

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, ..., II d... 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 (0,071 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 dòn.

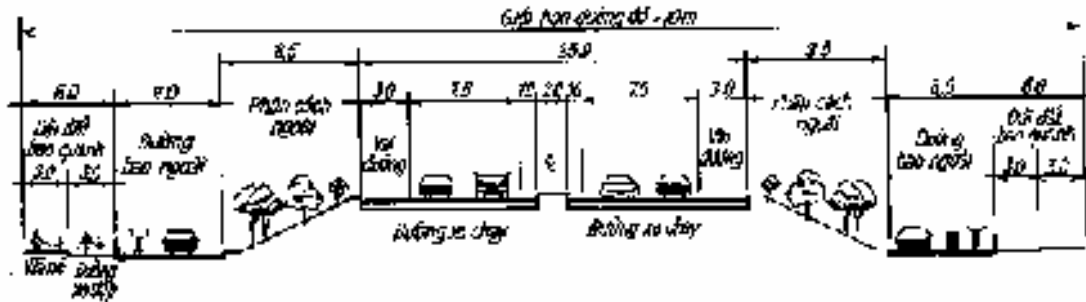
Trong cả năm mức độ tải trọng chuyển động trên mặt đường là không đổi. Như vậy việc thiết kế thành phần bê tông, thiết kế kết cấu mặt đường, thiết kế công nghệ thi công là một bài toán rất là phức tạp để đảm bảo yêu cầu thay đổi trạng thái ứng suất biến dạng trong các điều kiện thay đổi nhiệt độ khác 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

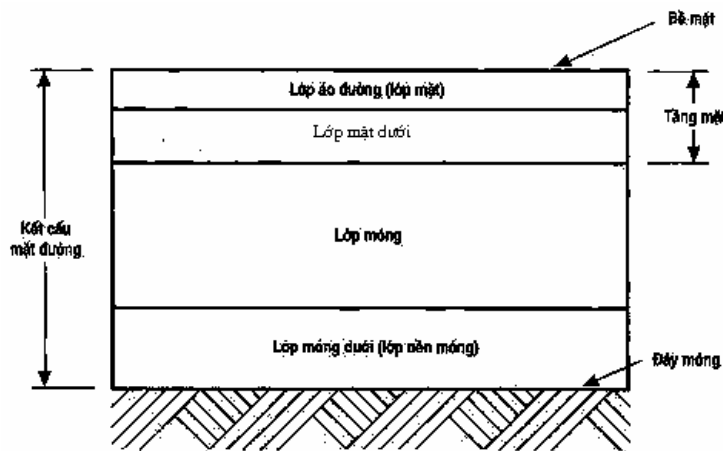
đường bê tông asphalt mô tả hình 1.2. Kết cấu mặt đường có khả năng phân bố hiệu quả tải trọng xe, đảm bảo khả năng chịu tải, tuổi thọ, chi phí đầu tư xây dựng và bảo dưỡng hợp lý. Kết cấu mặt đường được thiết kế để đảm bảo dưới tác dụng của tải trọng xe ứng suất trên mặt đường và nền đường không vượt 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°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.

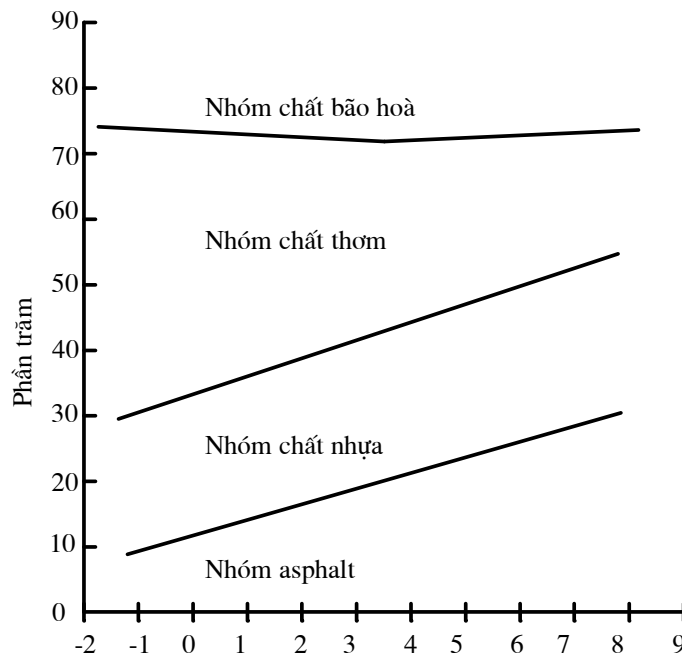
Hàm lượng của các chất này ở trong bitum nhỏ hơn 1,5%, làm bitum kém dẻo.

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, clorofooc 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.

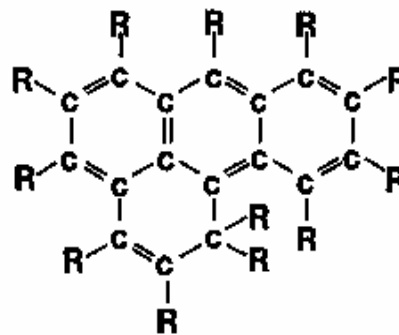
Trong bitum quánh và cứng, mixen chiếm tỷ lệ lớn. Còn trong bitum lỏng chày chiếm một tỷ lệ nhỏ đến nỗi không có tương tác giữa với nhau nên có thể chuyển động tự do trong chất dầu.

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).

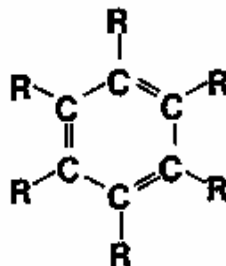
Cấu trúc sol đặc trưng cho bitum có hàm lượng chất dầu và chất nhựa lớn. Khi đó các mixen asphalt không tạo ra được tác dụng tương hỗ lẫn nhau và chuyển động tự do trong môi trường dầu. Cấu trúc sol có ở trong bitum lỏng và bitum quánh nấu nóng chảy.

