dài ít nhất là 3 năm với lượng giao thông cao (>7000 xe/ngày đêm/làn xe) và tới 6 năm với lượng giao thông trung bình (2500 xe/ngày đêm/làn xe). Dù sao, lớp mặt đường dường như vẫn còn tốt cho nhiều năm sau ngay cả khi hiệu quả của thuộc tính giảm tóe nước đã suy giảm và cuối cùng tuổi thọ của nó có thể kéo dài tới 15 năm. Các kết quả thử nghiệm tiếp theo đã kết luận rằng khả năng kháng trượt của lớp vật liệu này với cốt liệu 20 mm tương tự như các lớp rải mặt khác được sản xuất cùng với loại cốt liệu. Mối quan hệ giữa sức kháng trượt với tốc độ xe, với cốt liệu 20 mm tương hợp với độ nhám cũng gần như quan hệ thu được ứng với lớp mặt asphalt rải nóng.

Về mặt kết cấu, 40 mm vật liệu đá nhựa thấm nước dùng bitum có độ kim lún 100 hoặc 200 thì tương đương với 16 mm HRA hoặc 20 mm đá – bitum đặc kín. Tuy nhiên, nếu dùng bitum epoxy thay cho bitum thông thường thì độ cứng động học của đá – bitum tăng lên một cách đáng kể và cường độ của nó bằng hoặc lớn hơn HRA. Bitum chứa polyme như etylen vinyl axetat, styren–butadien–styren có độ cứng động học nằm giữa hai loại trên.

12.6.2. ÍCH LỢI CỦA LỚP ĐÁ NHỰA THẤM NƯỚC

Sự giảm tóe nước: Sự tóe nước làm hạn chế tầm nhìn một cách bất thường và như vậy nó trở nên rất nguy hiểm. Những thí nghiệm bổ sung cuối cùng đã chứng tỏ rằng sự tóe nước có thể giảm đi đáng kể nhờ lớp đá nhựa thấm nước. Vật liệu đá nhựa thấm nước có độ rỗng cao (tới 25%). Một lớp rải dày 40 mm bằng vật liệu đá nhựa thấm nước có thể hấp thu một lượng mưa 8 mm trước khi trở nên bão hòa. Lớp vật liệu này làm việc như một lớp thoát nước, nó có khả năng cho nước chảy qua vật liệu gần như thoát hết nước bề mặt, giải quyết được tình trạng nước đọng trên mặt đường.

Khả năng giảm tiếng ồn: Mặt đường được rải bằng vật liệu cấu trúc thô làm tăng tiếp xúc giữa lốp xe chạy với tốc độ cao với bề mặt đường trong điều kiện thời tiết ẩm ướt, nhờ vậy nó giúp duy trì sức kháng trượt tốt. Mối quan hệ giữa tiếng ồn và thuộc tính ma sát của mặt đường đã được TRRL nghiên cứu. Thuộc tính ma sát được đánh giá bằng chiều sâu rót cát (chiều sâu cấu trúc) và bằng sự thay đổi tỷ lệ phần trăm hệ số lực hãm bằng thí nghiệm hãm phanh ở tốc độ 130 km/h và 50 km/h. Công trình thí nghiệm này đã kết luận rằng, tiếng ồn lớn nhất do phương tiện gây ra là một hàm số của độ

nhám vĩ mô (chiều sâu rớt cát) và là hàm lôgarit của sự thay đổi tỷ lệ phần trăm hệ số hãm phanh. Điều đó có nghĩa là trên thực tế với mặt đường thông thường không thể vừa đạt được độ bám (khả năng chống trượt) cao lại vừa giảm tiếng ồn.