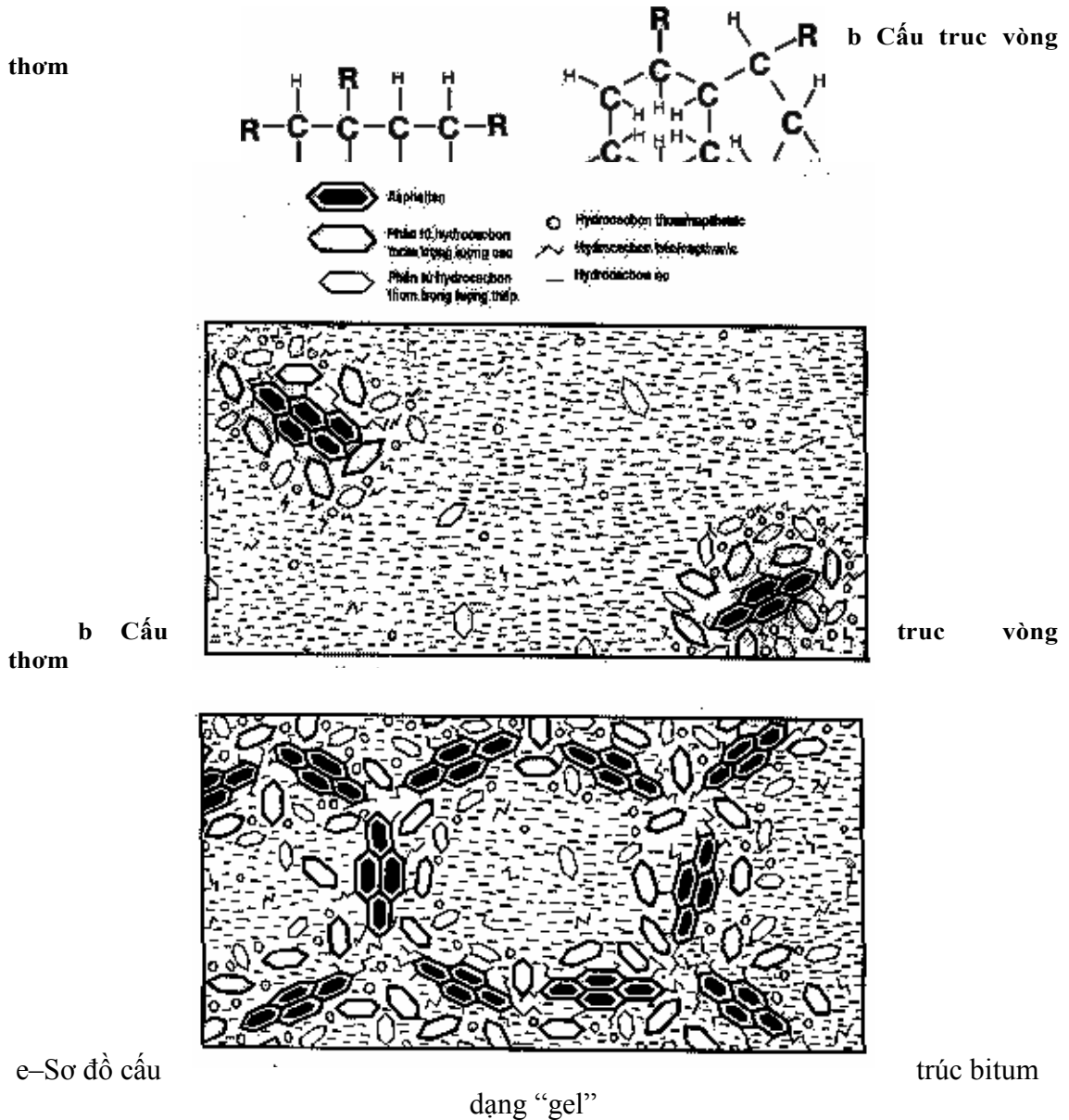
Khi tỷ lệ asphalt trong bitum lớn và không đủ chất dầu và thom sẽ tạo nên cấu trúc gel. Trong cấu trúc gel các hạt nhân asphalt mở rộng ra, các mixen asphalt xích lại gần nhau và có tác dụng tương hỗ lẫn nhau, tạo nên mạng cấu trúc không gian. Cấu trúc đó tạo ra tính đàn hồi cho chất kết dính và là đặc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



a - Cấu trúc Asphalten





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"

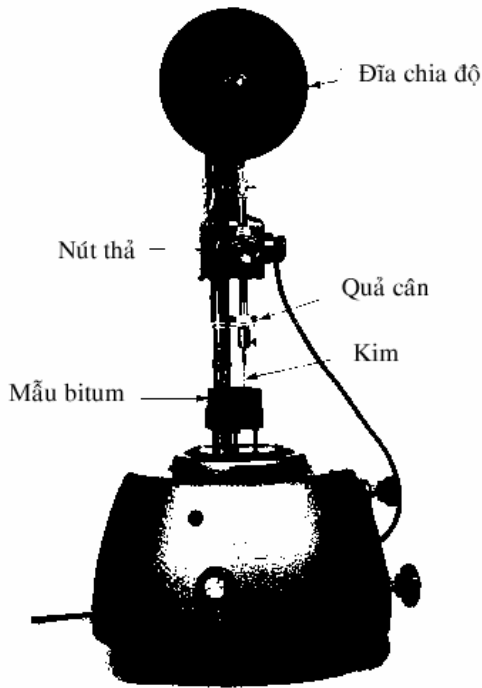
2.3. CÁC TÍNH CHẤT CỦA BITUM QUÁNH XÂY DỰNG ĐƯỜNG

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.



Hình 2.3. Dụng cụ đo độ quán

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

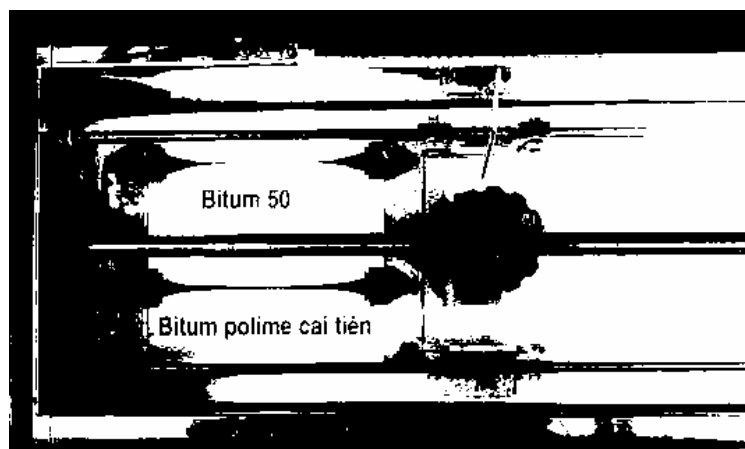
Tính dẻo đặc trưng cho khả năng kết dính nội tại của bitum dưới tác dụng của ngoại lực.

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 nên 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 hỡnh 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:

$$T = T_m - T_c,$$

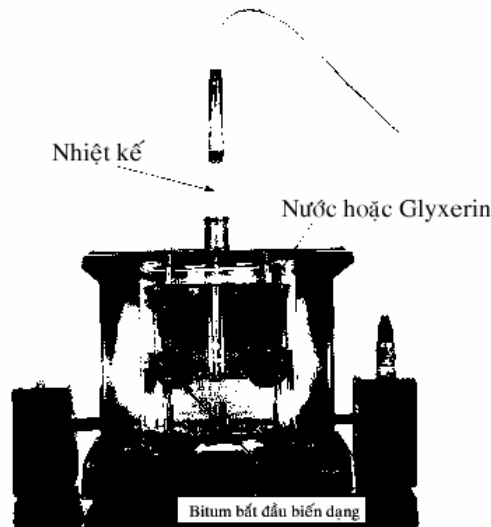
trong đó: T_m – nhiệt độ hoá mềm của bitum, là nhiệt độ chuyển bitum từ trạng thái quánh sang trạng thái lỏng;

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.

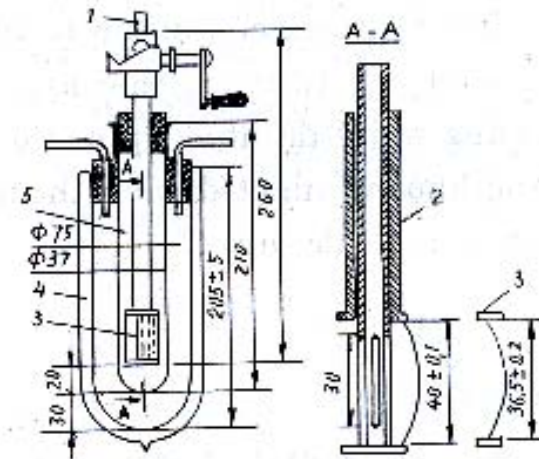
Trị số nhiệt độ hoá mềm của bitum ngoài việc dùng để xác định khoảng biến đổi nhiệt độ T, nó còn có ý nghĩa thực tiễn rất quan trọng. Trong xây dựng đường, người ta thường dùng bitum để rải mặt đường, do đó khi gặp nhiệt độ cao, nếu T_m không thích hợp, bitum có thể bị chảy làm cho mặt đường có dạng 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

nghiệm vòng và bi



Hình 2.6. Dụng cụ

Fraxa

1. Nhiệt kế; 2. Cuộn thanh thép; 3. Mẫu thử (thanh thép);
4. Mỏ đũa; 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

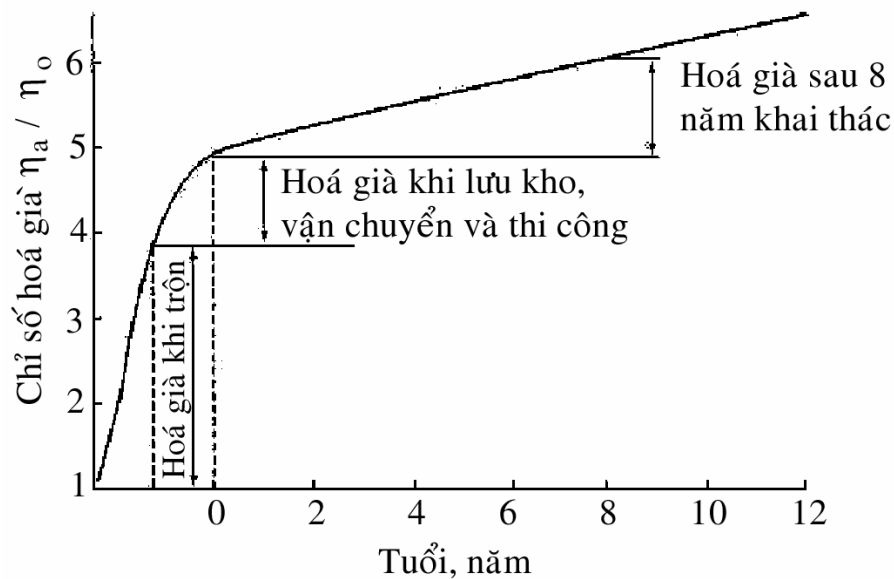
K—hệ số thực nghiệm

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).

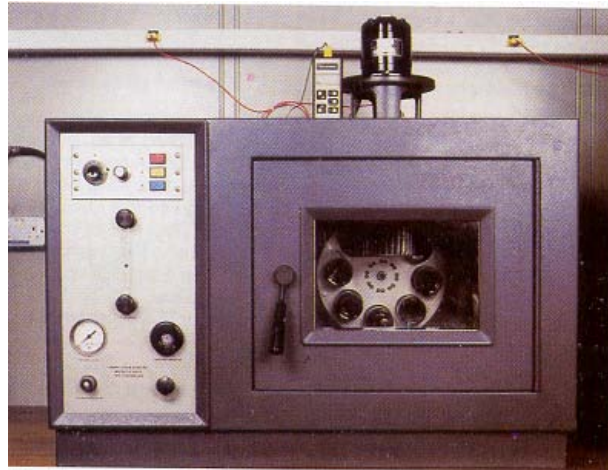
Do ảnh hưởng của thời tiết mà tính chất và thành phần hoá học của bitum bị thay đổi. Người ta gọi sự thay đổi đó là sự hoá già của bitum. Nguyên nhân của hiện tượng đó là vì tỷ lệ của nhóm asphalt trong bitum tăng lên.

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 220⁰C. 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 axít. 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 oxít silíc cao như cốt liệu có nguồn gốc thạch anh, granít, tức là cốt liệu axít 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 axít ưa nước hơn các cốt liệu bazơ. Vì vậy việc sử dụng cốt liệu nguồn gốc axít 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 axít 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 $135^{\circ}C$ với bitum đặc, hoặc ở $60^{\circ}C$ với bitum lỏng. Khối lượng riêng của bitum ở $135^{\circ}C$ bằng 0.934 lần so với khối lượng riêng của nó ở $25^{\circ}C$. 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 bi)	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 mác				
	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 trichloroethyleni, %	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 (Tồn 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

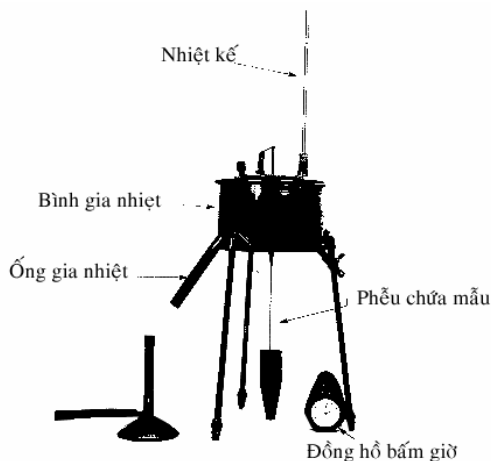
Loại SC : đông đặc chậm.

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 cát (% theo thể tích của tổng lượng sản phẩm cát):					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. Điển hình 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 tiến 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 đèo.

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 dọc 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 polyetylen 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 thom không kết tinh, vùng tinh thể tương đối cứng, trong khi vòng thom 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°C, mm/h
	Kim lún ở 25°C, 0.1 mm	Điểm mềm (IP), °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 phân 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 trichloroethylen, 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 nhớt ở 135 ⁰ C (nhớt 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

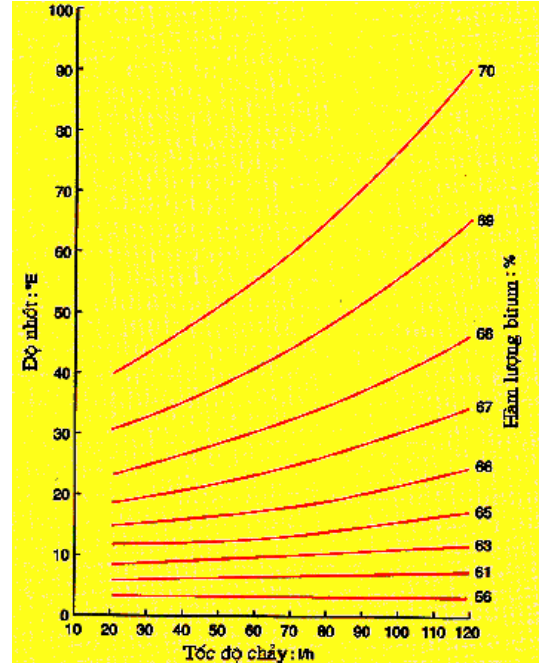
2.6.3.1. Độ nhớt

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:

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

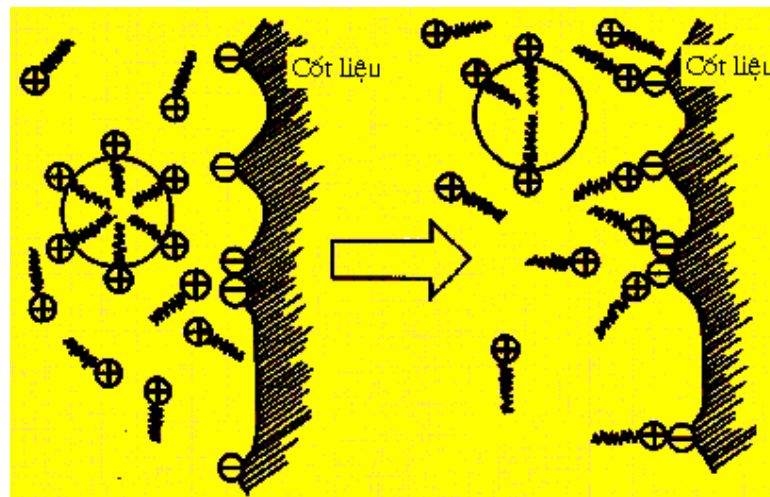
Tăng độ nhớt của nhũ tương bằng cách tăng tỷ lệ bitum, thay đổi dung dịch nhũ hoá hoặc giảm độ nhớt của bitum. Hình 2.11. mô tả mối quan hệ giữa độ nhớt của nhũ tương với hàm lượng của bitum.



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 loại kiềm, dùng chất nhũ hoá anion hoạt tính như xà phòng bột, dầu gai, dầu sỏ, 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
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 bọt, đá vôi, xỉ, 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.

Tùy 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	$G_{20/17.5}$

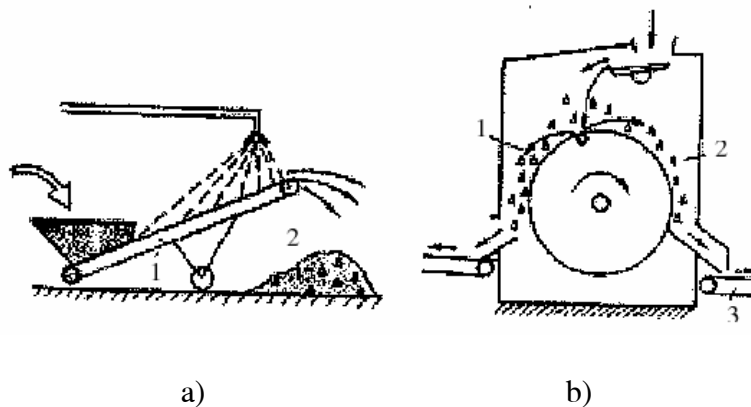
3.2.2. QUÁ TRÌNH KHAI THÁC, SẢN XUẤT CỐT LIỆU

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.

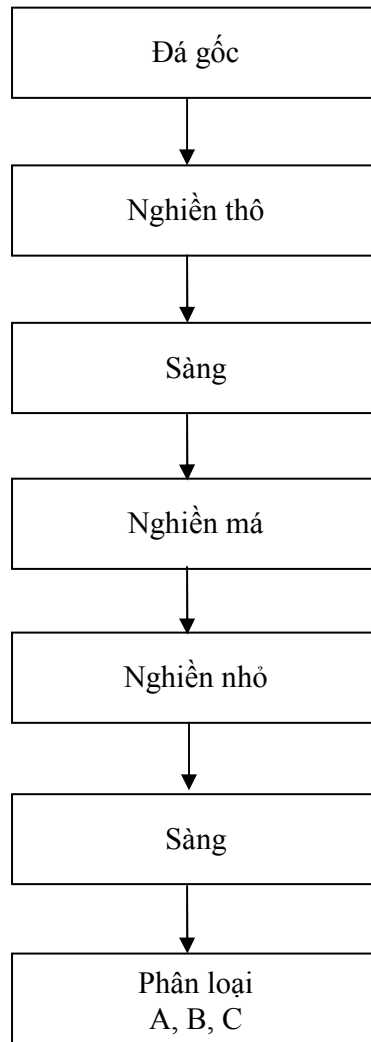
Sau khi cốt liệu đã được khai thác, chúng được chở bằng băng tải, tàu hoả, xe tải đến nơi xử lý, chế tạo. Công nghệ chế tạo thường theo các bước sau:

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 g/cm³ trong khi cốt liệu tự nhiên có khối lượng riêng từ 2.3 – 3.2 g/cm³.

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 quây trong thùng nước “sink float method”. Khi quây 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 quarczit	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 goni, 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 xi 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 ngậm 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 daN/cm²).

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/cm². 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 – 20⁰C.

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 rần 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:

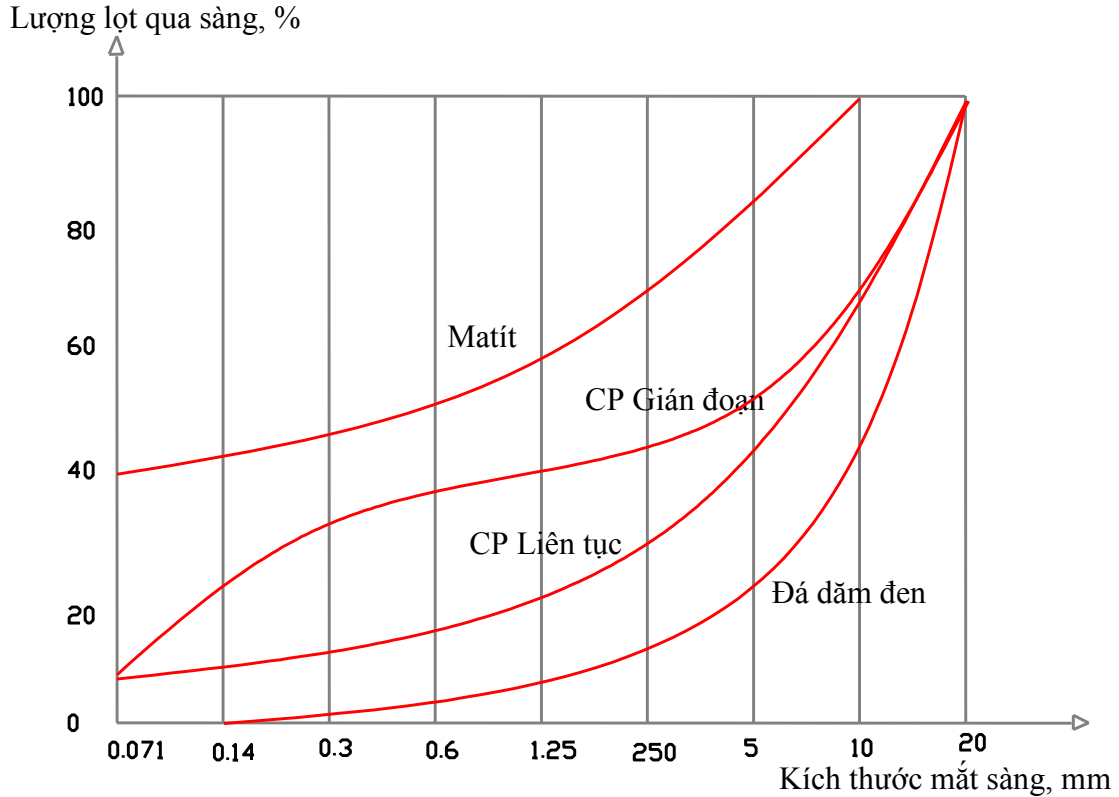
$$L_i = 100 - A_i \quad (\%) \quad (4.1)$$

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:

$$A_i = \sum_1^n a_i \quad (\%) \quad (4.2)$$

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.