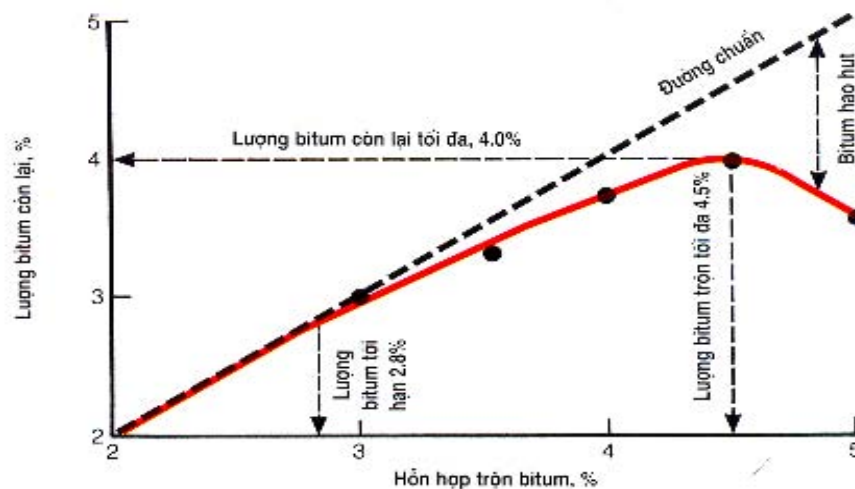
Các báo cáo của một số lớn thí nghiệm hiện trường tiếp sau đó về tiếng ồn do xe chạy trên mặt đường hờ tạo nhám đã được công bố: "... Tiếng ồn do xe chạy trên mặt đường đá nhựa thấm nước thấp hơn đáng kể so với khi xe chạy trên mặt đường thông thường có cùng độ nhám (thấp hơn 3– 4 dB(A) trong điều kiện khô ráo và thấp hơn 7– 8 dB(A) trong điều kiện ẩm ướt ...".

Thêm nữa, một lợi ích do thuộc tính bề mặt của đá nhựa thấm nước là sự giảm ma sát lẫn của bánh xe.

12.6.3. NHƯỢC ĐIỂM CỦA LỚP NHỰA THẤM NƯỚC

Sai số về hàm lượng bitum của loại vật liệu này bị khống chế rất khắt khe. Nếu lượng bitum quá thấp thì sẽ không đủ để bao bọc cốt liệu, hoặc màng bitum quá mỏng đến mức chúng bị ôxy hóa nhanh chóng dẫn đến bị hư hỏng. Mặt khác nếu lượng bitum quá cao (hoặc nhiệt độ của hỗn hợp quá cao), bitum có thể chảy ra khỏi cốt liệu trong quá trình vận chuyển.

Cho đến năm 1984, việc xác định hàm lượng bitum cho hỗn hợp đá nhựa thấm nước mới được thực hiện ở Anh quốc. Thí nghiệm này xác định lượng bitum chảy thoát thực hiện trong phòng thí nghiệm nhằm xác định lượng chảy thoát bitum trong thực tế; TRRL đang tiến hành các khảo cứu về vấn đề này.



Hình 12.2. Kết quả kiểm tra sự chảy bitum khỏi hỗn hợp.

Việc cho thêm bột vôi vào hỗn hợp đã làm tăng đáng kể tính nhớt của bitum và do vậy giảm được lượng bitum chảy ra khỏi cốt liệu. Lượng bột vôi cũng làm tăng lực dính. Lực này rõ ràng có ích cho vật liệu rỗng nơi bị bão hòa nước trong thời gian dài. Vì lớp vật liệu đá nhựa thấm nước và lớp tạo nhám theo định nghĩa là vật liệu hờ thấm nước, màng bitum trong vật liệu sau khi đầm nén thường xuyên bị tiếp xúc với oxy trong không khí. Thực tế là bitum bị ôxy hóa tương đối nhanh.

Các kết quả ban đầu cho thấy rằng bột vôi và một vài chất polyme có thể làm giảm mức độ oxy hóa của bitum trên đường. Các thử nghiệm trong phòng thí nghiệm đã chỉ ra rằng sự oxy hóa nhựa đường sẽ giảm xuống nếu thêm vào hỗn hợp 0.5% – 1% bột vôi.

12.6.4. LỰA CHỌN CÁC LỚP VẬT LIỆU ĐƯỜNG TẠO NHÁM KHÁC NHAU

Năm 1975, TRRL đã tiến hành một thử nghiệm về đường khá đầy đủ để so sánh tính năng làm việc của các lớp mặt bằng đá bitum tạo nhám hờ, lớp đá bitum thấm nước, asphalt rải nóng, đá bitum đặc, Delugrip (một vật liệu mang tên chủ nhân độc quyền sở hữu) và bằng lớp láng bề mặt. Một sự so sánh đơn giản các thuộc tính khác nhau của các lớp vật liệu sau sáu năm làm việc được giới thiệu ở Bảng 12.6.

Bảng 12.6. Quan hệ biểu kiến giữa các lớp vật liệu mặt đường khác nhau sau 6 năm

Các yếu tố	Mức ưu nhược điểm (1= xấu đến 5= tốt)					
	Đá– bitum tạo nhám rỗng	Đá – bitum thấm nước	“Del u– grip”	Đá bitum đặc	asphalt rải nóng	Láng mặt
Cường độ	3	3	4	4	4	–
Tuổi thọ	3	2	3	2	4	3
Kháng trượt (ở tốc độ thấp)	5	5	5	5	4	5
Kháng trượt (ở tốc độ cao)	4	5	3	4	4	5
Chất lượng vận hành	4	3	5	5	3	1
Khả năng loại trừ tóe nước	3	5	2	1	2	3
Giảm ồn	4	4	4	3	2	1
Dễ áp dụng	3	3	3	3	2	4
Diện tích mặt đường/1 đơn vị chi phí	2	2	1	2	1	5

Tương tự, Bảng 12.7 cho thấy sự so sánh mức hiệu dụng của các loại vật liệu: đá–bitum thấm nước, asphalt rải nóng, và lớp láng mặt trên một loạt các yếu tố khác nhau. Tuy nhiên, chúng cũng cung cấp cho các kỹ sư các dữ liệu thực giúp họ lựa chọn vật liệu phù hợp nhất với điều kiện thực tế yêu cầu.

Bảng 12.7. Mối quan hệ giữa các ưu điểm của các loại vật liệu (lớp láng mặt, đá nhựa thấm nước và asphalt rải nóng)

Các yếu tố	Mức hiệu quả		
	Lớp láng mặt	Đá – bitum thấm nước	Asphalt rải nóng

Kháng trượt	1	1	1
Chiều sâu rắc cát (độ nhám vĩ mô)	1	1	1
Tuổi thọ trung bình	1	2	3
Cường độ	1	3	6
Chất lượng xe chạy	1	4	4
Giảm ồn	1	4	2
Giảm tóe nước	2	6	1
Dễ thi công	4	1	1
Diện tích lớp mặt/1 đơn vị chi phí	6	2	1

12.7. CÁC ỨNG DỤNG KHÁC CỦA HỖN HỢP VẬT LIỆU KHOÁNG – BITUM

Khối lượng chủ yếu của hỗn hợp vật liệu khoáng–bitum là xây dựng đường, ngoài ra có thể ứng dụng nó trong các công trình thủy công, trong ngành đường sắt, tạo màu sắc mặt đường, trong các đường đua và các vỉa hè v.v...

12.7.1. CÁC ỨNG DỤNG TRONG THUỶ CÔNG

Tính chất không thấm nước của bitum và các hỗn hợp vật liệu khoáng–bitum đã được ứng dụng rất hiệu quả cho xây dựng các đập ngăn nước, hồ chứa nước, kênh đào và các tường phòng hộ ven biển và đê biển. Hiện nay ở Anh có 200 công trình thủy công sử dụng bitum. Công trình thủy công sử dụng bitum phát triển nhiều ở Hà Lan, Đan Mạch, Pháp v.v...

Hai tính chất chủ yếu để áp dụng cho thủy công là: tính không thấm nước, tính ổn định với nước và hoá chất. Đặc tính biến dạng lớn cũng phù hợp với tính chất chịu tác động có chu kỳ của động học nước. Đa số các kết cấu có sử dụng vật liệu asphalt có độ chống thấm nước dưới áp lực lớn (áp lực cột nước cao 200m). Một ưu điểm lớn của asphalt là tạo ra một kết cấu liên tục không cần mối nối có độ chống thấm nước cao.

12.7.2. ASPHALT TRONG XÂY DỰNG ĐƯỜNG SẮT

Ở Mỹ, Nhật và nhiều nước châu Âu đã sử dụng hỗn hợp bitum làm nền đường sắt với kết cấu cổ truyền như sau: (từ năm 1950) là lớp móng dày 150 mm, lớp mặt dày 30 mm.

Trong xây dựng đường sắt các hỗn hợp vật liệu khoáng–bitum được sử dụng theo 4 hướng sau: Làm ổn định đá balát, lớp asphalt nằm dưới lớp balát, làm móng trực tiếp cho các tà vẹt, và làm móng trực tiếp cho các đường ray. Vào năm 1974 ở Anh đã xây dựng tuyến đường sắt trên móng asphalt dày 230 mm.

12.7.3. MẶT ĐƯỜNG ÔTÔ CÓ MÀU

Để tạo màu sắc cho các con đường có thể áp dụng một số giải pháp như sau: cho các chất tạo màu vào hỗn hợp; sử dụng cốt liệu có màu; xử lý màu bề mặt; dùng cốt liệu có màu với chất kết dính trong (không màu).

12.7.4. CÁC ĐƯỜNG ĐUA ÔTÔ

Bề mặt hầu hết của các vòng đua ô tô quốc tế được rải bằng hỗn hợp asphalt hoặc bê tông nhựa màu. Do đặc tính gia tốc, áp lực phanh, và ứng suất cắt dọc cao nên mặt đường đua cần thiết phải được thiết kế đặc biệt để đảm bảo độ bền vững và dính bám tốt.