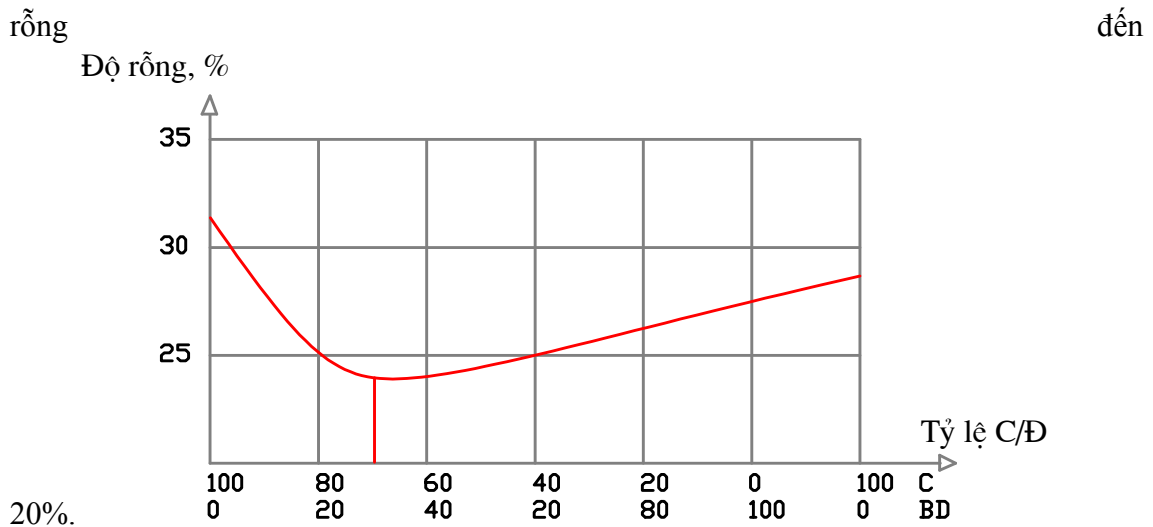
Đường cấp phối của hỗn hợp có tất cả mọi cỡ sàng gọi là cấp phối liên tục. Nếu cấp phối thiếu một hoặc một vài cỡ hạt gọi là cấp phối gián đoạn. Thành phần vật liệu khoáng của bê tông asphalt có 4 dạng cấp phối sau:



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

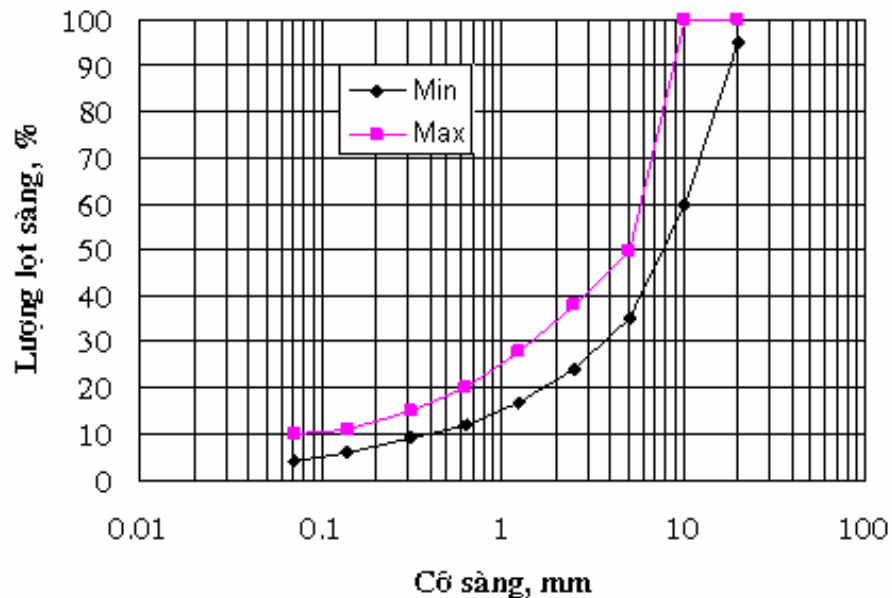
Dạng và loại hỗn hợp	Lượng lọt sàng, % ở cỡ hạt, mm									
	40	20	10	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0.14	0.071
A	95–100	65–80	47–62	35–50	24–38	17–28	12–20	9–15	6–11	4–10
B	95–100	80–89	62–77	50–65	38–52	28–39	20–29	14–22	9–16	6–12