10.7.5. VỈA HÈ BẰNG VẬT LIỆU ASPHALT

Hỗn hợp vật liệu asphalt có thể sử dụng làm các khối bó vỉa bằng phương pháp đúc sẵn. Ngoài ra kết cấu lớp vỉa hè cũng nên sử dụng bằng hỗn hợp asphalt hoặc asphalt màu. Vỉa hè xây dựng bằng vật liệu asphalt có



tuổi thọ và tính mỹ thuật cao hơn các vỉa hè truyền thống.

Hình 12.1. Đường bê tông asphalt màu khu du lịch.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Định nghĩa và phân loại các loại hỗn hợp vật liệu khoáng – bitum.
2. Các tính chất kỹ thuật chủ yếu của các loại hỗn hợp vật liệu khoáng – bitum.

3. Các ứng dụng chủ yếu của các loại hỗn hợp vật liệu khoáng – bitum.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] PHÙNG VĂN LỰ – PHẠM DUY HỮU – PHAN KHẮC TRÍ
Vật liệu xây dựng, NXB GD – 1977
- [2] PHẠM DUY HỮU – NGÔ XUÂN QUẢNG
Vật liệu xây dựng, NXB GTVT – 2006
- [3] PHẠM DUY HỮU
Lựa chọn phương pháp thiết kế hợp lý bê tông asphalt – B95 – 17 – 60.
- [4] PHẠM DUY HỮU – NGÔ XUÂN QUẢNG
Vật liệu xây dựng đường ô tô và sân bay, NXBXD – 2004
- [5] Viện Asphalt institute– Mix design methods asphalt concrete–1994
- [6] The Shell bitumen Handbook 9/1991
- [7] Tiêu chuẩn Anh BS598–85
- [8] H.B. GORELU'SEV
Bê tông asphalt và vật liệu khoáng bitum khác, Moskva – 1995
- [9] H.H. IVANOV

Lựa chọn hỗn hợp đá có độ đặc lớn nhất cho nền đường ô tô
Tập chí đường và ô tô N^o 45–1930
- [10] KENNETH. N. DERUCHER
Materials For Civil and HighWay Engineers, Caliphonia, 07458
- [11] Tiêu chuẩn Việt Nam 7570 – 2006: Cốt liệu cho bê tông
- [12] Tiêu chuẩn Anh BS EN 13043 – 2002 – Cốt liệu cho hỗn hợp khoáng bitum

- [13] Tiêu chuẩn Anh BS EN 13108 – 1: 2006 – Vật liệu bê tông asphalt
- [14] Tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu mặt đường bê tông bitum 22TCN249 – 98 sửa chữa 2007
- [15] Tiêu chuẩn ASTM– Hoa Kỳ
- [16] Tiêu chuẩn AASHTO T245, T269, T176, T89–1997

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
Lời nói đầu	3
Chương 1. Khái niệm và phân loại bê tông asphalt	5
1.1. Khái niệm	5
1.2. Phân loại bê tông asphalt	6
1.3. Các yêu cầu chung đối với bê tông asphalt	7
1.4. Kết cấu mặt đường bê tông asphalt	7
Chương 2. Chất kết dính bitum	9
2.1. Khái niệm và phân loại bitum làm đường	9
2.2. Thành phần cấu trúc của bitum	9
2.3. Các tính chất của bitum quánh dùng xây dựng đường	14
2.4. Bitum lỏng làm đường	28
2.5. Các loại bitum cải tiến làm đường ô tô và sân bay	31
2.6. Nhũ tương xây dựng đường (22TCN 354–2006)	39
Chương 3. Cốt liệu cho bê tông asphalt	46
3.1. Mở đầu	46
3.2. Phân loại và phương pháp sản xuất cốt liệu	46
3.3. Cốt liệu nhân tạo	50
3.4. Sử dụng cốt liệu địa phương	50
3.5. Nguyên lý về cốt liệu để chế tạo bê tông asphalt	51
3.6. Các tiêu chuẩn ASTM đối với cốt liệu	56
Chương 4. Hỗn hợp vật liệu khoáng	57
4.1. Khái quát về cốt liệu	57