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

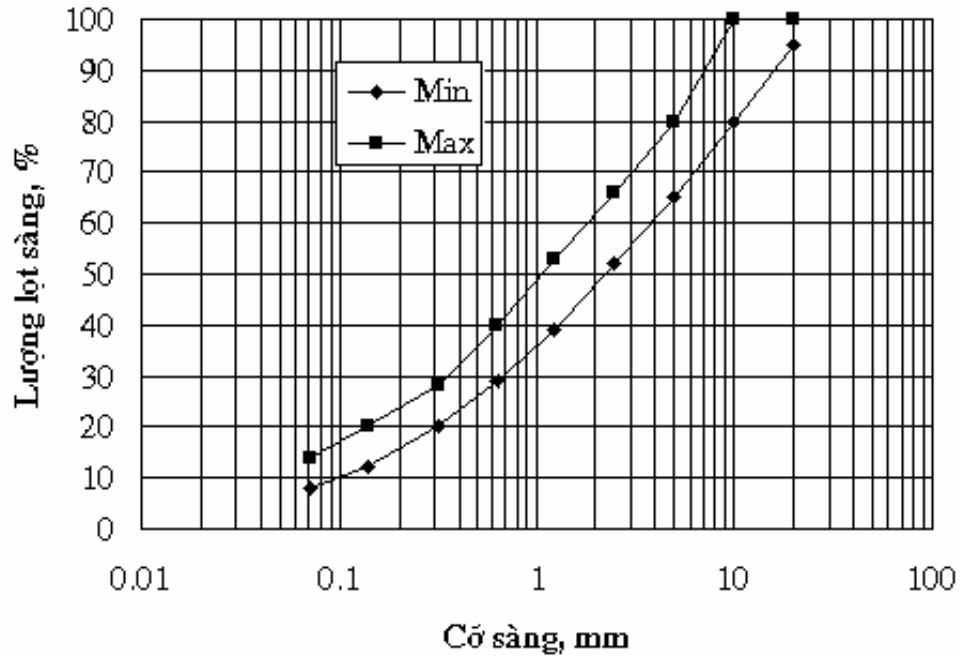
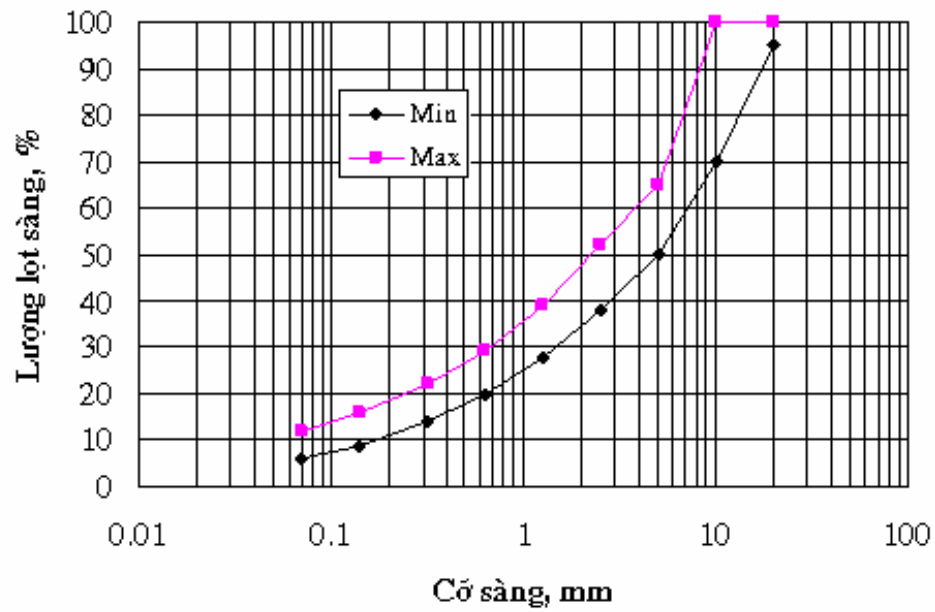
Bảng 4.4. Thành phần của hỗn hợp bê tông nhựa rải nguội để làm lớp trên của mặt đường Lượng lọt sàng (%)

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.

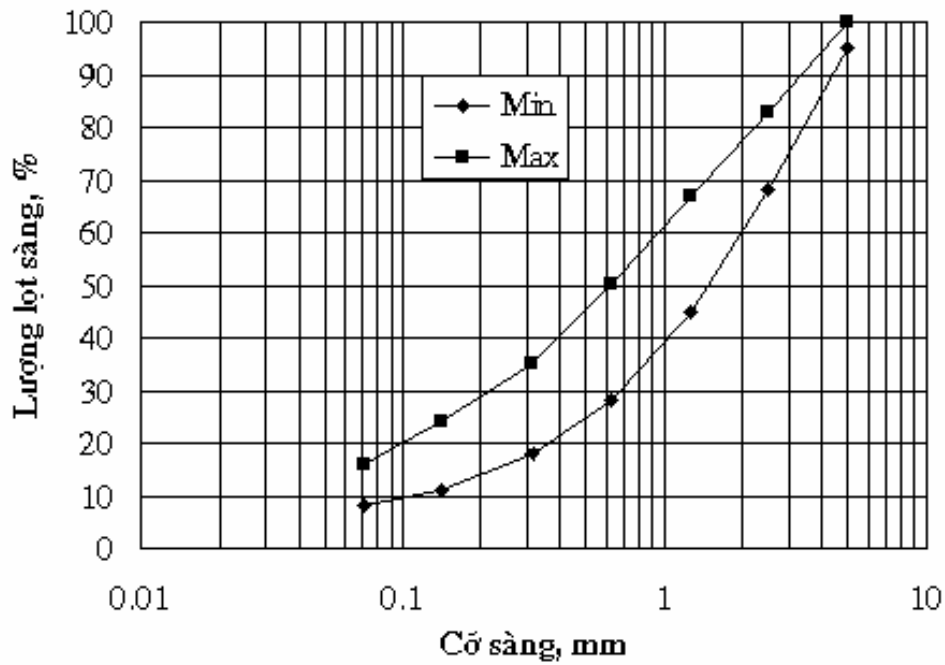


HÌNH 4.3. CẤP PHỐI HẠT BÊ TÔNG ASPHALT LOẠI A RẢI NÓNG HOẶC ẨM ĐỂ LÀM LỚP TRÊN

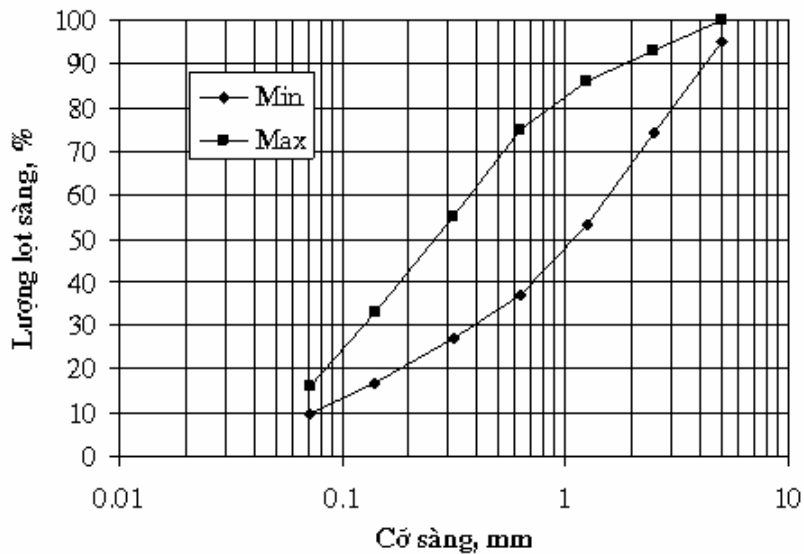


Hình 4.4. Cấp phối hạt bê tông asphalt loại B rải nóng hoặc ẩm để làm lớp trên

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

asphalt. Thành phần hỗn hợp vật liệu khoáng cho bê tông asphalt theo tiêu chuẩn 9128-84 của Nga hiện nay vẫn được dùng để thiết kế thành phần bê tông asphalt theo tiêu chuẩn Việt Nam.

Với các dự án xây dựng đường ô tô và sân bay ở Việt nam bằng các nguồn vốn nước ngoài thì thành phần hỗn hợp vật liệu khoáng cho bê tông asphalt thường được thiết kế theo tiêu chuẩn AASHTO.

Cần lưu ý rằng khi sử dụng đá có D lớn thì lượng đá dăm trong hỗn hợp vật liệu khoáng tăng lên. Khi D tới 40mm thì lượng đá Đ từ 35-60%; còn D bằng 20mm thì Đ là 26-45%. Khi lượng đá dăm sử dụng tăng thì lượng cát giảm xuống và lượng bột khoáng cũng giảm. Khi Đ=35% thì lượng bột khoáng khoảng 20%. Khi Đ=65% thì bột khoáng chỉ cần 5-6%.

4.5. THÀNH PHẦN HỖN HỢP CỐT LIỆU THEO TIÊU CHUẨN AASHTO

Tiêu chuẩn AASHTO được xây dựng trên cơ sở của Viện bê tông Hoa Kỳ sử dụng phương trình Fuller với hệ số n từ 0.45 đến 0.52. Thành phần hỗn hợp vật liệu khoáng được chia làm 21 loại bao gồm cấp phối liên tục và gián đoạn với D lớn nhất tới 21/2 in (75 mm) đến nhỏ nhất là N^o200 (0.075mm). Đường kính lớn nhất hay sử dụng là từ 1 in đến 3/4in (25-19mm).

Các hỗn hợp vật liệu khoáng của bê tông asphalt theo tiêu chuẩn AASHTO, ASTM được ghi ở bảng 4.5.

Hỗn hợp của bê tông asphalt thường là cấp phối liên tục. Riêng hỗn hợp vật liệu khoáng cho bê tông asphalt loại lớn (macadam) là cấp phối gián đoạn.

Căn cứ vào thành phần cấp phối theo các tiêu chuẩn có thể tính toán cấp phối cốt liệu sử dụng bằng phương pháp lý thuyết và thực nghiệm để chọn ra cấp phối cốt liệu thoả mãn các yêu cầu kỹ thuật của từng dự án.

Hỗn hợp vật liệu khoáng có thể bao gồm 2, 3 hoặc nhiều loại cốt liệu. Khi được phối hợp với những tỷ lệ hợp lý sẽ tạo ra hỗn hợp cốt liệu hợp chuẩn.

Bảng 4.5. Các hỗn hợp bê tông asphalt của Mỹ

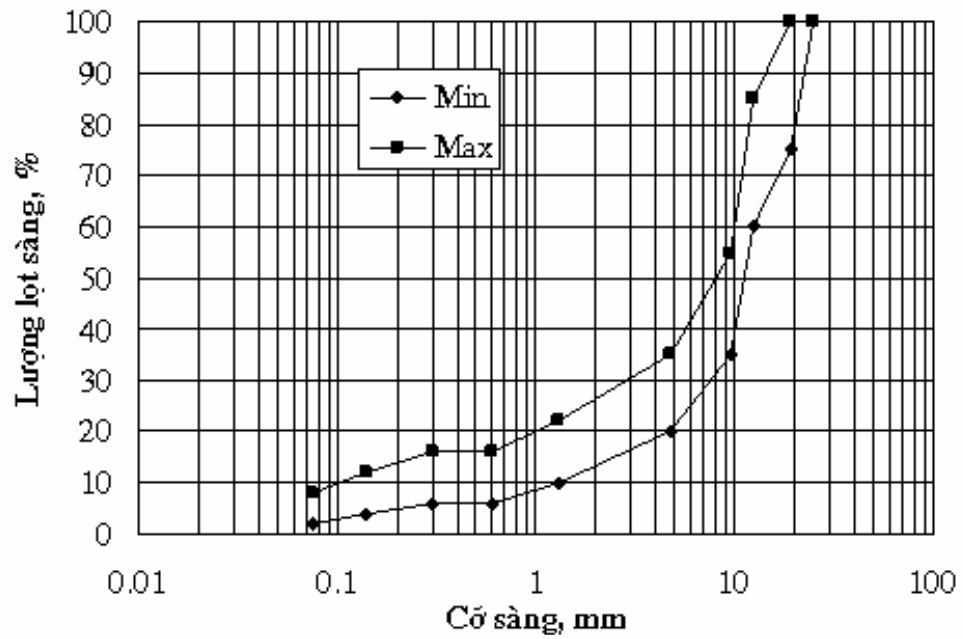
Loại Cỡ sàng	Lượng lọt qua sàng, %, mm							
	IA	IIA	IIB	IIC	IID	IIE	IIIA	IIIB
2.5 in	100					100		
1.5 in	35-70				100	75-100		
1 in				100	70-100	50-80		100
3/4 in	0-15		100	70-100			100	75-100
1/2 in		100	70-100	45-75	35-60	25-60	75-100	60-85
3/8 in		45-50	20-40	20-40	15-35	10-30	35-55	35-55
No4	0-5	5-20	5-20	5-20	5-20	5-20	20-35	20-35
No8								
No16							10-22	10-22

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

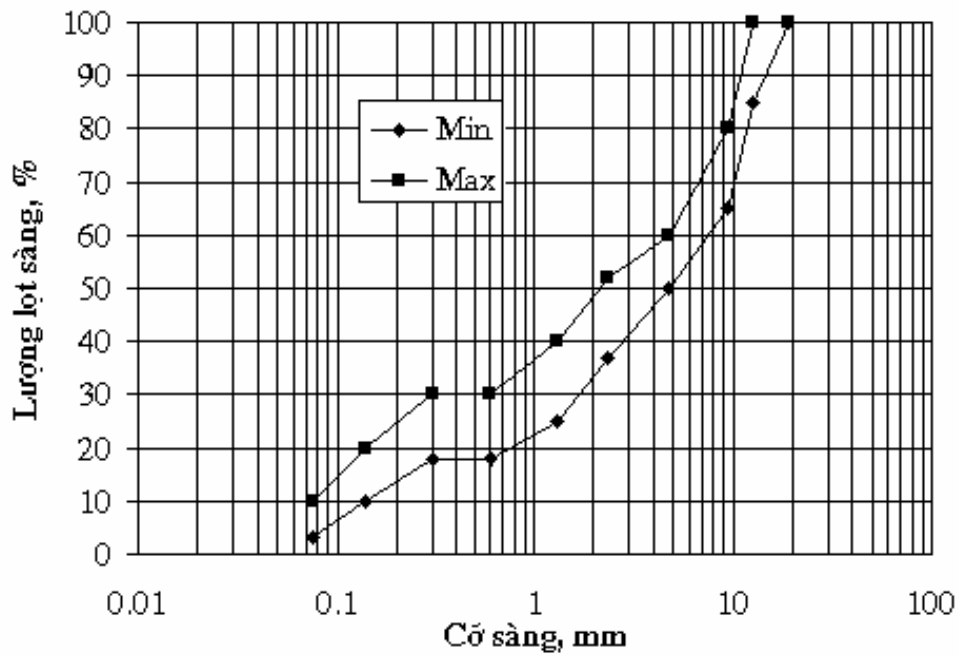
Bảng 4.5. (tiếp)

Loại Cỡ sàng	Lượng lọt qua sàng, %, mm							
	IVA	IVC	IVD	VA	VIA	VIB	VIIA	VIIIB
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