4.2. Cấp phối của cốt liệu bê tông asphalt	57
4.3. Quy tắc cấu tạo của hỗn hợp khoáng đặc	58
4.4. Cơ sở lý thuyết của các phương pháp tính toán thành phần hạt của hỗn hợp vật liệu khoáng	60
4.5. Thành phần hỗn hợp cốt liệu theo tiêu chuẩn AASHTO	65
4.6. Thiết kế hỗn hợp các cốt liệu để chế tạo bê tông asphalt theo phương pháp Marshall	68
4.7. Thiết kế hỗn hợp các cốt liệu để chế tạo bê tông asphalt theo tiêu chuẩn Nga.	73
4.8. Thí dụ tính toán thành phần vật liệu khoáng cho bê tông asphalt	76
Chương 5. Cấu trúc của bê tông asphalt	78
5.1. Khái quát.	78
5.2. Cấu trúc của vật liệu khoáng trong bê tông asphalt	78
5.3. Cấu trúc của bitum trong bê tông asphalt.	79
Chương 6. Các tính chất của bê tông asphalt	81
6.1. Khái quát	81
6.2. Các tính chất cơ học	83
6.3. Các tính chất liên quan đến đặc tính thể tích của hỗn hợp bê tông asphalt rải mặt đường	101
Chương 7. Thiết kế hỗn hợp bê tông asphalt theo phương pháp Marshall	108
7.1. Mục đích chung của công tác thiết kế hỗn hợp bê tông asphalt.	108
7.2. Phạm vi áp dụng của phương pháp Marshall	108
7.3. Các chỉ tiêu kỹ thuật quy định theo Marshall	109
7.4. Tóm tắt trình tự thiết kế hỗn hợp theo Marshall	110
7.5. Khuynh hướng và quan hệ của các số liệu thí nghiệm	114
7.6. Lựa chọn thiết kế cuối cùng	114
7.7. Phương pháp thí nghiệm Marshall cải tiến	115
Chương 8. Thiết kế hỗn hợp bê tông asphalt theo cường độ chịu nén lớn nhất (tiêu chuẩn Nga)	117
8.1. Khái niệm chung	117
8.2. Lựa chọn dạng hỗn hợp và thành phần hỗn hợp	117
8.3. Lựa chọn phương pháp thiết kế và yêu cầu kỹ thuật	119
8.4. Xác định lượng bitum tối ưu	119
Chương 9. Chế tạo hỗn hợp bê tông asphalt	123
9.1. Khái quát về công nghệ chế tạo bê tông asphalt	123
9.2. Chuẩn bị	123

9.3. Trộn bê tông asphalt	124
9.4. Kiểm tra kỹ thuật	128
9.5. Tái chế bê tông asphalt	128
Chương 10. Vận chuyển, rải và đầm hỗn hợp bê tông asphalt	132
10.1. Vận chuyển	132
10.2. Rải hỗn hợp bê tông asphalt	132
10.3. Đầm nén hỗn hợp bê tông asphalt	133
10.4. Các chỉ tiêu kỹ thuật kiểm tra đầm nén bê tông asphalt	139
10.5. Tính công tác của bê tông asphalt	140
10.6. Độ nhám bề mặt	142
Chương 11. Bê tông asphalt rải nguội	144
11.1. Khái niệm chung	144
11.2. Thành phần của bê tông asphalt rải nguội	144
11.3. Các tính chất của bê tông asphalt rải nguội	148
11.4. Thi công lớp mặt sử dụng bê tông asphalt rải nguội	149
Chương 12. Các dạng hỗn hợp vật liệu khoáng – bitum	151
10.1. Định nghĩa và phân loại	151
10.2. Hỗn hợp lu nóng theo tiêu chuẩn châu âu (EN) Hot Rolled Asphalt	153
10.3. Hỗn hợp đá vữa nhựa (Stone Mastic Asphalt)	157
10.4. Asphalt rỗng (Porous Asphalt)	157
10.5. Hỗn hợp đá –bitum (Coated Macadam)	158
10.6. Lớp đá nhựa tạo nhám, thấm nước	159
10.7. Các ứng dụng khác của hỗn hợp vật liệu bitum	163
Tài liệu tham khảo	165
Mục lục	166

Chịu trách nhiệm xuất bản
LÊ TỬ GIANG

Biên tập
LÊ THUYẾT HỒNG

Chế bản và sửa bài
TÁC GIẢ & XƯỞNG IN TRƯỜNG ĐẠI HỌC GTVT

NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

80B Trần Hưng Đạo – Hà Nội
ĐT: 04.9423345 – Fax: 04.8224784

In 520 cuốn, khổ 19x27cm, tại Xưởng in Trường Đại học GTVT. Quyết định xuất bản số:128/QĐ-GTVT, ngày28/8/2008.

Số đăng ký kế hoạch xuất bản số: 58–2008/CXB/131–51–79/GTVT. In xong và nộp lưu chiểu quý IV năm 2008.