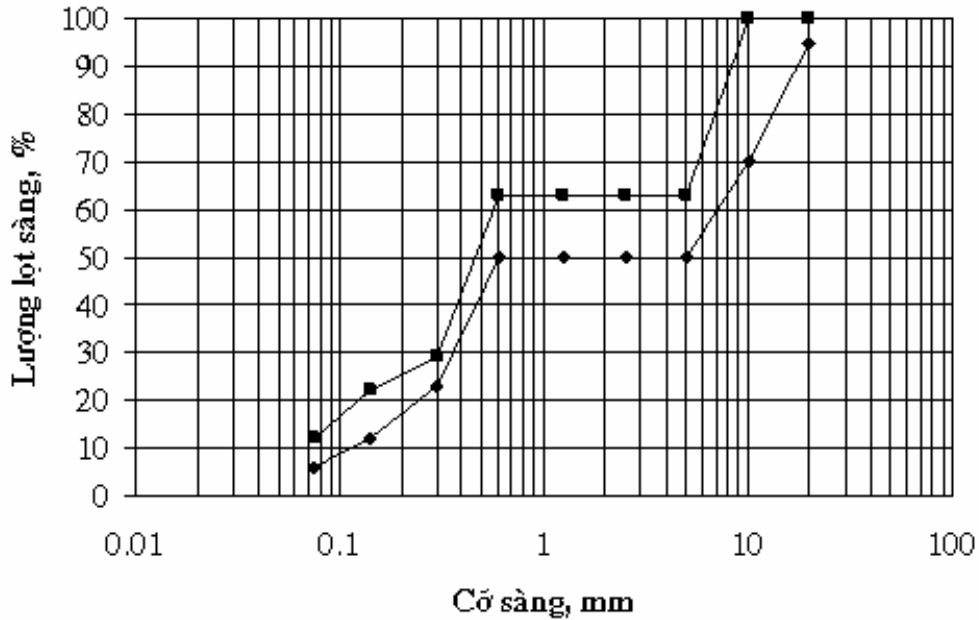
Biểu đồ thành phần hạt của một số hỗn hợp cốt liệu cho bê tông asphalt của Mỹ được trình bày trong các hình từ 4.8 đến 4.10.



Hình 4.8. Cấp phối hạt bê tông asphalt loại III B



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

toán để xác định a, b, c 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 $a + b = 1 \rightarrow a = 1 - b$, 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.

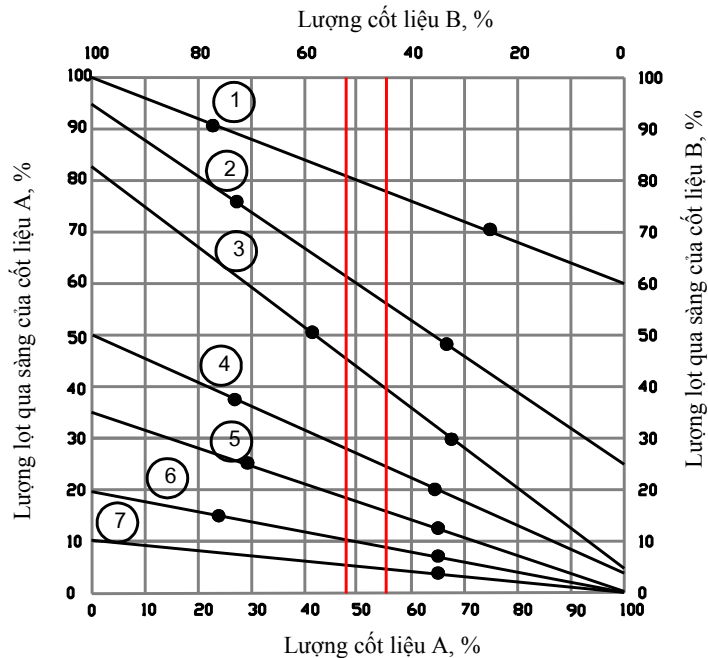
Tỷ lệ % lọt qua sàng của cốt liệu A được thể hiện trên cột tỷ lệ đứng ở bên phải.

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 gióng 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 gióng 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 thoả 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 thoả 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:

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

$$(4+10)/2 = 7 = 0.5i0+4ib+82ic;$$

$$b+c = 0.5$$

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:

$$C = (1 - a) \times B'B / CB'$$

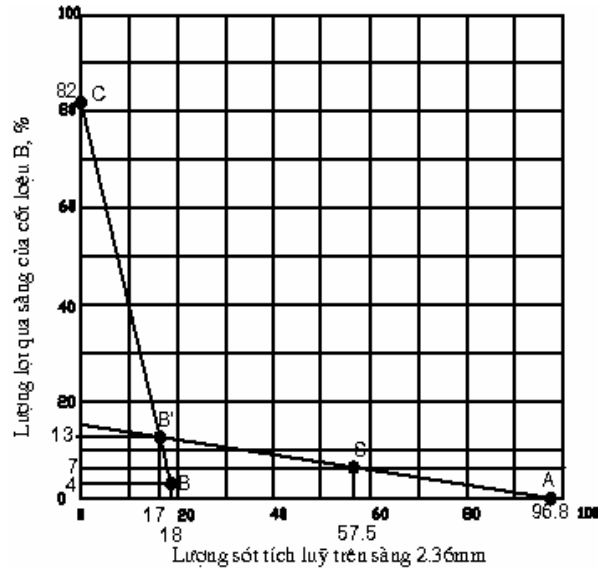
$$= 0.5 \times (13 - 4) / (82 - 4) = 0.06$$

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

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:

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

hoặc $D + C + B = 100\%$ (không có đá mịn) (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: 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:

$$L_{tmax} \geq L_x \geq L_{tmin} \quad (4.20)$$

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 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 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 mạt: Tổng tỷ lệ phần trăm của cát và đá mạt được tính như sau:

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

Giải hệ các phương trình trên ta có hàm lượng cát với $x = 1,25$ 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%.

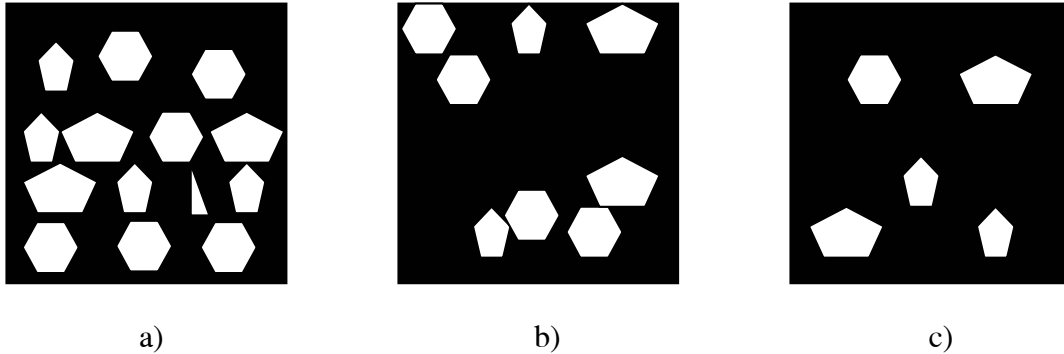
Cấu trúc bán khung (Hình 5.1b) của vật liệu khoáng là cấu trúc có các phần cục bộ của hạt đá dăm tập trung lớn hơn thể tích của vữa asphalt.

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. Rubev 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.